



---

# LÍNEA ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN 220 KV SIMPLE CIRCUITO

## “SE PROMOTORES TAFALLA – SE TAFALLA”

SEPARATA PROYECTO DE EJECUCIÓN DE  
LÍNEA ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN 220 KV  
SIMPLE CIRCUITO SE PROMOTORES TAFALLA  
– SE TAFALLA EN T.M. TAFALLA

---

**ORGANISMO AFECTADO**  
**AYUNTAMIENTO DE TAFALLA**

---

**Situación:** T.M. Tafalla (Navarra)

**Peticionario:** M TORRES DESARROLLOS ENERGETICOS S.L.

**Fecha:** Febrero de 2021

---



## ÍNDICE

DOCUMENTO 1: MEMORIA DESCRIPTIVA

DOCUMENTO 2: PLANOS



## DOCUMENTO I:- MEMORIA

## ÍNDICE

---

1.	INTRODUCCIÓN .....	4
2.	PETICIONARIO .....	4
3.	REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES.....	6
3.1.	CUMPLIMIENTO DE LA ITC-LAT 02 .....	7
3.2.	CUMPLIMIENTO DE LA ITC-RAT 02.....	16
4.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA .....	23
5.	ORGANISMOS AFECTADOS.....	24
6.	DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO DE LA LÍNEA.....	24
7.	DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES .....	25
7.1.	CONDUCTOR.....	25
7.2.	CONDUCTOR DE PROTECCIÓN .....	26
7.3.	APOYOS .....	26
7.4.	CIMENTACIONES .....	27
7.4.1.	JUSTIFICACIÓN GEOTÉCNICA.....	28
7.4.2.	CIMENTACIONES MONOBLOQUE: .....	28
7.4.3.	CIMENTACIONES DE CUATRO PATAS .....	29
7.5.	DESCRIPCIÓN DE LAS CADENAS DE LOS CONDUCTORES .....	30
7.5.1.	Cadena de suspensión (“simples.”).....	30
7.5.2.	Cadena de amarre (“simples”) .....	31
7.6.	DESCRIPCIÓN DE CADENAS DEL CONDUCTOR DE PROTECCIÓN.....	32
7.6.1.	Conjuntos de cadenas de suspensión y suspensión-cruce.....	32
7.6.2.	Conjuntos de cadenas de amarre.....	33
8.	PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS.....	35
8.1.	CLASIFICACIÓN DE LOS APOYOS SEGÚN SU UBICACIÓN.....	35
8.2.	SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA .....	37
8.2.1.	Apoyos no frecuentados .....	37
8.2.2.	Apoyos frecuentados .....	38
9.	AISLAMIENTO EN CONDUCTORES Y SEÑALIZACIÓN. CUMPLIMIENTO DEL R.D. 1432/2008, DE 29 DE AGOSTO DE PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA.....	39
9.1.	MEDIDAS DE PREVENCIÓN CONTRA LA ELECTROCUCIÓN.....	39



9.2.	Medidas de prevención de la colisión .....	40
10.	NUMERACIÓN Y AVISO DE PELIGRO .....	41
11.	CRUZAMIENTOS .....	41
11.1.	NORMAS GENERALES SOBRE CRUZAMIENTOS .....	41
11.1.1.	Distancias entre conductores y a partes puestas a tierra .....	43
11.1.2.	Distancias al terreno, caminos, sendas y a cursos de agua no navegables .....	43
11.1.3.	Distancias a líneas eléctricas aéreas ó líneas aéreas de telecomunicación .....	44
11.1.4.	Distancias a carreteras, ferrocarriles, tranvías y trolebuses .....	46
11.1.5.	Distancias a ríos y canales, navegables o flotables .....	46
11.1.6.	Paso por zonas de bosques, árboles y masas de arbolado .....	47
11.1.7.	Proximidad a parques eólicos .....	49
12.	ACCESOS .....	49
12.1.	NORMAS GENERALES SOBRE ACCESOS.....	49
12.2.	CRITERIO Y SELECCIÓN DE ACCESOS .....	50
13.	ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS.....	50
13.1.	CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	50
13.2.	CÁLCULO DEL CAMPO ELÉCTRICO.....	50
13.2.1.	DISTRIBUCIÓN DE LOS CONDUCTORES.....	50
13.2.2.	CÁLCULO DEL CAMPO ELÉCTRICO.....	51
13.2.3.	RESULTADOS OBTENIDOS .....	52
13.2.4.	CONCLUSIÓN .....	53
13.3.	CÁLCULO DEL CAMPO MAGNÉTICO .....	53
13.3.1.	CÁLCULO DE LA CORRIENTE TRANSPORTADA POR CONDUCTOR.....	53
13.3.2.	CÁLCULO DEL CAMPO MAGÉTICO FUERA DE LOS CONDUCTORES .....	54
13.3.3.	CONCLUSIÓN .....	56
14.	RESUMEN DE PRESUPUESTO.....	56
15.	CONCLUSIONES. ....	56



## 1. INTRODUCCIÓN

---

El objeto de este SEPARATA en relación al PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LÍNEA ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN 220 KV SIMPLE CIRCUITO SE PROMOTORES TAFALLA – SE TAFALLA EN T.M. TAFALLA, es informar al AYUNTAMIENTO DE TAFALLA de las afecciones del citado proyecto con las infraestructuras de su titularidad, así como definir las infraestructuras técnicas, así como características y medidas adoptadas para la instalación de una línea eléctrica aérea de alta tensión 220 kV para la evacuación de la energía producida de los generadores con punto de conexión en la Subestación de REE Tafalla en posición de 220 kV.

Asimismo, el presente documento servirá de base para la tramitación del Expediente de Autorización Administrativa, Aprobación de Proyecto de Ejecución y Declaración de Utilidad Pública, si ha lugar.

## 2. PETICIONARIO

---

El peticionario de la instalación que se proyecta es:

Nombre de la sociedad:	<b>M TORRES DESARROLLOS ENERGETICOS S.L.</b>
CIF	B-31.774.425
Dirección:	Ctra. Pamplona-Huesca km 9 s/n Torres de Elorz (Navarra)
Persona de contacto:	Gorka Arratibel
Teléfono de contacto:	948 317 811
E-mail de contacto:	<a href="mailto:gorka.arratibel@mtorres.com">gorka.arratibel@mtorres.com</a> <a href="mailto:jimena.rip@mtorres.com">jimena.rip@mtorres.com</a>



Las empresas promotoras de la línea son:

Nombre de la sociedad: **ABETO NEW ENERGY S.L.**

CIF B-88.238.381

Dirección: Paseo del Club Deportivo 1, Edificio 06 A, 1ª Planta  
Parque empresarial La Finca  
Somosaguas, Pozuelo de Alarcón (Madrid)

Persona de contacto: Marco Antonio Macías Rodríguez

Teléfono de contacto: 619 054 889

E-mail de contacto: [mamacias@progressum.es](mailto:mamacias@progressum.es) / Con copia  
[lcalderon@progressum.es](mailto:lcalderon@progressum.es)

Nombre de la sociedad: **M. TORRES DESARROLLOS ENERGETICOS, S.L.**

CIF B-31.774.425

Dirección: Ctra. Pamplona-Huesca km 9 s/n Torres de Elorz  
(Navarra)

Persona de contacto: Gorka Arratibel

Teléfono de contacto: 948 317 811

E-mail de contacto: [gorka.arratibel@mtorres.com](mailto:gorka.arratibel@mtorres.com) / Con copia  
[jimena.ripa@mtorres.com](mailto:jimena.ripa@mtorres.com)

### 3. REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES

---

En la redacción del presente proyecto, así como en la ejecución de las instalaciones que conlleva, se tendrán en cuenta las siguientes normas y reglamentos:

- Real Decreto 1.955/2.000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimiento de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Ley 40/1994, de 30 de diciembre, de ordenación del Sistema Eléctrico Nacional.
- 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.
- Orden de 10 de marzo de 2000, modificando ITC MIE RAT en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- 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.
- Recomendaciones UNESA.
- Normalización Nacional. Normas UNE y especificaciones técnicas de obligado cumplimiento según la Instrucción Técnica Complementaria ITC-LAT 02.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1997 sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.



- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.
- Decreto Foral 129/1991, de 4 Abril, Por El Que Se Establecen Normas De Carácter Técnico Para Las Instalaciones Eléctricas Con Objeto De Proteger A La Avifauna
- Real Decreto 187/2016, 6 de mayo, por el que se regulan las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.

### 3.1. CUMPLIMIENTO DE LA ITC-LAT 02

Se declara para el presente proyecto, de obligado cumplimiento las siguientes normas y especificaciones técnicas:

#### **GENERALES:**

UNE 20324:1993 Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).

UNE 20324/1 M:2000 Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).

UNE 20324:2004 ERRATUM Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).

UNE 21308-1:1994 Ensayos en alta tensión. Parte 1: definiciones y prescripciones generales relativas a los ensayos.

UNE-EN 50102:1996 Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).

UNE-EN 50102 CORR:2002 Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).

UNE-EN 50102/A1:1999 Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).

UNE-EN 50102/A1 CORR:2002 Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).

UNE-EN 60060- 2:1997 Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida.



UNE-EN 60060- 2/A11:1999 Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida.

UNE-EN 60060- 3:2006 Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 3: Definiciones y requisitos para ensayos in situ.

UNE-EN 60060-3 CORR.:2007 Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 3: Definiciones y requisitos para ensayos in situ.

UNE-EN 60071- 1:2006 Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas.

UNE-EN 60071- 2:1999 Coordinación de aislamiento. Parte 2: Guía de aplicación.

UNE-EN 60270:2002 Técnicas de ensayo en alta tensión. Medidas de las descargas parciales.

UNE-EN 60865- 1:1997 Corrientes de cortocircuito. Parte 1: Definiciones y métodos de cálculo.

UNE-EN 60909- 0:2002 Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 0: Cálculo de corrientes.

UNE-EN 60909- 3:2004 Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 3: Corrientes durante dos cortocircuitos monofónicos a tierra simultáneos y separados y corrientes parciales de cortocircuito circulando a través de tierra

#### **CABLES Y CONDUCTORES:**

UNE 21144-1- 1:1997 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 1: Generalidades.

UNE 21144-1- 1/2M:2002 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 1: Generalidades.

UNE 21144-1- 2:1997 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 2: Factores de pérdidas por corrientes de Foucault en las cubiertas en el caso de dos circuitos en capas.

UNE 21144-1- 3:2003 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 3: Reparto de la intensidad entre cables unipolares dispuestos en paralelo y cálculo de pérdidas por corrientes circulantes.

UNE 21144-2- 1:1997 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.

UNE 21144-2- 1/1M:2002 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica. UNE 21144-2- 1/2M:2007 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.

UNE 21144-2- 2:1997 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 2: Método de cálculo de los coeficientes de reducción de la intensidad admisible para grupos de cables al aire y protegidos de la radiación solar.

UNE 21144-3- 1:1997 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 1: Condiciones de funcionamiento de referencia y selección del tipo de cable.

UNE 21144-3- 2:2000 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 2: Optimización económica de las secciones de los cables eléctricos de potencia.

UNE 21144-3- 3:2007 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 3: Cables que cruzan fuentes de calor externas.

UNE 21192:1992 Cálculo de las intensidades de cortocircuito térmicamente admisibles, teniendo en cuenta los efectos del calentamiento no adiabático.

UNE 207015:2005 Conductores de cobre desnudos cableados para líneas eléctricas aéreas

UNE 211003- 1:2001 Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada de 1 kV ( $U_m = 1,2$  kV) a 3 kV ( $U_m = 3,6$  kV).

UNE 211003- 2:2001 Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada de 6 kV ( $U_m = 7,2$  kV) a 30 kV ( $U_m = 36$  kV).

UNE 211003- 3:2001 Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada superior a 30 kV ( $U_m = 36$  kV).

UNE 211004:2003 Cables de potencia con aislamiento extruido y sus accesorios, de tensión asignada superior a 150 kV ( $U_m = 170$  kV) hasta 500 kV ( $U_m = 550$  kV). Requisitos y métodos de ensayo.

UNE 211004/1M:2007 Cables de potencia con aislamiento extruido y sus accesorios, de tensión asignada superior a 150 kV ( $U_m = 170$  kV) hasta 500 kV ( $U_m = 550$  kV). Requisitos y métodos de



ensayo. UNE 211435:2007 Guía para la elección de cables eléctricos de tensión asignada superior o igual a 0,6/1 kV para circuitos de distribución.

UNE-EN 50182:2002 Conductores para líneas eléctricas aéreas. Conductores de alambres redondos cableados en capas concéntricas.

UNE-EN 50182 CORR.:2005 Conductores para líneas eléctricas aéreas. Conductores de alambres redondos cableados en capas concéntricas.

UNE-EN 50183:2000 Conductores para líneas eléctricas aéreas. Alambres en aleación de aluminio-magnesio silicio.

UNE-EN 50189:2000 Conductores para líneas eléctricas aéreas. Alambres de acero galvanizado.

UNE-EN 50397- 1:2007 Conductores recubiertos para líneas aéreas y sus accesorios para tensiones nominales a partir de 1 kV c.a. hasta 36 kV c.a. Parte 1: Conductores recubiertos.

UNE-EN 60228:2005 Conductores de cables aislados.

UNE-EN 60228 CORR.:2005 Conductores de cables aislados.

UNE-EN 60794- 4:2006 Cables de fibra óptica. Parte 4: Especificación intermedia. Cables ópticos aéreos a lo largo de líneas eléctricas de potencia

UNE-EN 61232:1996 Alambres de acero recubiertos de aluminio para usos eléctricos.

UNE-EN 61232/A11:2001 Alambres de acero recubiertos de aluminio para usos eléctricos.

UNE-HD 620-5-E1:2007 Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 5: Cables unipolares y unipolares reunidos, con aislamiento de XLPE. Sección E-1: Cables con cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 5E-1, 5E-4 y 5E-5). UNE-HD 620-5-E2:1996 Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 5: Cables unipolares y unipolares reunidos, con aislamiento de XLPE. Sección E-2: Cables reunidos en haz con fiador de acero para distribución aérea y servicio MT (tipo 5E-3).

UNE-HD 620-7-E1:2007 Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 7: Cables unipolares y unipolares reunidos, con aislamiento de EPR. Sección E-1: Cables con cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 7E-1, 7E-4 y 7E-5).

UNE-HD 620-7-E2:1996 Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 7: Cables unipolares y unipolares



reunidos, con aislamiento de EPR. Sección E-2: Cables reunidos en haz con fiador de acero para distribución aérea y servicio MT (tipo 7E-2).

UNE-HD 620-9- E:2007 Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 9: Cables unipolares y unipolares reunidos, con aislamiento de HEPR. Sección E: Cables con aislamiento de HEPR y cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 9E-1, 9E-4 y 9E-5).

UNE-HD 632- 3A:1999 Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensión asignada desde 36 kV ( $U_m = 42$  kV) hasta 150 kV ( $U_m = 170$  kV). Parte 3: Prescripciones de ensayo para cables con aislamiento de XLPE y pantalla metálica y sus accesorios. Sección A: Cables con aislamiento de XLPE y pantalla metálica y sus accesorios (lista de ensayos 3A).

UNE-HD 632- 5A:1999 Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensión asignada desde 36 kV ( $U_m = 42$  kV) hasta 150 kV ( $U_m = 170$  kV). Parte 5: Prescripciones de ensayo para cables con aislamiento de XLPE y cubierta metálica y sus accesorios. Sección A: Cables con aislamiento de XLPE y cubierta metálica y sus accesorios (lista de ensayos 5A).

UNE-HD 632- 6A:1999 Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensión asignada desde 36 kV ( $U_m = 42$  kV) hasta 150 kV ( $U_m = 170$  kV). Parte 6: Prescripciones de ensayo para cables con aislamiento de EPR y pantalla metálica y sus accesorios. Sección A: Cables con aislamiento de EPR y pantalla metálica y sus accesorios (lista de ensayos 6A).

UNE-HD 632- 8A:1999 Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensión asignada desde 36 kV ( $U_m = 42$  kV) hasta 150 kV ( $U_m = 170$  kV). Parte 8: Prescripciones de ensayo para cables con aislamiento de EPR y cubierta metálica y sus accesorios. Sección A: Cables con aislamiento de EPR y cubierta metálica y sus accesorios (lista de ensayos 8A).

PNE 211632-4A Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensión asignada desde 36 kV ( $U_m = 42$  kV) hasta 150 kV ( $U_m = 170$  kV). Parte 4: Cables con aislamiento de HEPR y cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 1, 2 y 3).

PNE 211632-6A Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensión asignada desde 36 kV ( $U_m = 42$  kV) hasta 150 kV ( $U_m = 170$  kV). Parte 6: Cables con aislamiento de XLPE y cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 1, 2 y 3).

#### **ACCESORIOS PARA CABLES:**

UNE 21021:1983 Piezas de conexión para líneas eléctricas hasta 72,5 kV.



UNE-EN 61442:2005 Métodos de ensayo para accesorios de cables eléctricos de tensión asignada de 6 kV ( $U_m = 7,2$  kV) a 36 kV ( $U_m = 42$  kV)

UNE-EN 61854:1999 Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para separadores.

UNE-EN 61897:2000 Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para amortiguadores de vibraciones eólicas tipo Stockbridge

UNE-EN 61238- 1:2006 Conectores mecánicos y de compresión para cables de energía de tensiones asignadas hasta 36 kV ( $U_m = 42$  kV). Parte 1: Métodos de ensayo y requisitos.

UNE-HD 629- 1:1998 Prescripciones de ensayo para accesorios de utilización en cables de energía de tensión asignada de 3,6/6(7,2) kV hasta 20,8/36(42) kV. Parte 1: Cables con aislamiento seco.

UNE-HD 629- 1/A1:2002 Prescripciones de ensayo para accesorios de utilización en cables de energía de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 1: Cables con aislamiento seco.

#### **APOYOS Y HERRAJES:**

UNE 21004:1953 Crucetas de madera para líneas eléctricas.

UNE 21092:1973 Ensayo de flexión estática de postes de madera.

UNE 21094:1983 Impregnación con creosota a presión de los postes de madera de pino. Sistema Rüping.

UNE 21097:1972 Preservación de los postes de madera. Condiciones de la creosota.

UNE 21151:1986 Preservación de postes de madera. Condiciones de las sales preservantes más usuales.

UNE 21152:1986 Impregnación con sales a presión de los postes de madera de pino. Sistema por vacío y presión.

UNE 37507:1988 Recubrimientos galvanizados en caliente de tornillería y otros elementos de fijación.

UNE 207009:2002 Herrajes y elementos de fijación y empalme para líneas eléctricas aéreas de alta tensión.

UNE 207016:2007 Postes de hormigón tipo HV y HVH para líneas eléctricas aéreas.

UNE 207017:2005 Apoyos metálicos de celosía para líneas eléctricas aéreas de distribución.



UNE 207018:2006 Apoyos de chapa metálica para líneas eléctricas aéreas de distribución.

UNE-EN 12465:2002 Postes de madera para líneas aéreas. Requisitos de durabilidad.

UNE-EN 60652:2004 Ensayos mecánicos de estructuras para líneas eléctricas aéreas.

UNE-EN 61284:1999 Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para herrajes.

UNE-EN ISO 1461:1999 Recubrimientos galvanizados en caliente sobre productos acabados de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo.

**APARAMENTA:**

UNE 21120-2:1998 Fusibles de alta tensión. Parte 2: Cortacircuitos de expulsión.

UNE-EN 60265-1:1999 Interruptores de alta tensión. Parte 1: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.

UNE-EN 60265-1 CORR:2005 Interruptores de alta tensión. Parte 1: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.

UNE-EN 60265-2:1994 Interruptores de alta tensión. Parte 2: interruptores de alta tensión para tensiones asignadas iguales o superiores a 52 kV

UNE-EN 60265- 2/A1:1997 Interruptores de alta tensión. Parte 2: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas iguales o superiores a 52 kV.

UNE-EN 60265- 2/A2:1999 Interruptores de alta tensión. Parte 2: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas iguales o superiores a 52 kV.

UNE-EN 60282-1:2007 Fusibles de alta tensión. Parte 1: Fusibles limitadores de corriente

UNE-EN 62271- 100:2003 Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna para alta tensión.

UNE-EN 62271- 100/A1:2004 Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna para alta tensión.

UNE-EN 62271- 100/A2:2007 Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna para alta tensión.

UNE-EN 62271- 102:2005 Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.

**AISLADORES:**

UNE 21009:1989 Medidas de los acoplamientos para rótula y alojamiento de rotula de los elementos de cadenas de aisladores

UNE 21128:1980 Dimensiones de los acoplamientos con horquilla y lengüeta de los elementos de las cadenas de aisladores.

UNE 21128/1 M:2000 Dimensiones de los acoplamientos con horquilla y lengüeta de los elementos de las cadenas de aisladores.

UNE 21909:1995 Aisladores compuestos destinados a las líneas aéreas de corriente alterna de tensión nominal superior a 1.000 V. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.

UNE 21909/1 M:1998 Aisladores compuestos destinados a las líneas aéreas de corriente alterna de tensión nominal superior a 1.000 V. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.

UNE 207002:1999 IN Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1.000 V. Ensayos de arco de potencia en corriente alterna de cadenas de aisladores equipadas.

UNE-EN 60305:1998 Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Elementos de las cadenas de aisladores de material cerámico o de vidrio para sistemas de corriente alterna. Características de los elementos de las cadenas de aisladores tipo caperuza y vástago.

UNE-EN 60372:2004 Dispositivos de enclavamiento para las uniones entre los elementos de las cadenas de aisladores mediante rótula y alojamiento de rótula. Dimensiones y ensayos.

UNE-EN 60383- 1:1997 Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 1: Elementos de aisladores de cadena de cerámica o de vidrio para sistemas de corriente alterna. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.

UNE-EN 60383- 1/A11:2000 Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 1: Elementos de aisladores de cadena de cerámica o de vidrio para sistemas de corriente alterna. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.

UNE-EN 60383- 2:1997 Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1.000 V. Parte 2: Cadenas de aisladores y cadenas de aisladores equipadas para sistemas de corriente alterna. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.



UNE-EN 60433:1999 Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Aisladores de cerámica para sistemas de corriente alterna. Características de los elementos de cadenas de aisladores de tipo bastón

UNE-EN 61211:2005 Aisladores de material cerámico o vidrio para líneas aéreas con tensión nominal superior a 1000V. Ensayos de perforación con impulsos en aire.

UNE-EN 61325:1997 Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1.000 V. Elementos aisladores de cerámica o de vidrio para sistemas de corriente continua. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.

UNE-EN 61466- 1:1998 Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 1: Clases mecánicas y acoplamientos de extremos normalizados.

UNE-EN 61466- 2:1999

Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 2: Características dimensionales y eléctricas

UNE-EN 61466- 2/A1:2003 Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 2: Características dimensionales y eléctricas.

UNE-EN 62217:2007 Aisladores poliméricos para uso interior y exterior con una tensión nominal superior a 1000V. Definiciones generales, métodos de ensayo y criterios de aceptación.

#### **PARARRAYOS:**

UNE 21087-3:1995 Pararrayos. Parte 3: ensayos de contaminación artificial de los pararrayos.

UNE-EN 60099-1:1996 Pararrayos. Parte 1: Pararrayos de resistencia variable con explosores para redes de corriente alterna.

UNE-EN 60099- 1/A1:2001 Pararrayos. Parte 1: Pararrayos de resistencia variable con explosores para redes de corriente alterna.

UNE-EN 60099-4:2005 Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.

UNE-EN 60099- 4/A1:2007 Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.

UNE-EN 60099-5:2000 Pararrayos. Parte 5: Recomendaciones para la selección y utilización.

UNE-EN 60099- 5/A1:2001 Pararrayos. Parte 5: Recomendaciones para la selección y utilización.

### 3.2. CUMPLIMIENTO DE LA ITC-RAT 02

Se declara para el presente proyecto, de obligado cumplimiento las siguientes normas y especificaciones técnicas:

#### **GENERALES:**

UNE-EN 60060-1:2012	Técnicas de ensayo de alta tensión. Parte 1: Definiciones generales y requisitos de ensayo.
UNE-EN 60060-2:2012	Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida.
UNE-EN 60071-1:2006	Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas.
UNE-EN 60071-1/A1:2010	Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas.
UNE-EN 60071-2:1999	Coordinación de aislamiento. Parte 2: Guía de aplicación.
UNE-EN 60027-1:2009	Símbolos literales utilizados en electrotecnia. Parte 1: Generalidades.
UNE-EN 60027-1:2009/A2:2009	Símbolos literales utilizados en electrotecnia. Parte 1: Generalidades.
UNE-EN 60027-4:2011	Símbolos literales utilizados en electrotécnica. Parte 4: Máquinas eléctricas rotativas.
UNE-EN 60617-2:1997	Símbolos gráficos para esquemas. Parte 2: Elementos de símbolos, símbolos distintivos y otros símbolos de aplicación general.
UNE-EN 60617-3:1997	Símbolos gráficos para esquemas. Parte 3: Conductores y dispositivos de conexión.
UNE-EN 60617-6:1997	Símbolos gráficos para esquemas. Parte 6: Producción, transformación y conversión de la energía eléctrica.
UNE-EN 60617-7:1997	Símbolos gráficos para esquemas. Parte 7: Aparatación y dispositivos de control y protección.
UNE-EN 60617-8:1997	Símbolos gráficos para esquemas. Parte 8: Aparatos de medida, lámparas y dispositivos de señalización.
UNE 207020:2012 IN	Procedimiento para garantizar la protección de la salud y la seguridad de las personas en instalaciones eléctricas de ensayo y de medida de alta tensión.

#### **AISLADORES Y PASATAPAS:**

UNE-EN 60168:1997	Ensayos de aisladores de apoyo, para interior y exterior, de cerámica o de vidrio, para instalaciones de tensión nominal superior a 1000 V.
UNE-EN 60168/A1:1999	Ensayos de aisladores de apoyo, para interior y exterior, de cerámica o de vidrio, para instalaciones de tensión nominal superior a 1 kV.
UNE-EN 60168/A2:2001	Ensayos de aisladores de apoyo, para interior y exterior, de cerámica o de vidrio, para instalaciones de tensión nominal superior a 1 kV.
UNE 21110-2:1996	Características de los aisladores de apoyo de interior y de exterior para instalaciones de tensión nominal superior a 1000 V.
UNE 21110-2 ERRATUM:1997	Características de los aisladores de apoyo de interior y de exterior para instalaciones de tensión nominal superior a 1000 V.
UNE-EN 60137:2011	Aisladores pasantes para tensiones alternas superiores a 1000 V.
UNE-EN 60507:1995	Ensayos de contaminación artificial de aisladores para alta tensión destinados a redes de corriente alterna.

#### **APARAMENTA:**

UNE-EN 62271-1:2009	Aparamenta de alta tensión. Parte 1: Especificaciones comunes.
UNE-EN 62271-1/A1:2011	Aparamenta de alta tensión. Parte 1: Especificaciones comunes.
UNE-EN 60439-5:2007	Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 5: Requisitos particulares para los conjuntos de aparamenta para redes de distribución públicas. (Esta norma dejará de aplicarse el 3 de enero de 2016).
UNE-EN 61439-5:2011	Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 5: Conjuntos de aparamenta para redes de distribución pública

#### **SECCIONADORES:**

UNE-EN 62271-102:2005	Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
UNE-EN 62271-102:2005 ERR:2011	Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
UNE-EN 62271-102:2005/A1:2012	Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
UNE-EN 62271-102:2005/A2:2013	Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.

#### **INTERRUPTORES, CONTACTORES E INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS:**

UNE-EN 60265-1:1999	Interruptores de alta tensión. Parte 1: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.
---------------------	--

UNE-EN CORR:2005	60265-1	Interruptores de alta tensión. Parte 1: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV. (Esta norma dejará de aplicarse el 21 de julio de 2014).
UNE-EN 103:2012	62271-	Aparamenta de alta tensión. Parte 103: Interruptores para tensiones asignadas superiores a 1kV e inferiores o iguales a 52 kV.
UNE-EN 104:2010	62271-	Aparamenta de alta tensión. Parte 104: Interruptores de corriente alterna para tensiones asignadas iguales o superiores a 52 kV.
UNE-EN 60470:2001		Contactores de corriente alterna para alta tensión y arrancadores de motores con contactores. (Esta norma dejará de aplicarse el 29 de septiembre de 2014).
UNE-EN 106:2012	62271-	Aparamenta de alta tensión. Parte 106: Contactores, controladores y arrancadores de motor con contactores, de corriente alterna.
UNE-EN 100:2011	62271-	Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna.

**APARAMENTA BAJO ENVOLVENTE METÁLICA O AISLANTE:**

UNE-EN 200:2005	62271-	Aparamenta de alta tensión. Parte 200: Aparamenta bajo envolvente metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV. (Esta norma dejará de aplicarse el 29 de noviembre de 2014).
UNE-EN 200:2012	62271-	Aparamenta de alta tensión. Parte 200: Aparamenta bajo envolvente metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
UNE-EN 201:2007	62271-	Aparamenta de alta tensión. Parte 201: Aparamenta bajo envolvente aislante de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
UNE-EN 203:2005	62271-	Aparamenta de alta tensión. Parte 203: Aparamenta bajo envolvente metálica con aislamiento gaseoso para tensiones asignadas superiores a 52 kV. (Esta norma dejará de aplicarse el 13 de octubre de 2014).
UNE-EN 203:2013	62271-	Aparamenta de alta tensión. Parte 203: Aparamenta bajo envolvente metálica con aislamiento gaseoso para tensiones asignadas superiores a 52 kV.
UNE 20324:1993		Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
UNE ERRATUM:2004	20324	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
UNE 20324/1M:2000		Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
UNE-EN 50102:1996		Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).

UNE-EN CORR:2002	50102	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
UNE-EN 50102/A1:1999		Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
UNE-EN CORR:2002	50102/A1	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).

**TRANSFORMADORES DE POTENCIA:**

UNE-EN 1:1998	60076-	Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades.
UNE-EN 1/A1:2001	60076-	Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades.
UNE-EN 1/A12:2002	60076-	Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades. (Esta norma dejará de aplicarse el 25 de mayo de 2014).
UNE-EN 1:2013	60076-	Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades.
UNE-EN 2:2013	60076-	Transformadores de potencia. Parte 2: Calentamiento de transformadores sumergidos en líquido.
UNE-EN 3:2002	60076-	Transformadores de potencia. Parte 3: Niveles de aislamiento, ensayos dieléctricos y distancias de aislamiento en el aire.
UNE-EN ERRATUM:2006	60076-3	Transformadores de potencia. Parte 3: Niveles de aislamiento, ensayos dieléctricos y distancias de aislamiento en el aire.
UNE-EN 5:2008	60076-	Transformadores de potencia. Parte 5: Aptitud para soportar cortocircuitos.
UNE-EN 11:2005	60076-	Transformadores de potencia. Parte 11: Transformadores de tipo seco.
UNE-EN 1:2010	50464-	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales.
UNE-EN 1:2010/A1:2013	50464-	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2 500 kVA con tensión más elevada para el material hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales.
UNE	21428-1:2011	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Complemento nacional.
UNE 1:2011	21428-1-	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Requisitos para transformadores multitensión en alta tensión.

UNE	21428-1-2:2011	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Requisitos para transformadores bitensión en baja tensión.
UNE-EN	50464-2-1:2010	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 2-1: Transformadores de distribución con cajas de cables en el lado de alta y/o baja tensión. Requisitos generales.
UNE-EN	50464-2-2:2010	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 2-2: Transformadores de distribución con cajas de cables en el lado de alta y/o baja tensión. Cajas de cables Tipo 1 para uso en transformadores de distribución que cumplan los requisitos de la norma EN 50464-2-1.
UNE-EN	50464-2-3:2010	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 2-3: Transformadores de distribución con cajas de cables en el lado de alta y/o baja tensión. Cajas de cables Tipo 2 para uso en transformadores de distribución que cumplan los requisitos de la norma EN 50464-2-1.
UNE-EN	50464-3:2010	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 3: Determinación de la potencia asignada de transformadores con corrientes no sinusoidales.
UNE-EN	50541-1:2012	Transformadores trifásicos de distribución tipo seco 50 Hz, de 100 kVA a 3150 kVA, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales.
UNE-EN	21538-1:2013	Transformadores trifásicos de distribución tipo seco 50 Hz, de 100 kVA a 3 150 kVA, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Complemento nacional.
UNE	21538-3:1997	Transformadores trifásicos tipo seco, para distribución en baja tensión, de 100 a 2 500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 3: Determinación de las características de potencia de un transformador cargado con corrientes no sinusoidales.

**CENTROS DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADOS:**

UNE-EN	62271-202:2007	Aparamenta de alta tensión. Parte 202: Centros de transformación prefabricados de alta tensión/baja tensión.
UNE	50532:2011	EN Conjuntos compactos de aparamenta para centros de transformación (CEADS).

### **TRANSFORMADORES DE MEDIDA Y PROTECCIÓN:**

UNE-EN 50482:2009		Transformadores de medida. Transformadores de tensión inductivos trifásicos con Um hasta 52 kV.
UNE-EN 1:2000	60044-	Transformadores de medida. Parte 1: Transformadores de intensidad.
UNE-EN 1/A1:2001	60044-	Transformadores de medida. Parte 1: Transformadores de intensidad.
UNE-EN 1/A2:2004	60044-	Transformadores de medida. Parte 1: Transformadores de intensidad. (Esta norma dejará de aplicarse el 23 de octubre de 2015).
UNE-EN 1:2010	61869-	Transformadores de medida. Parte 1: Requisitos generales.
UNE-EN 2:2013	61869-	Transformadores de medida. Parte 2: Requisitos adicionales para los transformadores de intensidad.
UNE-EN 5:2005	60044-	Transformadores de medida. Parte 5: Transformadores de tensión capacitivos. (Esta norma dejará de aplicarse el 17 de agosto de 2014).
UNE-EN 5:2012	61869-	Transformadores de medida. Parte 5: Requisitos adicionales para los transformadores de tensión capacitivos.
UNE-EN 2:1999	60044-	Transformadores de medida. Parte 2: Transformadores de tensión inductivos.
UNE-EN 2/A1:2001	60044-	Transformadores de medida. Parte 2: Transformadores de tensión inductivos.
UNE-EN 2/A2:2004	60044-	Transformadores de medida. Parte 2: Transformadores de tensión inductivos. (Esta norma dejará de aplicarse el 17 de agosto de 2014).
UNE-EN 3:2012	61869-	Transformadores de medida. Parte 3: Requisitos adicionales para los transformadores de tensión inductivos.
UNE-EN 3:2004	60044-	Transformadores de medida. Parte 3: Transformadores combinados.

### **PARARRAYOS:**

UNE-EN 60099-1:1996		Pararrayos. Parte 1: Pararrayos de resistencia variable con explosores para redes de corriente alterna.
UNE-EN 1/A1:2001	60099-	Pararrayos. Parte 1: Pararrayos de resistencia variable con explosores para redes de corriente alterna.
UNE-EN 60099-4:2005		Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.
UNE-EN 4:2005/A2:2010	60099-	Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.

UNE-EN 4:2005/A1:2007 60099- Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.

**FUSIBLES DE ALTA TENSIÓN:**

UNE-EN 60282-1:2011 Fusibles de alta tensión. Parte 1: Fusibles limitadores de corriente.

UNE 21120-2:1998 Fusibles de alta tensión. Parte 2: Cortacircuitos de expulsión.

**CABLES Y ACCESORIOS DE CONEXIÓN DE CABLES:**

UNE 211605:2013 Ensayo de envejecimiento climático de materiales de revestimiento de cables.

UNE-EN 60332-1-2:2005 Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 1-2: Ensayo de resistencia a la propagación vertical de la llama para un conductor individual aislado o cable. Procedimiento para llama premezclada de 1 kW.

UNE-EN 60228:2005 Conductores de cables aislados.

UNE 211002:2012 Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V con aislamiento termoplástico. Cables unipolares, no propagadores del incendio, con aislamiento termoplástico libre de halógenos, para instalaciones fijas.

UNE 21027-9:2007/1C:2009 Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V, con aislamiento reticulado. Parte 9: Cables unipolares sin cubierta libres de halógenos para instalación fija, con baja emisión de humos. Cables no propagadores del incendio.

UNE 211006:2010 Ensayos previos a la puesta en servicio de sistemas de cables eléctricos de alta tensión en corriente alterna.

UNE 211620:2012 Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido y pantalla de tubo de aluminio de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV.

UNE 211027:2013 Accesorios de conexión. Empalmes y terminaciones para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36 kV).

UNE 211028:2013 Accesorios de conexión. Conectores separables apantallados enchufables y atornillables para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36 kV).

## 4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA

---

La línea objeto del presente proyecto tiene como principales características las siguientes:

- Sistema Corriente alterna trifásica
- Frecuencia 50 Hz
- Tensión nominal 220 kV
- Tensión más elevada 245 kV
- Origen de la línea de alta tensión SE PROMOTORES TAFALLA
- Final de la línea de alta tensión SE TAFALLA
- Categoría Especial
- Longitud 249,64 metros
- Número de circuitos 1
- Tipo de conductor LA-455 (402-AL1/52-ST1A)
- Número de conductores por fase 1 (SIMPLEX)
- Temperatura máxima conductor 85 °C
- Potencia máxima admisible por circuito 306,2 MVA
- Zona A
- Tipo de aislamiento Tipo Polimérico
- Tipo de apoyos y material Apoyos metálicos de celosía Ac. Galv.
- Número de apoyos nuevos a instalar 2
- Cimentaciones Zapatas individuales
- Puestas a tierra Anillos cerrados de acero descaburado
- Tipo de cable compuesto tierra-óptico OPGW48

## 5. ORGANISMOS AFECTADOS

---

### AYUNTAMIENTO DE TAFALLA

Toda la línea

### RED ELÉCTRICA ESPAÑOLA

Subestación Tafalla 220 kV

Cruce con línea aérea 220 kV D/C en el vano 1-2.

## 6. DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO DE LA LÍNEA

---

La línea eléctrica objeto del presente proyecto tiene su origen en la Subestación PROMOTORES TAFALLA desde donde vuela con un vano flojo (de 28,20 m) hasta el apoyo nº 1 (pórtico), desde donde, a través de un segundo pórtico (vano de 153,04 m), se llegará a la posición de 220 kV de la Subestación TAFALLA de REE desde el apoyo 2 mediante un vano flojo (68,40 m), en el término municipal de Tafalla, en la provincia de Navarra.

La longitud total de la línea es de 249,64 metros, discurriendo todo el trazado por el término municipal de Tafalla, Navarra.

La línea discurre por las siguientes parcelas catastrales:

Polígono	Parcela	Término Municipal	Ref. Catastral
6	242	TAFALLA	310000000002195370PH
6	186	TAFALLA	310000000002261871AU
6	244	TAFALLA	310000000002195372SK

## 7. DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES

---

### 7.1. CONDUCTOR

El conductor elegido es de tipo Aluminio-Acero, según la norma UNE-50182, tiene las siguientes características:

- Denominación: LA-455 (402-AL1/52-ST1A)
- Sección total (mm<sup>2</sup>): 454,5
- Diámetro total (mm): 27,72
- Número de hilos de aluminio: 54
- Número de hilos de acero: 7
- Carga de rotura (kg): 12.409,65
- Resistencia eléctrica a 20 °C (Ohm/km): 0,0596
- Peso (kg/m): 1,832
- Coeficiente de dilatación (°C): 1,93E-5
- Módulo de elasticidad (kg/mm): 7.000
- Densidad de corriente (A/mm<sup>2</sup>): 1,75

Tense máximo (Zona A): 2.579 kg - EDS (En zona A): 20%

## 7.2. CONDUCTOR DE PROTECCIÓN

El conductor de protección elegido es el siguiente:

- Denominación: OPGW-48
- Diámetro (mm): 17
- Peso (kg/m): 0,624
- Sección (mm<sup>2</sup>): 180
- Coeficiente de dilatación (°C): 1,5E-5
- Módulo de elasticidad (kg/mm<sup>2</sup>): 12.000
- Carga de rotura (kg): 8.000

Tense máximo (Zona A): 1.800 kg - EDS (En zona A): 15%

Se instalarán dos circuitos para la comunicación con Red Eléctrica Española.

## 7.3. APOYOS

A continuación, se indican coordenadas U.T.M. aproximadas de ubicación de los apoyos proyectados en la Línea.

COORDENADAS UTM. (ETRS-89 H30)			
Poste Nº	X	Y	Observaciones
<b>Pórtico</b>	607938.56	4706383.97	FL
<b>1</b>	607956.62	4706401.53	AN-ANG
<b>2</b>	608043.97	4706275.87	AN-ANG
<b>Pórtico</b>	608109.04	4706296.99	EXIST



La mayor cota del terreno se encuentra en las inmediaciones del primer pórtico, el cual alcanza una cota de 413,81 m. Por tanto, y según el Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión (R.D. 223/2008), se deberá considerar a efectos de cálculo la zona A.

Los apoyos a utilizar en la construcción de la Línea Aérea en proyecto serán pórticos formados por dos apoyos del tipo metálico de celosía diseñados para la instalación de 1 circuito de 220 kV y dos cúpulas para la instalación del cable de tierra.

Los materiales para perfiles de acero deberán cumplir la norma UNE-EN 10025.

Asimismo, los perfiles, cuya anchura mínima será de 40 mm, y el resto de componentes tales como presillas, casquillos y placas base, etc., deben haber sido fabricados de acuerdo a la norma UNE-EN 10056 con acero AE 275-B (S 275 JR) o AE 355-B (S 355 J0) de límite elástico  $R = 275$  o  $355 \text{ N/mm}^2$  respectivamente.

Los tornillos empleados serán del tipo M-14 o superior y de calidad mínima de 5.6 garantizada. La composición de la materia prima, la designación y las propiedades mecánicas cumplen la norma UNE 17115:2010. Asimismo, se ajustarán a lo prescrito en dicha norma las dimensiones de los tornillos, las longitudes de apriete, la correspondiente arandela y las tuercas hexagonales. Para determinar el número y diámetro de los tornillos a emplear en cada unión se usarán las fórmulas adecuadas a la sollicitación a que estén sometidas las barras.

#### 7.4. CIMENTACIONES

Para una eficaz estabilidad de los apoyos, éstos se encastrarán en el suelo en bloques de hormigón u hormigón armado, calculados de acuerdo con la resistencia mecánica del mismo.

#### 7.4.1. JUSTIFICACIÓN GEOTÉCNICA

La cimentación se ha proyectado con dimensiones según plano de cimentación.

Tras una visita a campo con anterioridad, se ha realizado una prueba a la profundidad de la cimentación comprobando que no se han encontrado sales ni agua que pudiera afectar a la cimentación.

Con independencia de lo anterior, la cimentación no se considera definitiva hasta una vez hechas las excavaciones correspondientes, en cuyo momento, el Ingeniero Director comprobará que la naturaleza del terreno coincide con lo previsto en el Proyecto; en caso contrario tomará las medidas que considere aconsejables.

#### 7.4.2. CIMENTACIONES MONOBLOQUE:

Las cimentaciones de las torres constituidas por monobloques de hormigón se calculan al vuelco según el método suizo de Sulzberger.

- El momento de vuelco será:

- $$M_v = F \cdot \left( h + \frac{2}{3} \cdot t \right) + F_v \cdot \left( h_t / 2 + 2/3 \cdot t \right)$$

- F = Esfuerzo nominal del apoyo en kg
- h = Altura de aplicación del esfuerzo nominal en m.
- t = Profundidad de la cimentación en m.
- Fv = Esfuerzo del viento sobre la estructura en kg.
- ht = Altura total del apoyo en m.
- Por otra parte, el momento resistente al vuelco es:

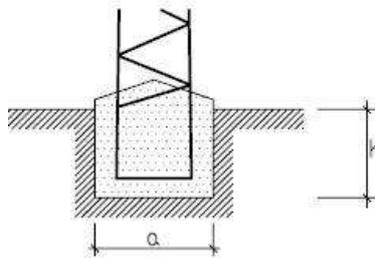
- $$M_r = M_1 + M_2$$

Donde:  $M_1 = 139 \cdot K \cdot a \cdot t^4$ ;  $M_2 = 880 \cdot a^3 \cdot t + 0,4 \cdot p \cdot a$  ;

- Siendo:
  - M1 = Momento debido al empotramiento lateral del terreno.
  - M2 = Momento debido a las cargas verticales.
  - K = Coeficiente de compresibilidad del terreno a 2 metros de profundidad (kg/cm<sup>2</sup> x cm)
  - a = Anchura de la cimentación en metros.
  - p = Peso de la torre y herrajes en kg.

Estas cimentaciones deben su estabilidad fundamentalmente a las reacciones horizontales del terreno, por lo que teniendo en cuenta el apartado 3.6.1 de la ITC07 del R.L.A.T., debe cumplirse que:

$$M_1 + M_2 \geq M_v$$



*Cimentación monobloque*

#### 7.4.3. CIMENTACIONES DE CUATRO PATAS

Las cimentaciones de las torres de patas separadas están constituidas por cuatro bloques de hormigón de sección cuadrada o circular. Cada uno de estos bloques se calcula para resistir el esfuerzo de arrancamiento y distribuir el de compresión en el terreno.

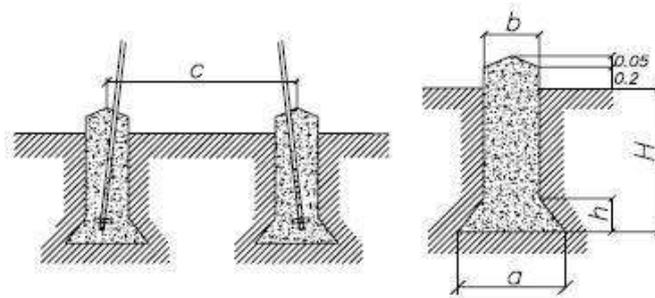
Cuando la pata transmita un esfuerzo de tracción ( $F_t$ ), se opondrá a él el peso del propio macizo de hormigón ( $P_h$ ) más el del cono de tierras arrancadas ( $P_c$ ) con un coeficiente de seguridad de 1,5:

$$(P_c + P_h) / F_t \geq 1,5$$

Cuando el esfuerzo sea de compresión ( $F_c$ ), la presión ejercida por éste más el peso del bloque de hormigón sobre el fondo de la cimentación (de área  $A$ ) deberá ser menor que la presión máxima admisible del terreno ( $\sigma$ ):

$$(F_c + P_h) / A \leq \sigma$$

Las dimensiones de las cimentaciones a realizar en cada uno de los apoyos, incluidos los volúmenes de excavación y hormigonado, se especifican en la selección de apoyos.



*Cimentación tetrabloque cuadrada o circular con cueva*

## 7.5. DESCRIPCIÓN DE LAS CADENAS DE LOS CONDUCTORES

Las cadenas que componen cada apoyo, y que sostienen al conductor están formadas por diferentes componentes, como son los aisladores y herrajes. Veamos las características de todos los elementos que las componen, y una descripción de las cadenas según los diferentes apoyos:

Se utilizarán aisladores que superen las tensiones reglamentarias de ensayo tanto a onda de choque tipo rayo como a frecuencia industrial, fijadas en el artículo 4.4 de la ITC07 del R.L.A.T.

### 7.5.1. CADENA DE SUSPENSIÓN (“SIMPLES.”)

No hay apoyos de suspensión.

## 7.5.2. CADENA DE AMARRE (“SIMPLES”)

La configuración elegida es de cadenas simples.

- El aislador elegido, y sus características, es:

- Tipo:	COMP-220-160-2380
- Material:	Polimérico
- Diámetro (mm):	128
- Línea de fuga (mm):	6.578
- Peso (Kg):	7,9
- Carga de rotura (kg):	16.000
- Tensión soportada a frecuencia industrial (kV):	550
- Tensión soportada al impulso de un rayo (kV):	1.050

Veamos las características de los herrajes utilizados para las cadenas de amarre en el proyecto de esta línea:

Nº	Herraje	Tipo	Cantidad	Carga de Rotura (kg)
1	GRILLETE	GNT 20	2	18.000
2	ANILLA BOLA	ABP 20	1	21.500
3	DESCARGADOR SUPERIOR		1	
4	DESCARGADOR INFERIOR		1	
5	ROTULA LARGA	RLP 20/4	1	21.500
6	GRAPA AMARRE	GA-4/T	1	13.500

### *Características de los herrajes*

- Longitud de la cadena de amarre y altura del puente

- Longitud total de la cadena (aisladores + herrajes) (m):	3,00
--	------



- Altura del puente en apoyos de amarre (m):	3,00
- Ángulo de oscilación del puente (º):	20

Debiendo cumplirse:

Carga de rotura del grillete de unión al apoyo 18.000 kg

Carga de rotura de la grapa 13.500 (> 95% C.R.LA-545)

Carga de rotura del resto de la cadena 16.000 kg

Considerando una tracción máxima por conductor 2.385 kg, correspondiente a la hipótesis de tracción máxima con viento a 120 km/h y temperatura -5 °C+V, el coeficiente de seguridad mínimo es de:

$$16.000/2.385 = 5,6 > 2,5$$

Con la grapa de amarre con una carga de rotura de 13.500 kg, la fuerza axil máxima admisible es de 5.400 kg para seguridad normal, y 4.320 kg para seguridad reforzada, valores que no se alcanza en ningún apoyo de la línea.

## 7.6. DESCRIPCIÓN DE CADENAS DEL CONDUCTOR DE PROTECCIÓN

### 7.6.1. CONJUNTOS DE CADENAS DE SUSPENSIÓN Y SUSPENSIÓN-CRUCÉ

En todos los casos de suspensión y suspensión-cruce, se prestará atención a la posición en que queda el grillete recto de cogida al apoyo respecto a la disposición final de la grapa. En caso que haya que efectuar un giro de 90º se realizará con un eslabón plano en lugar del revirado entre el grillete y la grapa. La composición es la siguiente:

- 1 Grillete recto
- 1 Eslabón revirado
- 1 Grapa de suspensión armada
- 1 Conexión sencilla
- Conexión doble



Debiendo cumplirse:

Carga de rotura del grillete y eslabón de unión al apoyo 12.000 kg

Carga de rotura de la grapa 4.535 kg

La carga de rotura mínima de los herrajes es de 12.000 kg.

Considerando un coeficiente de seguridad mínima de 3,125 el vano máximo para esta cadena se determina según:

$$12.000/3,125 = [(0,85 * L)^2 + (0,62 * 4P)^2]^{1/2}$$

Donde L corresponde al vano de viento y P el vano de peso.

Considerando un valor característico de 1,4 para la relación entre el vano de peso y el vano de viento:

$$P = 1,4L$$

El vano máximo que soporta la cadena de suspensión-cruce es de: L=2.676 m, valor muy superior a la longitud de los vanos existentes en la línea.

Con la grapa de suspensión-cruce con una carga de rotura de 4.535 kg, la fuerza axil máxima admisible es de 1.451 kg, valor que no se alcanza en ningún apoyo de la línea.

## 7.6.2. CONJUNTOS DE CADENAS DE AMARRE

En todos los casos de amarre se prestará atención a la posición en que queda el grillete recto de cogida al apoyo respecto a la disposición final del tensor de corredera que deberá quedar en posición vertical. En caso que haya que efectuar un giro de 90º se sustituirá dicho grillete recto por otro revirado.

### **A) Amarre pasante**

Grilletes rectos

2 Grilletes rectos revirados

2 Tensores de corredera

2 Juegos de varillas de refuerzo

2 Retenciones terminales preformadas con guardacabos



1 Conexión sencilla

Carga de rotura del grillete de unión al apoyo 12.000 kg

Carga de rotura resto cadena 9.720 kg

**B) Amarre con bajante**

2 Grilletes rectos

2 Eslabón revirado

2 Tensores de corredera

2 Juegos de varillas de refuerzo

2 Retenciones terminales preformadas con guardacabos

Carga de rotura del grillete de unión al apoyo 12.000 kg

Carga de rotura resto cadena 9.720 kg

**C) Amarre pórtico**

1 Grilletes rectos

1 Eslabón revirado

1 Tensores de corredera

1 Juegos de varillas de refuerzo

1 Retenciones terminales preformadas con guardacabos

Carga de rotura del grillete de unión al apoyo 12.000 kg

Carga de rotura resto cadena 9.720 kg

Para efectuar los bajantes, las posiciones “con bajante” y “pórtico” llevarán, además: conexiones sencillas con soporte de enganche al apoyo.

Su número y tipo habrá de determinarse en cada caso en función de los tipos y alturas de los apoyos.

Las diversas cadenas de herrajes para el cable de tierra están representadas en el documento 4 – Planos.



Considerando una tracción máxima por cable de 1.962 daN, correspondiente a la hipótesis de tracción máxima con viento a 120 km/h y temperatura  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}+V$ , el coeficiente de seguridad mínimo es de:

$$9.720/1962 = 4,95 > 2,5$$

## 8. PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS

---

La puesta a tierra de los apoyos se realizará teniendo en cuenta lo que al respecto se especifica en el apartado 7 de la ITC-LAT 07 del vigente Reglamento de Líneas de Alta Tensión (R.D. 223/08), considerando que la línea dispone de un sistema de desconexión automática, con un tiempo de despeje de la falta inferior a 1 segundo.

### 8.1. CLASIFICACIÓN DE LOS APOYOS SEGÚN SU UBICACIÓN

Para poder identificar los apoyos en los que se debe garantizar los valores admisibles de las tensiones de contacto, se establece la siguiente clasificación de los apoyos según su ubicación:

- **Apoyos NO frecuentados.** Son los situados en lugares que no son de acceso público o donde el acceso de personas es poco frecuente.
- **Apoyos Frecuentados.** Son los situados en lugares de acceso público y donde la presencia de personas ajenas a la instalación eléctrica es frecuente: donde se espere que las personas se queden durante tiempo relativamente largo, algunas horas al día durante varias semanas, o por un tiempo corto pero muchas veces al día.

Básicamente se considerarán apoyos frecuentados los situados en:

- Casco urbano y parques urbanos públicos.
- Zonas próximas a viviendas.
- Polígonos industriales.
- Áreas públicas destinadas al ocio, como parques deportivos, zoológicos, ferias y otras instalaciones análogas.

- Zonas de equipamientos comunitarios, tanto públicos como privados, tales como hipermercados, hospitales, centros de enseñanza, etc.

Desde el punto de vista de la seguridad de las personas, los apoyos frecuentados podrán considerarse exentos del cumplimiento de las tensiones de contacto en los siguientes casos:

- Cuando se aislen los apoyos de tal forma que todas las partes metálicas del apoyo queden fuera del volumen de accesibilidad limitado por una distancia horizontal mínima de 1,25 m, utilizando para ello vallas aislantes.
- Cuando todas las partes metálicas del apoyo queden fuera del volumen de accesibilidad limitado por una distancia horizontal mínima de 1,25 m, debido a agentes externos (orografía del terreno, obstáculos naturales, etc.).
- Cuando el apoyo esté recubierto por placas aislantes o protegido por obra de fábrica de ladrillo hasta una altura de 2,5 m, de forma que se impida la escalada al apoyo.

En estos casos, no obstante, habrá que garantizar que se cumplen las tensiones de paso aplicadas.

A su vez, los apoyos frecuentados se clasifican en dos subtipos:

- **Apoyos frecuentados con calzado (F):** se considerará como resistencias adicionales la resistencia adicional del calzado,  $R_{a1}$ , y la resistencia a tierra en el punto de contacto,  $R_{a2}$ . Se puede emplear como valor de la resistencia del calzado  $1.000 \Omega$ .

$$R_a = R_{a1} + R_{a2} = 1000 + 1,5\rho_S$$

- Estos apoyos serán los apoyos frecuentados situados en lugares donde se puede suponer, razonadamente, que las personas estén calzadas, como pavimentos de carreteras públicas, lugares de aparcamiento, etc.
- **Apoyos frecuentados sin calzado (F.S.C.):** se considerará como resistencia adicional únicamente la resistencia a tierra en el punto de contacto,  $R_{a2}$ . La resistencia adicional del calzado,  $R_{a1}$ , será nula.

$$R_a = R_{a2} = 1,5\rho_S$$

Estos apoyos serán los situados en lugares como jardines, piscinas, camping, áreas recreativas donde las personas puedan estar con los pies desnudos.

Los apoyos que sean diseñados para albergar las botellas terminales de paso aéreo-subterráneo deberán cumplir los mismos requisitos que el resto de los apoyos en función de su ubicación.

Los apoyos que sean diseñados para albergar aparatos de maniobra deberán cumplir los mismos requisitos que los apoyos frecuentados.

A continuación, se indica la clasificación según su ubicación de los apoyos del presente proyecto:

Nº APOYOS	CLASIFICACIÓN
1	NF
2	NF

*Clasificación según ubicación de los apoyos*

## 8.2. SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA

### 8.2.1. APOYOS NO FRECUENTADOS

Puesto que el tiempo de desconexión automática en la línea es inferior a 1s, y según establece el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión en el apartado 7.3.4.3 de la ICT-LAT 07, en el diseño del sistema de puesta a tierra de estos apoyos no será obligatorio garantizar, a un metro de distancia del apoyo, valores de tensión de contacto inferiores a los valores admisibles. No obstante, el valor de la resistencia de puesta a tierra será lo suficientemente bajo para garantizar la actuación de las protecciones.

A tal efecto se podrán utilizar los sistemas que se mencionan a continuación:

- Electrodo de difusión: se dispondrá un electrodo de difusión por apoyo compuesto por picas de cobre, de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro, unidas mediante grapas de fijación y cable de cobre desnudo al montante del apoyo.



- El extremo superior de la pica de tierra quedará, como mínimo, a 0,8 m por debajo de la superficie del terreno. A esta profundidad irán también los cables de conexión entre las picas de tierra y el apoyo.
- Puesta a tierra profunda: Se efectuará una perforación de 85 mm de diámetro y de unos 12 o 14 m. de profundidad. En caso necesario se repetirá esta perforación para obtener la resistencia adecuada, la cual se irá midiendo a medida que avance la perforación.
- Se introducirá una cadena de electrodos, básicamente consistente en:
  - Barra de grafito de 55 mm de diámetro por 1 m.
  - Elementos de conexión del electrodo hasta llegar a la superficie.
  - Relleno con mezcla de grafito polvo.
  - Ánodos de Mg para protección contra corrosión de elementos metálicos enterrados.

### 8.2.2. APOYOS FRECUENTADOS

Se realizará una puesta a tierra en anillo cerrado a una profundidad de 0,80 m alrededor del apoyo, de forma que cada punto del mismo quede distanciado 1 m. como mínimo de las aristas del macizo de cimentación, unido a los montantes del apoyo mediante, como mínimo, dos conexiones.

A este anillo se conectarán como mínimo dos picas de cobre, de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro, de manera que se garantice un valor de tensión de contacto aplicada inferior a los reglamentarios. En caso contrario se adoptará alguna de las tres medidas indicadas en el apartado “Clasificación de apoyos según su ubicación” con el objeto de considerarlos exentos del cumplimiento de las tensiones de contacto.

En todos casos la parte visible del cable de cobre hasta el punto de unión con el montante de la torre se protegerá mediante tubo de PVC rígido y en la unión con la pica enterrada se colocará pasta aislante al objeto de evitar humedad que dañe por oxidación dicha unión.



## 9. AISLAMIENTO EN CONDUCTORES Y SEÑALIZACIÓN. CUMPLIMIENTO DEL R.D. 1432/2008, DE 29 DE AGOSTO DE PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA

---

A continuación, se exponen las medidas a tomar para la prevención de la electrocución y contra la colisión según el R.D. 1432/2008 de avifauna.

### 9.1. MEDIDAS DE PREVENCIÓN CONTRA LA ELECTROCUCIÓN.

Tales medidas serán de obligado cumplimiento en líneas de 2ª y 3ª categoría ( $V \leq 66kV$ ), salvo que los apoyos metálicos lleven instalados disuasores de posada de eficacia reconocida por el órgano competente.

Se evitará en la medida de lo posible el uso de apoyos de alineación con cadenas de amarre.

En todo apoyo con cadenas de amarre, se aislarán los puentes de unión entre los elementos en tensión.

Los apoyos con puentes, seccionadores, fusibles, transformadores, etc., se diseñarán de modo que se evite sobrepasar con elementos en tensión las crucetas o semicrucetas no auxiliares de los apoyos.

En el caso de apoyos con cadena de suspensión en armados en tresbolillo o en doble circuito, la distancia entre la semicruceta inferior y el conductor superior no será inferior a 1,5m.

En el caso de apoyos con cadena de suspensión en armados tipo bóveda, la distancia entre la cabeza del fuste y el conductor central no será inferior a 0,88m, salvo que se aisle el conductor central 1m a cada lado del punto de enganche (el aislamiento debe cubrir al punto de engrape).



- Longitud mínima de la cadena de suspensión: 600 mm.
- Longitud mínima de las cadenas de amarre: 1.000 mm.

## 9.2. Medidas de prevención de la colisión

Los nuevos tendidos eléctricos se proveerán de salvapájaros o señalizadores visuales cuando así lo determine el órgano autonómico competente.

Los salvapájaros o señalizadores visuales se han de colocar en los cables de tierra, siempre que su diámetro no sea inferior a 20 mm. Los salvapájaros o señalizadores se dispondrán cada 10 metros (si el cable de tierra es único), o alternadamente, cada 20 metros, si son dos cables de tierra paralelos.

En caso de que la línea carezca de cable de tierra, si se hace uso de un único conductor por fase con diámetro inferior a 20mm, se colocarán las espirales directamente sobre dichos conductores. Se dispondrán de forma alterna en cada conductor, y con una distancia máxima de 20 metros entre señales contiguas en un mismo conductor.

Tamaño mínimo salvapájaros: espirales con 30 cm de diámetro y 1m de longitud, o dos tiras en X de 5x35 cm.

En la línea se instalarán salvapájaros cada 10 m. en el conductor de protección.

Las características de la protección, para la prevención de la colisión de la avifauna con líneas eléctricas de alta tensión según el R.D. 1432/2008, elegida es la siguiente:

- Peso de la espiral (kg): 0,624
- Distancia entre espirales (m): 10
- Peso del manguito de hielo en zona B (m): 1,25



- Peso del manguito de hielo en zona C (m): 2,5
- Área de exposición al viento (m<sup>2</sup>): 0,018

## 10. NUMERACIÓN Y AVISO DE PELIGRO

---

En cada apoyo se marcará el número de orden que le corresponda de acuerdo con el criterio de la línea que se haya establecido.

Todos los apoyos llevarán una placa de señalización de riesgo eléctrico, situado a una altura visible y legible desde el suelo a una distancia mínima de 2m.

## 11. CRUZAMIENTOS

---

### 11.1. NORMAS GENERALES SOBRE CRUZAMIENTOS

Según lo dispuesto en el apartado 5.6.1 de la ITC-LAT 07, en el caso de igual tensión; la que se instale con posterioridad deberá situarse a mayor altura.

El trazado de la línea se encuentra condicionado por el emplazamiento de ambas subestaciones, la nueva subestación colectora a construir se encuentra a unos 120 m de la subestación de Tafalla de REE.

En dicha distancia se ha de realizar la línea de conexión entre estas dos subestaciones, línea que tiene que realizar un cruzamiento con la línea de AT DC ORCOYEN-TAFALLA, TAFALLA-TUDELA de 220 kV.

El cruzamiento se debe realizar junto a un apoyo de 28,85 m de altura, por lo que si se realiza el cruzamiento por encima de la línea existente, se tendría que realizar con apoyos de una altura mínima de 36-37 m.

Si tenemos un apoyo de dicha altura supondría:

- 1) Desde el punto de vista medioambiental aumentar mucho el impacto visual de la línea, debido a la gran altura a la cual se debería ejecutar dicha línea.

- 2) Desde el punto de vista técnico la complejidad de la instalación al tener que salvar desniveles muy grandes desde los apoyos que se tendrían que instalar a los pórticos de entrada a las subestaciones.
- 3) Desde el punto de vista económico, supondría un coste de la línea mucho mayor para el promotor.
- 4) Para el titular de la línea existente, supondría que la ejecución de la nueva línea se tendría que cortar el servicio de la línea existente, ya que no se podría trabajar por encima de la línea con tensión.

Al realizar el trazado por la parte inferior, no es necesario cortar el suministro de la línea existente y así se evita perjuicios para el titular de la línea existente.

Es por esto que se ha realizado el paso por la parte inferior de la línea existente, ya que se evita perjuicios a todas las partes y se puede seguir cumpliendo todas las condiciones de seguridad establecidas en el Reglamento.

Las normas aplicables a los cruzamientos de la línea están recogidas en el apartado 5 de la ITC-LAT-07 del vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión aprobado por el Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero

La seguridad en los cruzamientos se reforzará con diversas medidas adoptadas a lo largo de la línea. Estas medidas se resumen a continuación:

- En las cadenas de suspensión se utilizarán grapas antideslizantes y en las cadenas de amarre grapas de compresión.
- El conductor y el cable de tierra tienen una carga de rotura muy superior a 1.200 daN.

A continuación se incluye la tabla base para determinar distancias y se detallan distintos casos de cruzamiento con las distancias de seguridad para este proyecto.

Tensión más elevada de la red (KV)	Del	Dpp
3.6	0.08	0.10
7.2	0.09	0.10
12	0.12	0.15
17.5	0.16	0.20
24	0.22	0.25
30	0.27	0.33
36	0.35	0.40
52	0.60	0.70
72.5	0.70	0.80
123	1.00	1.15
145	1.20	1.40
170	1.30	1.50
245	1.70	2.00
420	2.80	3.20

*Distancias de aislamiento eléctrico para evitar descargas*

#### 11.1.1. DISTANCIAS ENTRE CONDUCTORES Y A PARTES PUESTAS A TIERRA

Este apartado corresponde al punto 5.4.2 de la ITC-LAT-07 del vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

La distancia entre los conductores y sus accesorios en tensión y los apoyos no será inferior a Del, con un mínimo de 0,2 m.

El valor de Del viene indicado en la Tabla 2 en función de la tensión más elevada de la red, siendo Del para líneas de 220 kV igual a 1,7 m.

#### 11.1.2. DISTANCIAS AL TERRENO, CAMINOS, SENDAS Y A CURSOS DE AGUA NO NAVEGABLES

Este apartado corresponde al punto 5.5 de la ITC-LAT-07 del vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad de líneas eléctricas de alta tensión.



La distancia mínima al terreno, senda, vereda o superficies de agua no navegables vendrá dada por la fórmula:

$$D_{add} + D_{el} = 5,3 + D_{el} \text{ (m)}$$

con un mínimo de 6 m.

Los valores de  $D_{el}$  se indican en la tabla 2 en función de la tensión más elevada de la línea, por tanto, la distancia mínima será de 7 m para líneas de 220 kV.

### 11.1.3. DISTANCIAS A LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS Ó LÍNEAS AÉREAS DE TELECOMUNICACIÓN

Este apartado corresponde al punto 5.6 de la ITC-LAT-07 del vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

Las líneas de telecomunicación son consideradas como líneas de baja tensión.

En el cruce con líneas eléctricas, se situará a mayor altura de la tensión más elevada.

En este caso, la línea proyectada es de tensión superior a la que se cruza.

Se procurará que el cruce se efectúe en la proximidad de uno de los apoyos de la línea más elevada, atendiendo a los criterios que se exponen a continuación.

La distancia entre los conductores de la línea inferior y los elementos más próximos de los apoyos de la línea superior no será inferior al valor dado por la fórmula:

$$D_{add} + D_{el} = 1,5 + D_{el} \text{ (m)}$$

Con un mínimo de:

- 2 metros para líneas
- 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.

Los valores de  $D_{el}$  se indican en la Tabla 2 en función de la tensión más elevada de la línea de inferior tensión.

La distancia vertical mínima entre los conductores de ambas líneas en las condiciones más desfavorables no será inferior al valor dado por la fórmula:

$$D_{add} + D_{pp} \text{ (m)}$$

Tomando el valor de  $D_{add}$  que corresponda para la tensión nominal de la línea según la tabla siguiente:

Tensión Nominal de la red (KV)	$D_{add}$
66	2.5
132	3
220	3.5
400	4

*Distancias de aislamiento adicional*

La distancia mínima vertical entre fases en el punto de cruce resulta de 5,5 m para líneas de 220kV.

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 inferior en el caso de que existan no deberá ser inferior a:

$$D_{add} + D_{el} = 1,5 + D_{el} \text{ (m)}$$

Por tanto, esta distancia mínima será 2 m para líneas de 220 kV.



#### 11.1.4. DISTANCIAS A CARRETERAS, FERROCARRILES, TRANVÍAS Y TROLEBUSES

Este apartado corresponde a los puntos 5.7, 5.8 y 5.9 de la ITC-LAT-07 del vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

La altura mínima de los conductores sobre la rasante de las carreteras o sobre las cabezas de los carriles en el caso de ferrocarriles sin electrificar viene dada por la fórmula:

$$D_{add} + D_{el} \text{ (m)}$$

con un mínimo de 7 m.

Para líneas de categoría especial,  $D_{add}$  tiene el valor de 7,5 m. y  $D_{el}$  se indica en la Tabla 2 en función de la tensión más elevada de la red, siendo por tanto la distancia mínima según la ITC-LAT de 9,2 m para líneas de 220 kV.

Para los ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses la distancia mínima vertical de los conductores de la línea eléctrica, con su flecha máxima vertical, sobre el conductor más alto de todas las líneas de energía eléctrica, telefónicas y telegráficas del ferrocarril será de:

$$D_{add} + D_{el} = 3,5 + D_{el} \text{ (m)}$$

con un mínimo de 4 m.

$D_{el}$  se indica en la Tabla 2 en función de la tensión más elevada de la red, siendo por tanto la distancia mínima de 5,2 m para líneas de 220 kV.

#### 11.1.5. DISTANCIAS A RÍOS Y CANALES, NAVEGABLES O FLOTABLES

Este apartado corresponde al punto 5.11 de la ITC-LAT-7 del vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

La distancia mínima entre los conductores y la superficie del agua, para el máximo nivel que pudiera alcanzar ésta, viene dada por la fórmula:  $G + D_{add} + D_{el} = G + 3,5 + D_{el}$  (m) siendo G el gálibo. Los valores de  $D_{el}$  se indican en la Tabla 4 en función de la tensión más elevada de la línea.



Para líneas de 220 kV de tensión nominal y con gálibo no definido, la distancia mínima según el Reglamento debe ser de 9,9 metros.

#### 11.1.6. PASO POR ZONAS DE BOSQUES, ÁRBOLES Y MASAS DE ARBOLADO

Este apartado corresponde al punto 5.12.1 de la ITC-LAT-07 del vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

Frecuentemente los árboles entran en contacto con las líneas eléctricas debido principalmente al crecimiento natural del árbol, al desprendimiento de una rama por el viento o a la caída del árbol, bien por la mano del hombre o por el efecto de los vientos huracanados, reduciéndose así la distancia entre sus copas y los conductores. Esto provoca accidentes personales o interrupciones del servicio, ya que se generan intensidades elevadas que al descargar en forma de arcos producen incendios que pueden propagarse.

Para evitar las interrupciones del servicio y los posibles incendios 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:

$$D_{add} + D_{el} = 1,5 + D_{el} \text{ (m)}$$

con un mínimo de 2 metros. Los valores de  $D_{el}$  se indican en la Tabla 4 en función de la tensión más elevada de la línea.

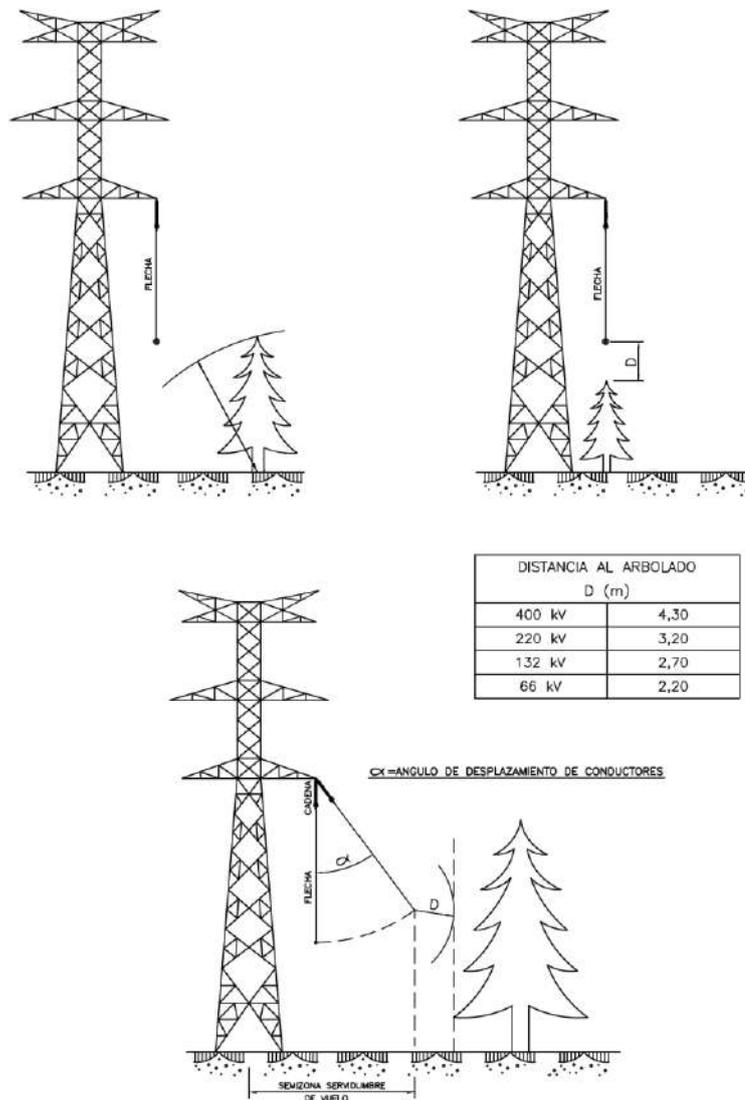
Por tanto, la zona de corta de arbolado se extenderá a las distancias explosivas que se indican a continuación de forma que los árboles queden siempre a esta distancia mínima del conductor de 3,2 m para líneas de 220 kV.

Con el fin de evitar una deforestación innecesaria y un perjuicio para los propietarios, la zona a ocupar no será constante a lo largo de la línea pues dependerá de la altura del arbolado y su

posición con respecto a la línea. Si el terreno está inclinado la zona de influencia no será simétrica, debiendo desplazarse hacia la parte que alcanza mayor altura. La otra parte podría reducirse hasta alcanzar una separación de la distancia explosiva con la vertical del conductor. En un barranco los conductores quedan muy por encima de las copas de los árboles, por lo que la zona de corta de arbolado sería mínima.

Se adjunta en la presente memoria unos planos en los que se muestra lo anteriormente expuesto en este epígrafe.

## SERVIDUMBRE DE VUELO DISTANCIA EXPLOSIVA





### 11.1.7. PROXIMIDAD A PARQUES EÓLICOS

Este apartado corresponde al punto 5.12.4 de la ITC-LAT-07 del vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

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

## 12. ACCESOS

---

### 12.1. NORMAS GENERALES SOBRE ACCESOS

Los accesos necesarios para atender al establecimiento, vigilancia, conservación, reparación de la línea eléctrica y corte de arbolado, si fuera necesario, se llevarán a cabo según los siguientes criterios:

- Sobre los caminos privados existentes y en buen estado.
- Sobre las fincas afectadas adyacentes al camino existente (en los márgenes) para el paso o ubicación temporal de maquinaria durante la fase de construcción.
- En las fincas sobre las que haya que construir un nuevo acceso, la servidumbre de paso comprenderá la explanada a realizar.

La actuación sobre un acceso puede crear la necesidad de afectar una construcción existente (muro, pozo, verja, acequias, etc.) ocasionándole daños, que el promotor repondrá y/o indemnizará, así como se responsabilizará del mantenimiento de todos los servicios necesarios para la adecuada explotación y uso de las fincas afectadas durante la ejecución de las obras, realizando todas aquellas actuaciones que resulten necesarias, aun cuando fuera con carácter provisional y sin perjuicio de su reposición definitiva.

## 12.2. CRITERIO Y SELECCIÓN DE ACCESOS

De entre las diferentes alternativas válidas para la ejecución de un camino de acceso, la selección de la óptima se realiza, no sólo en base a los criterios técnicos anteriormente expuestos, sino que se consideran también criterios ambientales, de manera que produzca sobre el medio ambiente el menor impacto posible y criterios socioeconómicos, de forma que la afección al propietario también se minimice.

## 13. ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS

---

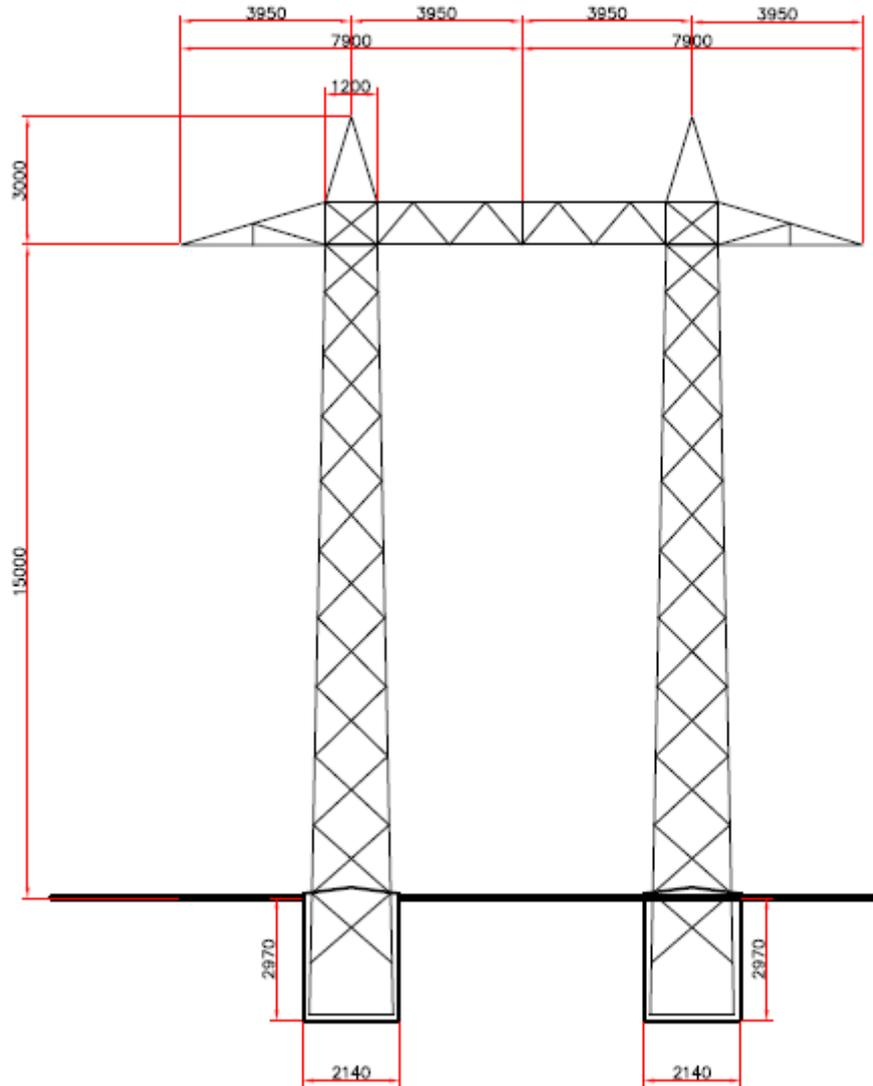
### 13.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

Tensión nominal (kV)	220
Potencia Máxima a transportar (MW)	306,2
Número de circuitos:	1
Número de conductores por fase:	1
Frecuencia (Hz):	50

### 13.2. CÁLCULO DEL CAMPO ELÉCTRICO

#### 13.2.1. DISTRIBUCIÓN DE LOS CONDUCTORES

Los dos pórticos a instalar están formados por dos apoyos SIROCCO-110-15u, con una distancia al terreno de 15 m.



### 13.2.2. CÁLCULO DEL CAMPO ELÉCTRICO

A partir de la ecuación integral de la Ley de Gauss para el cálculo del campo eléctrico,

$$\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{Q_A}{\epsilon_0}$$

Siendo:

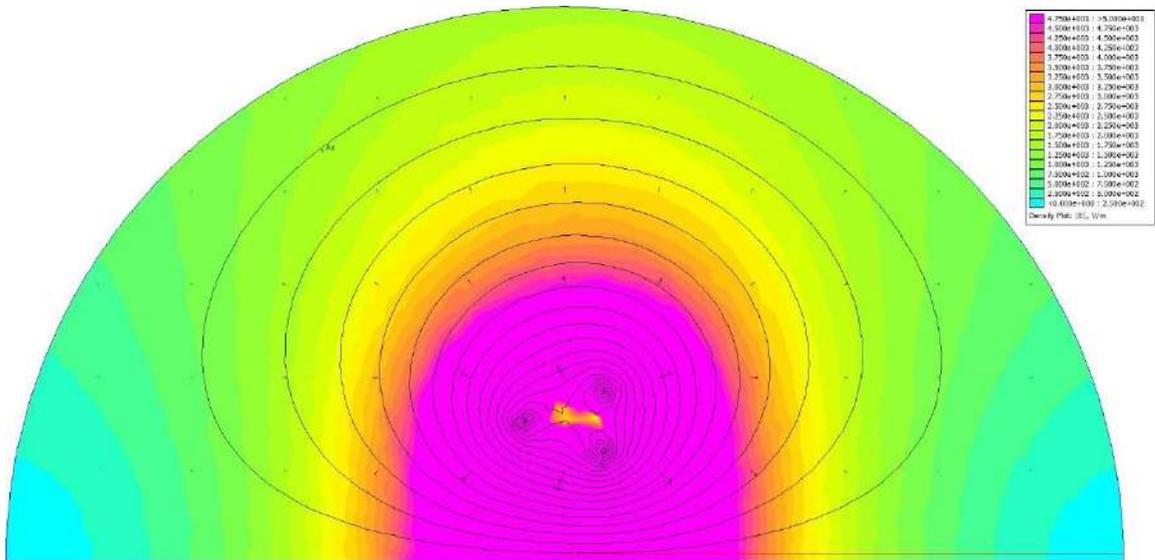
QA carga de los conductores:  $3,90 \cdot 10^{-6}$  C

$\epsilon_0$  permitividad aire: 1

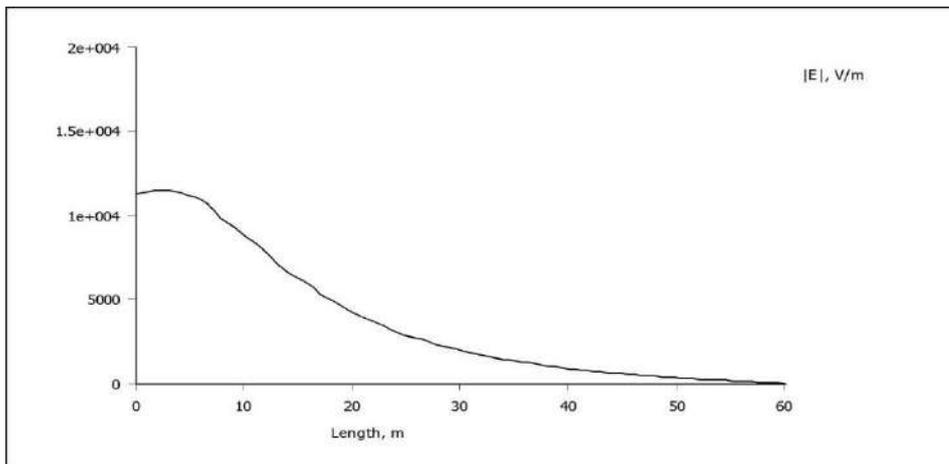
Podemos obtener la intensidad del campo eléctrico en V/m de los 3 conductores a 1 metro de distancia del nivel del suelo.

### 13.2.3. RESULTADOS OBTENIDOS

Una vez realizada la simulación para el apoyo, obtenemos los siguientes resultados:



*Distribución de la intensidad del campo eléctrico  $|E|$  y líneas equipotenciales en una línea aérea de simple circuito*



*Ilustración. Intensidad del campo eléctrico a 1 metro del nivel del suelo y desde el centro del apoyo*

Siendo el máximo de 4,9 kV/m a 19 metros del apoyo.

De acuerdo con las recomendaciones propuestas por la “International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection” en el año 2010 {ICNIRP Guidelines for limiting exposure to time

varying electric and magnetic fields (1 Hz – 100 kHz)} de acuerdo con las tablas 3 y 4 extraídas del mismo.

**Table 3.** Reference levels for occupational exposure to time-varying electric and magnetic fields (unperturbed rms values).

Frequency range	E-field strength E (kV m <sup>-1</sup> )	Magnetic field strength H (A m <sup>-1</sup> )	Magnetic flux density B (T)
1 Hz–8 Hz	20	$1.63 \times 10^5/f^2$	$0.2/f^2$
8 Hz–25 Hz	20	$2 \times 10^5/f$	$2.5 \times 10^{-2}/f$
25 Hz–300 Hz	$5 \times 10^2/f$	$8 \times 10^3$	$1 \times 10^{-3}$
300 Hz–3 kHz	$5 \times 10^2/f$	$2.4 \times 10^3/f$	$0.3/f$
3 kHz–10 MHz	$1.7 \times 10^{-1}$	80	$1 \times 10^{-4}$

Notes:

- f in Hz.
- See separate sections below for advice on non sinusoidal and multiple frequency exposure.
- To prevent indirect effects especially in high electric fields see chapter on "Protective measures."
- In the frequency range above 100 kHz, RF specific reference levels need to be considered additionally.

**Table 4.** Reference levels for general public exposure to time-varying electric and magnetic fields (unperturbed rms values).

Frequency range	E-field strength E (kV m <sup>-1</sup> )	Magnetic field strength H (A m <sup>-1</sup> )	Magnetic flux density B (T)
1 Hz–8 Hz	5	$3.2 \times 10^5/f^2$	$4 \times 10^{-2}/f^2$
8 Hz–25 Hz	5	$4 \times 10^5/f$	$5 \times 10^{-3}/f$
25 Hz–50 Hz	5	$1.6 \times 10^2$	$2 \times 10^{-4}$
50 Hz–400 Hz	$2.5 \times 10^2/f$	$1.6 \times 10^2$	$2 \times 10^{-4}$
400 Hz–3 kHz	$2.5 \times 10^2/f$	$6.4 \times 10^2/f$	$8 \times 10^{-2}/f$
3 kHz–10 MHz	$8.3 \times 10^{-2}$	21	$2.7 \times 10^{-5}$

Notes:

- f in Hz.
- See separate sections below for advice on non sinusoidal and multiple frequency exposure.
- In the frequency range above 100 kHz, RF specific reference levels need to be considered additionally.

El límite recomendado para la exposición de campo eléctrico a 50 Hz es de 5 kV/m, estando dicho límite a 19 metros del apoyo aproximadamente, por lo que conforme nos vamos alejando, disminuye considerablemente.

#### 13.2.4. CONCLUSIÓN

Así pues, fijándonos en los resultados obtenidos, y atendiendo a los límites recomendados, vemos que, para una hipotética vivienda situada a unos 20 metros del apoyo, la intensidad del campo eléctrico será de unos 4 kV/m.

### 13.3. CÁLCULO DEL CAMPO MAGNÉTICO

Para este apartado se van a estudiar el caso más desfavorable, el cual corresponde al tramo de simple circuito.

#### 13.3.1. CÁLCULO DE LA CORRIENTE TRANSPORTADA POR CONDUCTOR

Dada la potencia transportada por el circuito se calcula la corriente por cada conductor mediante la siguiente expresión:

$$I = \frac{P_{\text{transporte}}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot n'}$$

Potencia a transportar: 306,2 MW Tensión: 220 kV

Aplicando la formula anterior obtendremos una corriente por cada conductor de 799 A

### 13.3.2. CÁLCULO DEL CAMPO MAGÉTICO FUERA DE LOS CONDUCTORES

Considerando la ley de Biot-Savart para el electromagnetismo y su expresión para el campo generado por un elemento de corriente rectilíneo se llega a la expresión:

$$B = \oint_L \frac{\mu_0 \cdot I}{4 \cdot \pi} \cdot \frac{dl \cdot \sin(\alpha)}{r^2}$$

Aplicando una curva amperiana L de forma circular con su centro coincidente con el centro del conductor en cuestión, se procede a integrar el campo de cada conductor para obtener la siguiente distribución de campo a 1 metro del suelo en función de la distancia en la dirección perpendicular al eje de la línea.

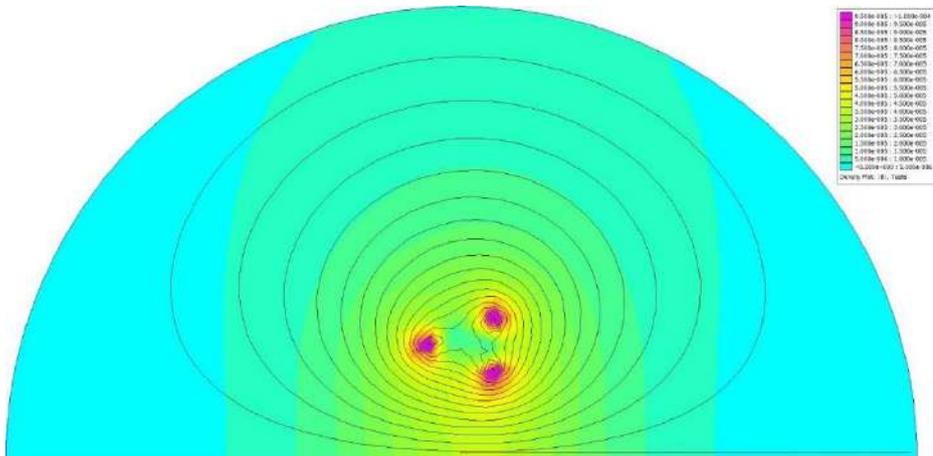
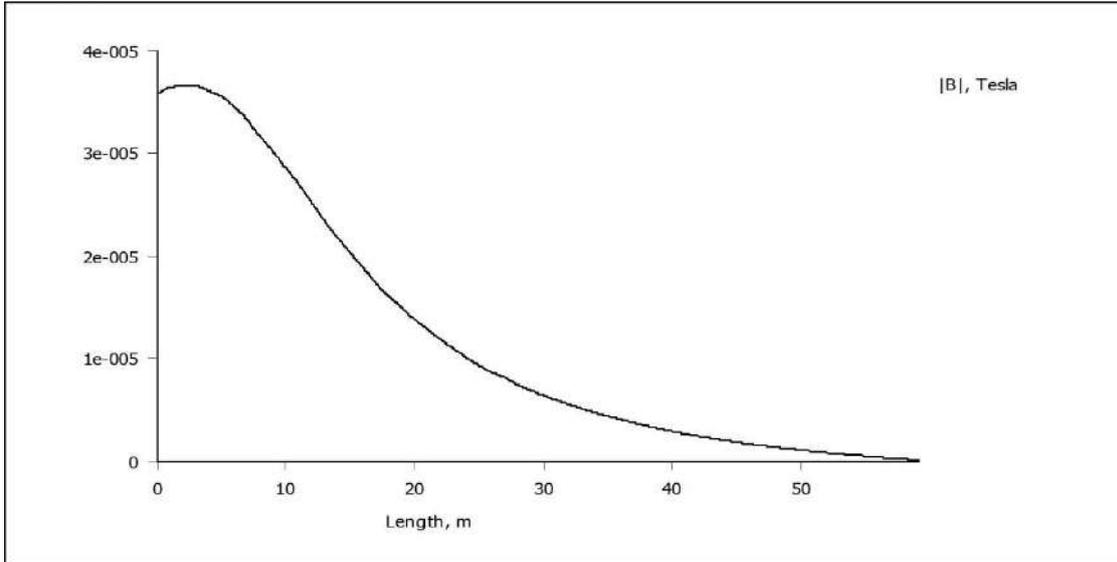


Ilustración 3. Distribución de la intensidad del campo magnético |B| y líneas equipotenciales en una línea aérea de simple circuito



Intensidad del campo magnético a 1 metro del nivel del suelo y desde el centro del apoyo

De acuerdo con las recomendaciones propuestas por la “International Commission on Non-ionizing Radiation Protection” en el año 2010 {ICNIRP Guidelines for limiting exposure to time varying electric and magnetic fields (1 Hz – 100 kHz)} de acuerdo con las tablas 3 y 4 extraídas del mismo.

**Table 3.** Reference levels for occupational exposure to time-varying electric and magnetic fields (unperturbed rms values).

Frequency range	E-field strength E (kV m <sup>-1</sup> )	Magnetic field strength H (A m <sup>-1</sup> )	Magnetic flux density B (T)
1 Hz–8 Hz	20	$1.63 \times 10^5/f^2$	$0.2/f^2$
8 Hz–25 Hz	20	$2 \times 10^4/f$	$2.5 \times 10^{-2}/f$
25 Hz–300 Hz	$5 \times 10^2/f$	$8 \times 10^2$	$1 \times 10^{-3}$
300 Hz–3 kHz	$5 \times 10^2/f$	$2.4 \times 10^5/f$	$0.3/f$
3 kHz–10 MHz	$1.7 \times 10^{-1}$	80	$1 \times 10^{-4}$

Notes:

- f in Hz.
- See separate sections below for advice on non sinusoidal and multiple frequency exposure.
- To prevent indirect effects especially in high electric fields see chapter on “Protective measures.”
- In the frequency range above 100 kHz, RF specific reference levels need to be considered additionally.

**Table 4.** Reference levels for general public exposure to time-varying electric and magnetic fields (unperturbed rms values).

Frequency range	E-field strength E (kV m <sup>-1</sup> )	Magnetic field strength H (A m <sup>-1</sup> )	Magnetic flux density B (T)
1 Hz–8 Hz	5	$3.2 \times 10^4/f^2$	$4 \times 10^{-2}/f^2$
8 Hz–25 Hz	5	$4 \times 10^3/f$	$5 \times 10^{-3}/f$
25 Hz–50 Hz	5	$1.6 \times 10^2$	$2 \times 10^{-4}$
50 Hz–400 Hz	$2.5 \times 10^2/f$	$1.6 \times 10^2$	$2 \times 10^{-4}$
400 Hz–3 kHz	$2.5 \times 10^2/f$	$6.4 \times 10^3/f$	$8 \times 10^{-2}/f$
3 kHz–10 MHz	$8.3 \times 10^{-2}$	21	$2.7 \times 10^{-5}$

Notes:

- f in Hz.
- See separate sections below for advice on non sinusoidal and multiple frequency exposure.
- In the frequency range above 100 kHz, RF specific reference levels need to be considered additionally.

El límite recomendado para la exposición de campo eléctrico a 50 Hz es de  $2 \cdot 10^{-4}$  T, sin embargo, y, siguiendo la recomendación del Ministerio de Medioambiente, se toma un límite de campo magnético de 0,4  $\mu$ T

### 13.3.3. CONCLUSIÓN

Comprobamos que, en todos los casos, los valores son muy inferiores a 100  $\mu$ T, alcanzando los máximos justo debajo de los conductores. Además, el trazado de la línea no discurre en la cercanía de viviendas, sino principalmente por terrenos agrícolas.

Por todo ello, concluimos que la línea aérea proyectada no produce riesgo para personas ni es necesario tomar medidas adicionales para limitar el campo magnético.”

## 14. RESUMEN DE PRESUPUESTO

---

El presupuesto de ejecución material del presente proyecto asciende a la cantidad de CINCUENTA Y DOS MIL NOVECIENTOS CUARENTA Y UN EUROS con VEINTE CÉNTIMOS (52.941,20 €).

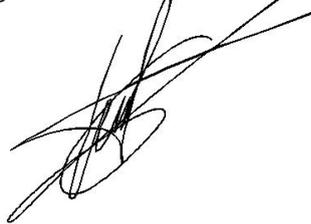
## 15. CONCLUSIONES.

---

Una vez descrito y justificado lo que consideramos que será la Instalación eléctrica, con relación a los elementos que en el intervienen y de conformidad con las disposiciones que regulan dicha materia, damos por finalizada esta Memoria.

Navarra, Febrero de 2021

El Ingeniero Técnico Industrial



Fdo.: Juan José Gázquez González

Col. 845

El Ingeniero de Caminos, C y P.



Fdo.: Guillermo Berbel Castillo

Col. 15.152



## DOCUMENTO II:- PLANOS

---

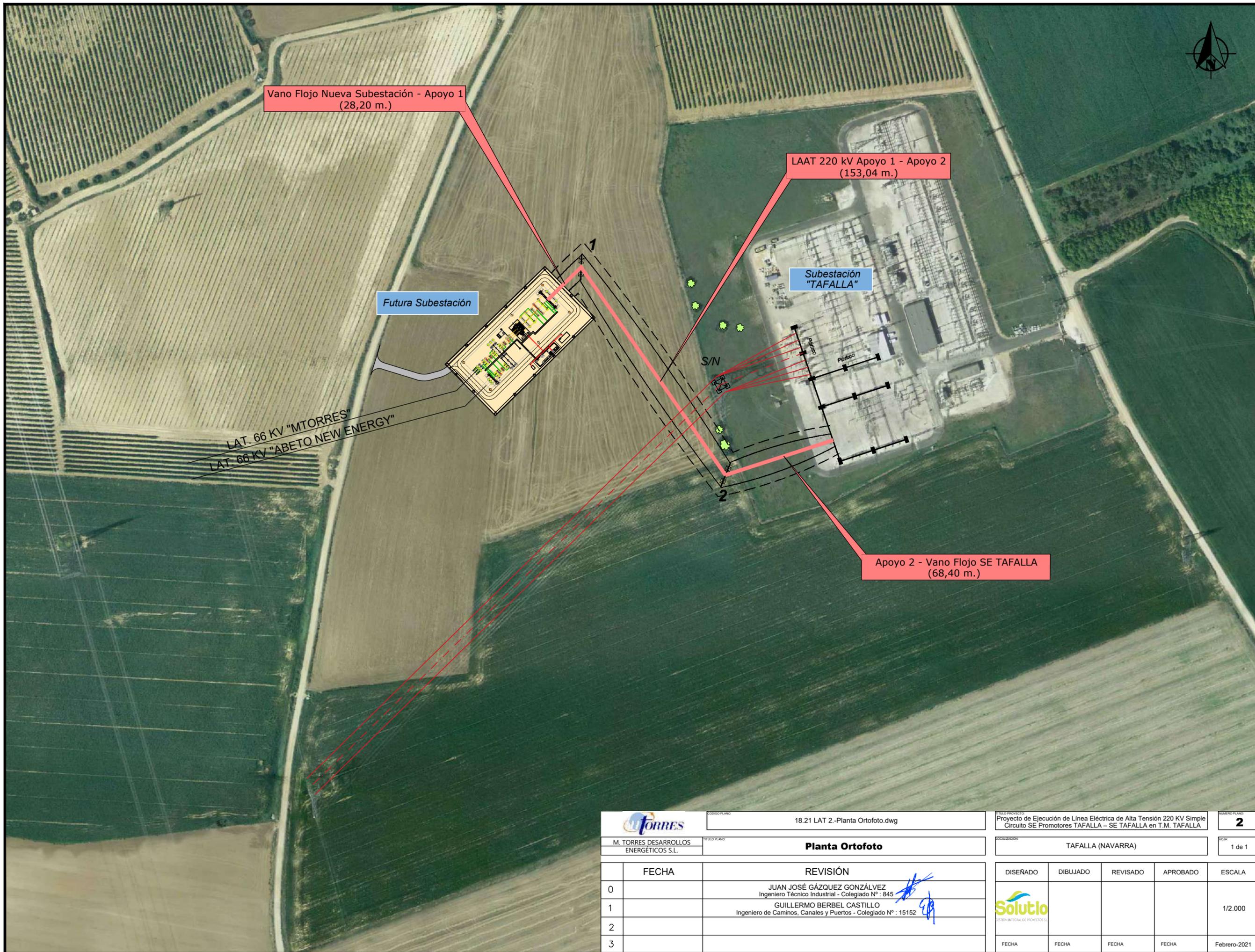


## ÍNDICE

---

1. Situación y emplazamiento
2. Planta ortofoto
3. Planta catastro
- 4.1 Planta y perfil longitudinal
- 4.2 Planta y perfil longitudinal. Afección REE
5. RBDA
6. Detalle apoyo
7. Detalles de herrajes





Vano Flojo Nueva Subestación - Apoyo 1  
(28,20 m.)

LAAT 220 kV Apoyo 1 - Apoyo 2  
(153,04 m.)

Futura Subestación

Subestación  
"TAFALLA"

LAT. 66 KV "MTORRES"  
LAT. 66 KV "ABETO NEW ENERGY"

Apoyo 2 - Vano Flojo SE TAFALLA  
(68,40 m.)

		CÓDIGO PLANO: 18.21 LAT 2.-Planta Ortofoto.dwg		TÍTULO PROYECTO: Proyecto de Ejecución de Línea Eléctrica de Alta Tensión 220 KV Simple Circuito SE Promotores TAFALLA – SE TAFALLA en T.M. TAFALLA		NÚMERO PLANO: <b>2</b>	
M. TORRES DESARROLLOS ENERGÉTICOS S.L.		TÍTULO PLANO: <b>Planta Ortofoto</b>		LOCALIZACIÓN: TAFALLA (NAVARRA)		HOJA: 1 de 1	
FECHA		REVISIÓN		DISEÑADO		DIBUJADO	
0		JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº : 845				REVISADO	
1		GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº : 15152				APROBADO	
2						ESCALA: 1/2.000	
3				FECHA		FECHA	
				FECHA		FECHA	
				Febrero-2021			



Vano Flojo Nueva Subestación - Apoyo 1  
(28,20 m.)

LAAT 220 kV Apoyo 1 - Apoyo 2  
(153,04 m.)

Futura Subestación

Subestación  
"TAFALLA"  
PAV

TRANSFORMADOR  
PAV

TRANSFORMADOR

LAT. 66 KV "MTORRES"  
LAT. 66 KV "ABETO NEW ENERGY"

S/N

Polígono

Pórtico

Parcela 2  
Polígono: 6  
Parcela: 186  
Ref. Catastral: 31000000002261871AU

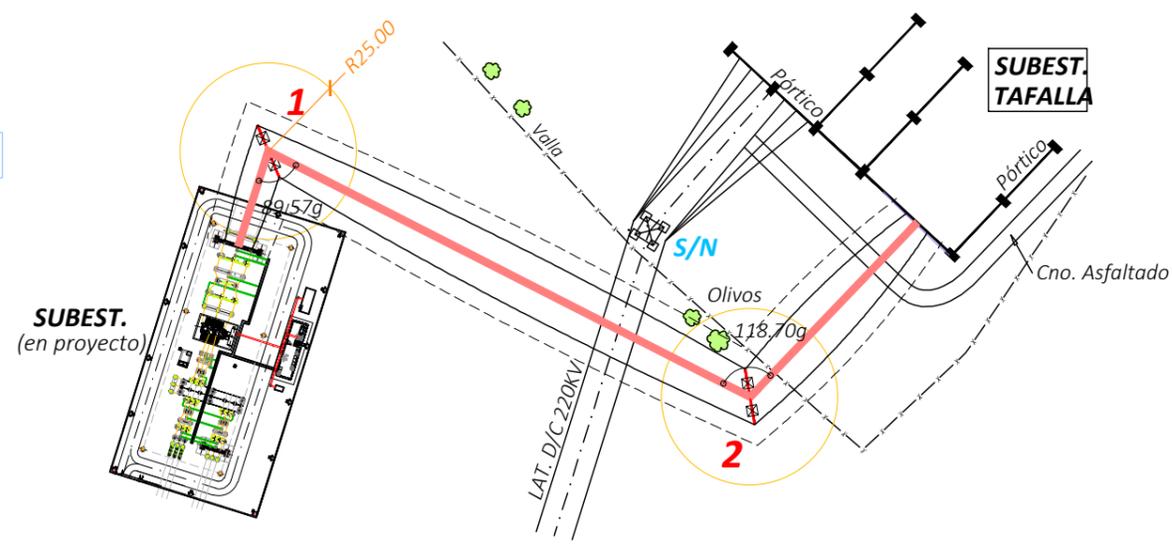
Apoyo 2 - Vano Flojo SE TAFALLA  
(68,40 m.)

Parcela 1  
Polígono: 6  
Parcela: 242  
Ref. Catastral: 310000000002195370PH

Parcela 1  
Polígono: 6  
Parcela: 244  
Ref. Catastral: 310000000002195372SK

		CÓDIGO PLANO: 18.21 LAT 3.-Planta Catastro.dwg		TÍTULO PROYECTO: Proyecto de Ejecución de Línea Eléctrica de Alta Tensión 220 KV Simple Circuito SE Promotores TAFALLA – SE TAFALLA en T.M. TAFALLA		NÚMERO PLANO: <b>3</b>	
M. TORRES DESARROLLOS ENERGÉTICOS S.L.		TÍTULO PLANO: <b>Planta Catastro</b>		LOCALIZACIÓN: TAFALLA (NAVARRA)		HOJA: 1 de 1	
FECHA		REVISIÓN		DISEÑADO		DIBUJADO	
0		JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº: 845				REVISADO	
1		GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº: 15152				APROBADO	
2						ESCALA: 1/2.000	
3				FECHA		FECHA	
				FECHA		FECHA	
				FECHA		Febrero-2021	

**PLANTA**



- Leyenda**
- C. transformación existente
  - Traza de línea A.T. aérea
  - Tramo de línea A.T. a desmontar
  - Apoyo metálico de A.T. existente
  - Apoyo metálico de A.T. a instalar
  - Apoyo de A.T. a desmontar
  - Arqueta de A.T.
  - Traza de línea a.t. subterránea
  - Apoyos de baja tensión y telefonía
  - Línea aérea de baja tensión
  - Línea aérea de telefonos

- Notas**
- Conductor = LA-455 (402-AL1/52-ST1A)
  - Tense máximo A -5º C+V = 2835 daN
  - Zona = A
  - Cable tierra = OPGW-48
  - Tense máximo A -5º+V= 1962 daN
  - Longitud Cadena = 2.30 m.
  - Aislador de composite: COMP-220-160-2380
  - Los apoyos seleccionados corresponden al modelo POSTEMEL para una constante del terreno de 8kg/cm3.
  - Las coordenadas representadas son absolutas, georeferenciadas con las bases del Instituto Geográfico Nacional (I.G.N) y el gps empleado es una pareja de la marca leica, modelo GS-14
  - Tramo: Apoyo nº 100 a snº
  - Temperatura de toma de datos de la topografía 15º C
  - Las distancias y superficies representadas en perfil y relación de propietarios (RBDA) están calculadas según el plano oficial del catastro

Coordenadas UTM. (ETRS-89)

Poste	X	Y	Observ.
Pórtico	607938.56	4706383.97	EXIST.
P1	607956.62	4706401.53	FL-ANG
P2	608043.97	4706275.87	AN-ANG
Pórtico	608109.04	4706296.99	EXIST

TABLA TENSIONES Y FLECHAS

Conductor/es : LA 455 (1)			OPGW 48 (1)		
Condición	Ten. (daN)	F (m)	Ten. (daN)	F (m)	
-5º	322	0.46	304	0.2	
0º	304	0.49	257	0.24	
5º	288	0.52	224	0.27	
10º	274	0.54	200	0.3	
15º	262	0.57	182	0.34	
20º	251	0.59	167	0.36	
25º	242	0.61	155	0.39	
30º	233	0.64	146	0.42	
35º	225	0.66	138	0.44	
40º	219	0.68	131	0.47	
45º	212	0.7	125	0.49	
50º	206	0.72	119	0.51	

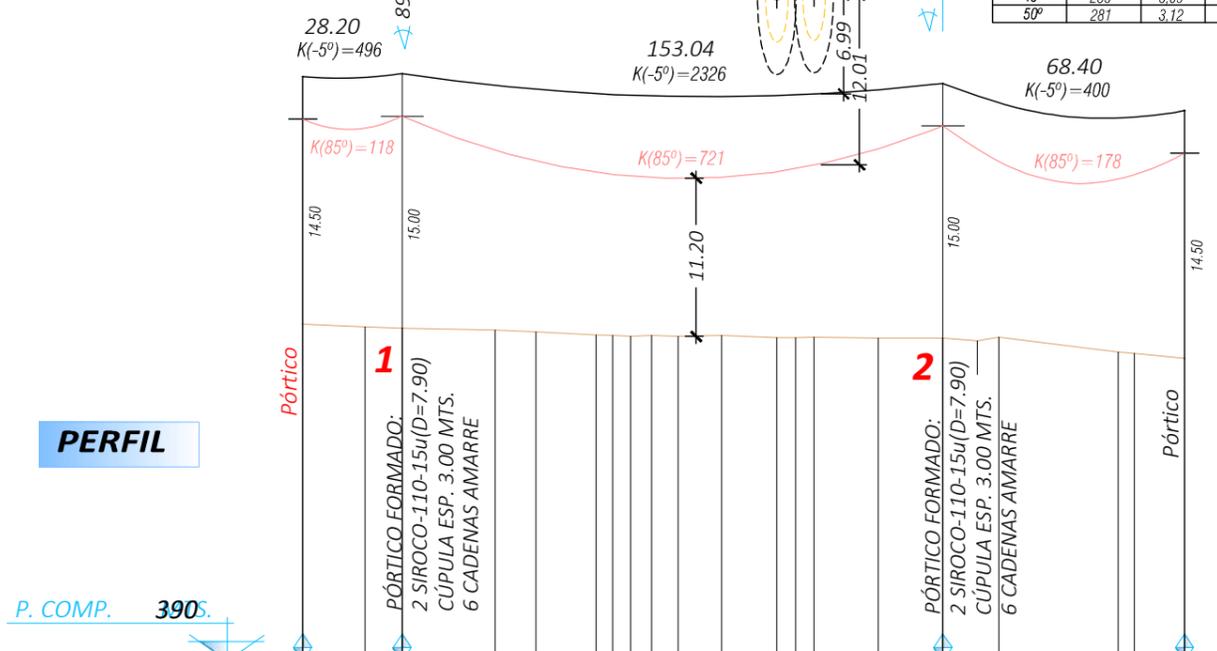
TABLA TENSIONES Y FLECHAS

Conductor/es : LA 455 (1)		OPGW 48 (1)	
Condición	Ten. (daN)	F (m)	Ten. (daN)
-5º	2133	2.05	1424
0º	2014	2.17	1325
5º	1906	2.29	1233
10º	1810	2.41	1150
15º	1723	2.54	1076
20º	1644	2.66	1009
25º	1574	2.78	949
30º	1510	2.89	895
35º	1452	3.01	848
40º	1399	3.13	806
45º	1350	3.24	768
50º	1306	3.35	734

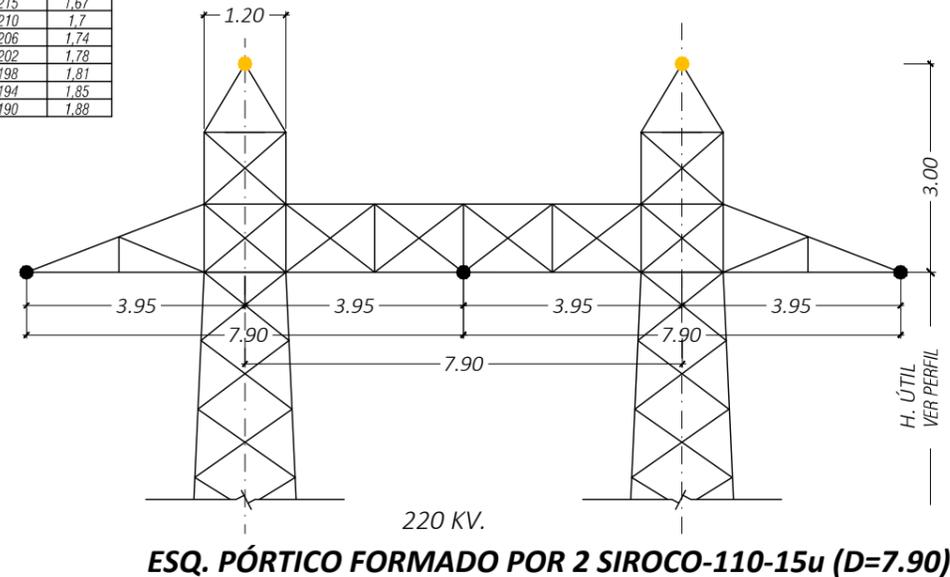
TABLA TENSIONES Y FLECHAS

Conductor/es : LA 455 (1)		OPGW 48 (1)	
Condición	Ten. (daN)	F (m)	Ten. (daN)
-5º	312	2.8	245
0º	309	2.83	238
5º	306	2.86	232
10º	303	2.89	226
15º	300	2.92	220
20º	297	2.95	215
25º	294	2.98	210
30º	291	3.01	206
35º	288	3.03	202
40º	286	3.06	198
45º	283	3.09	194
50º	281	3.12	190

**PERFIL**

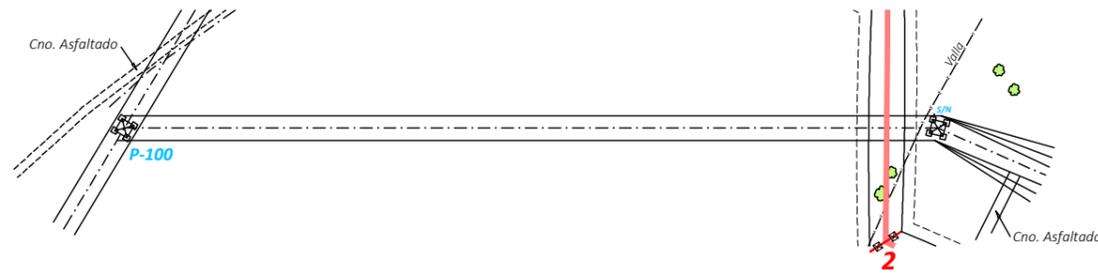


Estaca Número	Pórtico	E-101	E-102	Pórtico
Cotas de Terreno	413.81	413.53	412.84	411.42
Distancias Parciales	0.00	28.20	153.04	68.40
Distancias al Origen	0.00	28.20	181.24	249.64
Distancia de Vanos		28.20	153.04	68.40
Parcela proyecto y Longitud				
Parcela - Catastro				

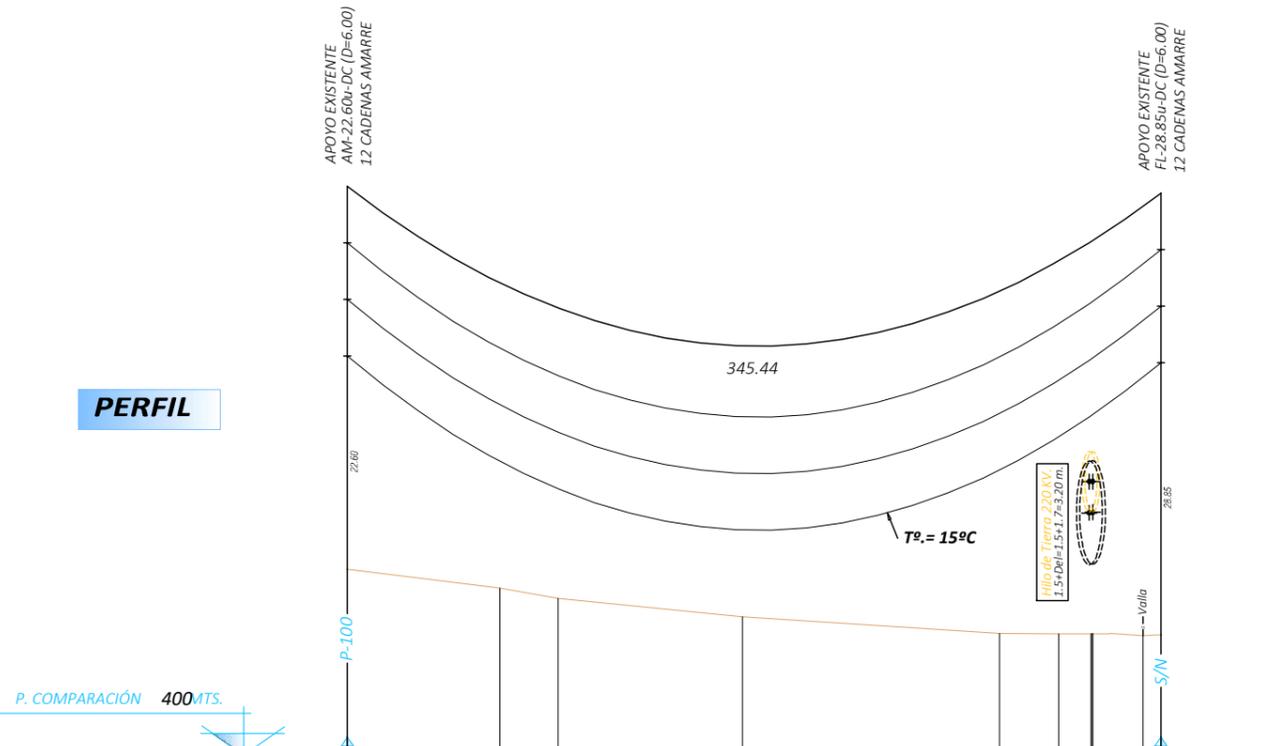


	CÓDIGO PLANO: 18.21 LAT 4.-Planta y Perfil Longitudinal.dwg	TÍTULO PROYECTO: Proyecto de Ejecución de Línea Eléctrica de Alta Tensión 220 KV Simple Circuito SE Promotores TAFALLA – SE TAFALLA en T.M. TAFALLA	Hoja: 4
	TÍTULO PLANO: <b>Planta y Perfil Longitudinal</b>	LOCALIZACIÓN: TAFALLA (NAVARRA)	Hoja: 1 de 2
FECHA: 0, 1, 2, 3	REVISIÓN: JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ (Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº : 845), GUILLERMO BERBEL CASTILLO (Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº : 15152)	DISEÑADO, DIBUJADO, REVISADO, APROBADO	ESCALA: E.H: 1/2.000, E.V: 1/500
		FECHA, FECHA, FECHA, FECHA	Febrero-2021

**PLANTA**



**PERFIL**



Estaca Número	P-100	P-S/N
Cotas de Terreno	419.70	412.75
Distancias Parciales	0.00	345.44
Distancias al Origen	0.00	345.44
Distancia de Vanos	345.44	
Parcela proyecto y Longitud		
Parcela - Catastro		

**Leyenda**

- C. transformación existente
- Traza de línea A.T. aérea
- Tramo de línea A.T. a desmontar
- Apoyo metálico de A.T. existente
- Apoyo metálico de A.T. a instalar
- Apoyo de A.T. a desmontar
- Arqueta de A.T.
- Traza de línea a.t. subterránea
- Apoyos de baja tensión y telefonía
- Línea aérea de baja tensión
- Línea aérea de telefonos

**Notas**

Conductor = LA-455 (402-AL1/52-ST1A)  
Tense máximo A -5º C+V= 2835 daN  
Zona = A  
Cable tierra = OPGW-48  
Tense máximo A -5º+V= 1962 daN  
Longitud Cadena = 3.00 m.  
Aislador de composite: COMP-220-160-2380  
- Los apoyos seleccionados corresponden al modelo POSTEMEL para una constante del terreno de 8kg/cm3.  
- Las coordenadas representadas son absolutas, georeferenciadas con las bases del Instituto Geográfico Nacional (I.G.N) y el gps empleado es una pareja de la marca leica, modelo GS-14  
- Tramo: Apoyo nº 100 a snº  
- Temperatura de toma de datos de la topografía 15º C  
- Las distancias y superficies representadas en perfil y relación de propietarios (RBDA) están calculadas según el plano oficial del catastro

Coordenadas UTM. (ETRS-89)

Poste	X	Y	Observ.
P-100	607794.39	4706088.87	EXIST.
S/N	608041.09	4706330.68	EXIST.



CODIGO PLANO: 18.21 LAT 4.-Planta y Perfil Longitudinal.dwg

TITULO PROYECTO: Proyecto de Ejecución de Línea Eléctrica de Alta Tensión 220 KV Simple Circuito SE Promotores TAFALLA – SE TAFALLA en T.M. TAFALLA

NUMERO PLANO: 4

M. TORRES DESARROLLOS ENERGÉTICOS S.L.

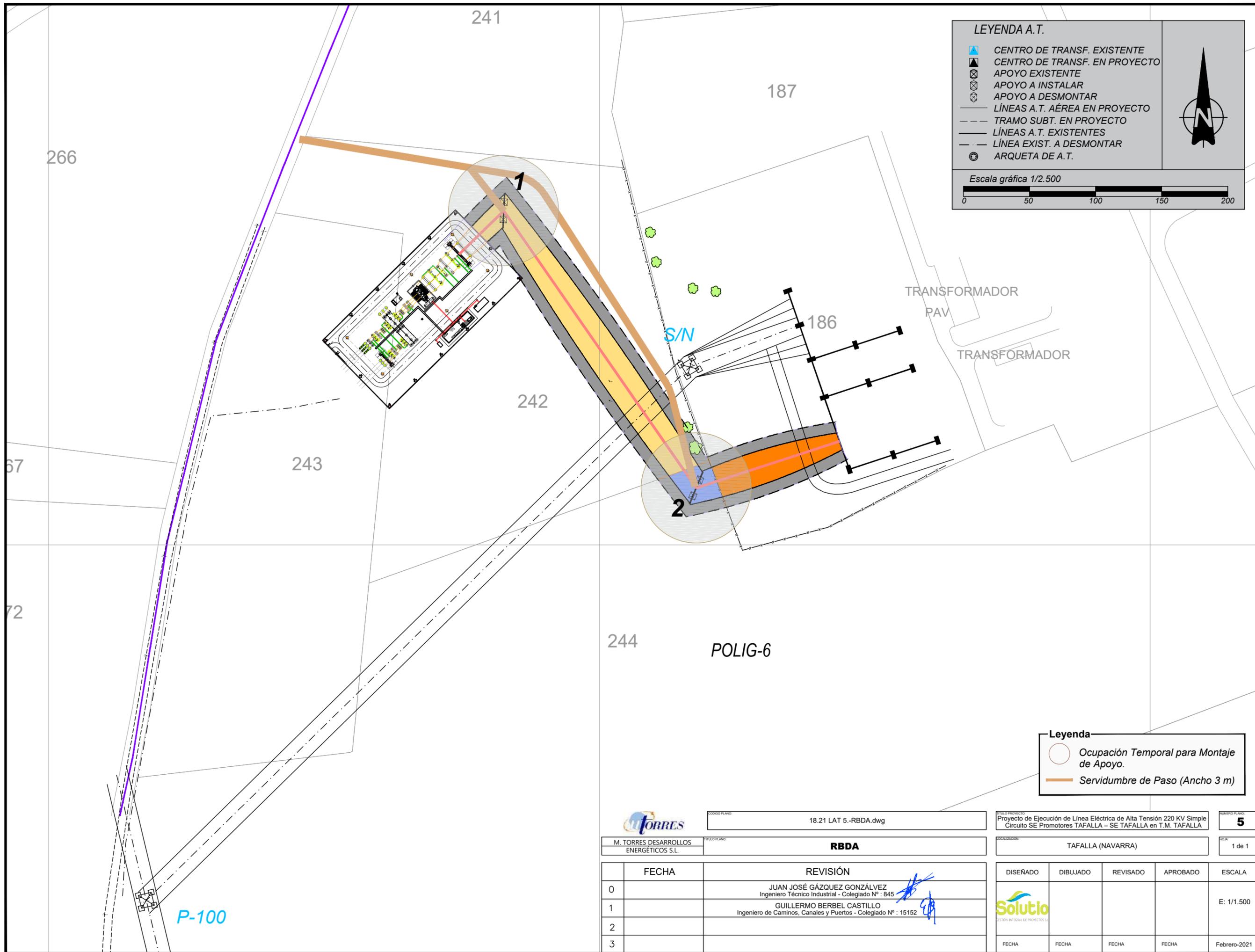
TITULO PLANO: **Planta y Perfil Longitudinal. Afección REE**

LOCALIZACION: TAFALLA (NAVARRA)

HOJA: 2 de 2

FECHA	REVISIÓN
0	JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº : 845
1	GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº : 15152
2	
3	

DISEÑADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	ESCALA
				E.H: 1/2.000 E.V: 1/500
FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	Febrero-2021



**LEYENDA A.T.**

- CENTRO DE TRANSF. EXISTENTE
- CENTRO DE TRANSF. EN PROYECTO
- APOYO EXISTENTE
- APOYO A INSTALAR
- APOYO A DESMONTAR
- LÍNEAS A.T. AÉREA EN PROYECTO
- LÍNEAS A.T. EXISTENTES
- LÍNEA EXIST. A DESMONTAR
- ARQUETA DE A.T.

Escala gráfica 1/2.500

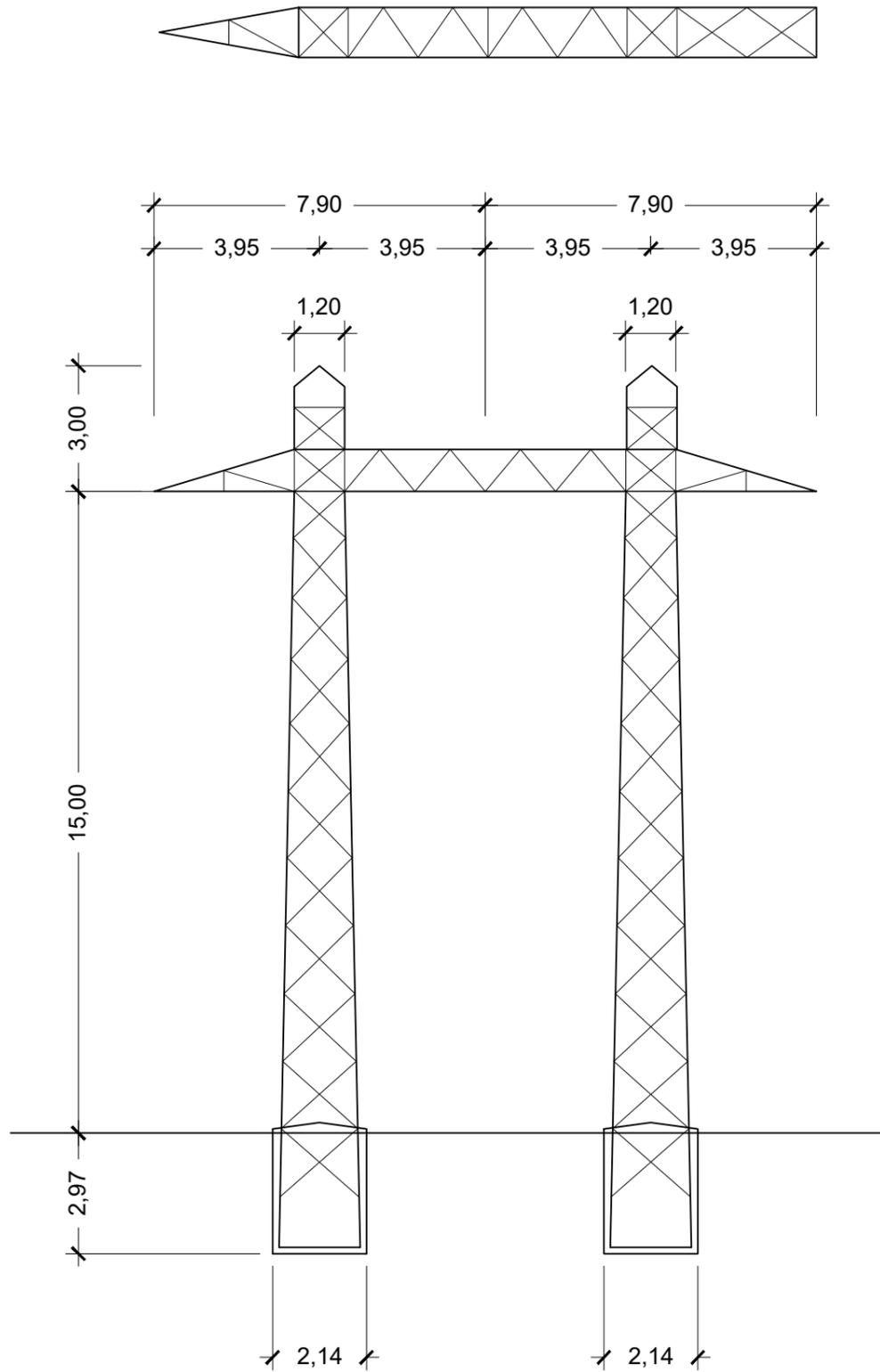
0 50 100 150 200

**Leyenda**

- Ocupación Temporal para Montaje de Apoyo.
- Servidumbre de Paso (Ancho 3 m)

		CODIGO PLANO: 18.21 LAT 5.-RBDA.dwg	TÍTULO PROYECTO: Proyecto de Ejecución de Línea Eléctrica de Alta Tensión 220 KV Simple Circuito SE Promotores TAFALLA – SE TAFALLA en T.M. TAFALLA		HOJA: 5
M. TORRES DESARROLLOS ENERGÉTICOS S.L.		TÍTULO PLANO: RBDA	LOCALIZACIÓN: TAFALLA (NAVARRA)		HOJA: 1 de 1
FECHA	REVISIÓN		DISEÑADO	DIBUJADO	REVISADO
0	JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº : 845				
1	GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº : 15152				
2					
3					
	FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	FECHA
					Febrero-2021

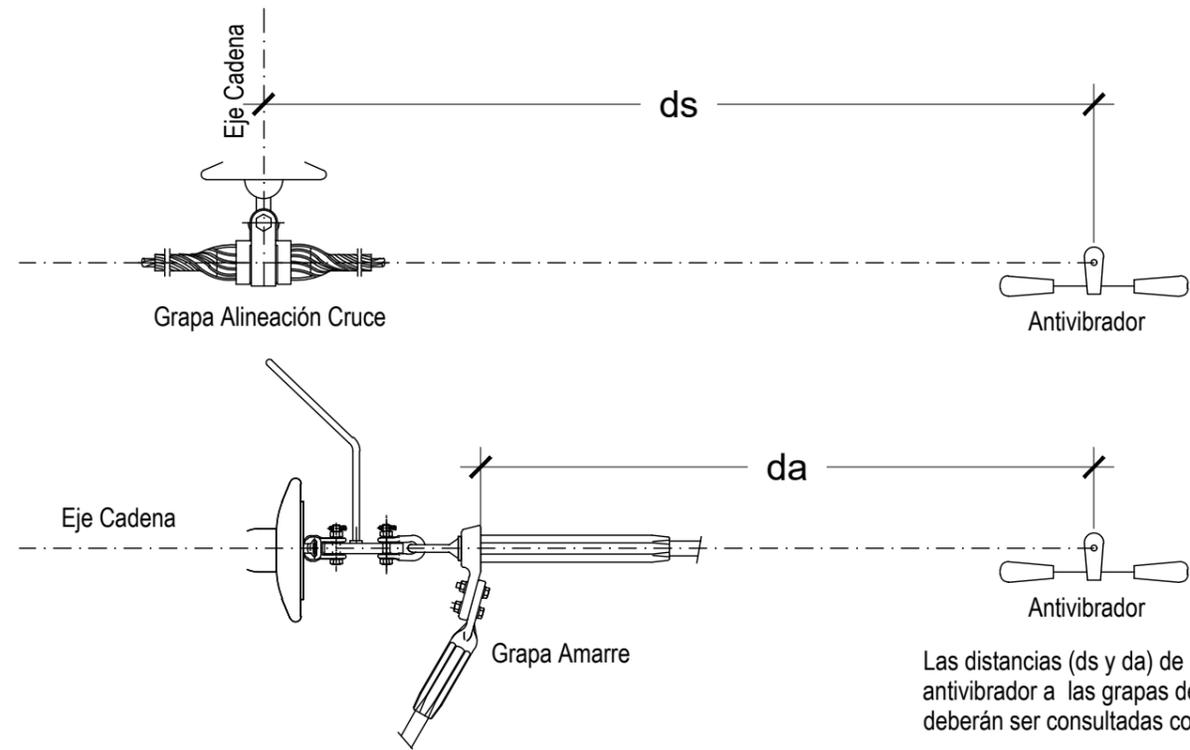
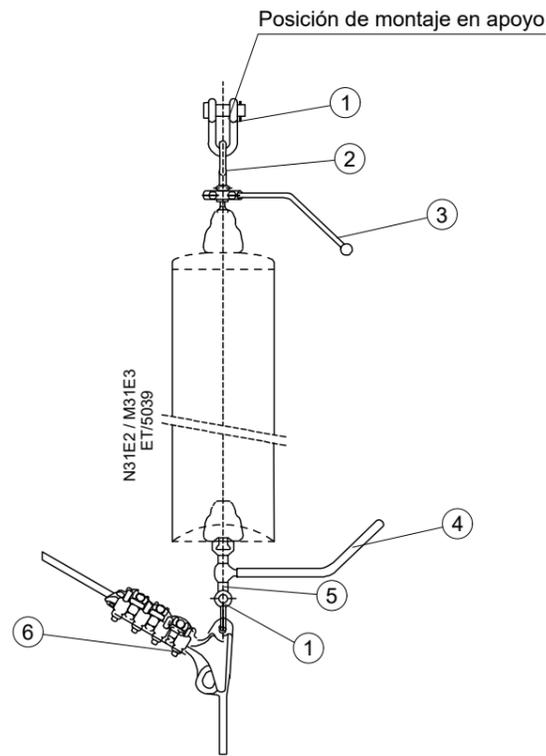
**ESQ. PÓRTICO FORMADO POR 2 SIROCO-110-15u (D=7.90)  
CUPULA DE 3.00 M**



Dimensiones Fundac. (Ct=8 kg/cm <sup>3</sup> )			
h (m)	a (m)	Exc (m <sup>3</sup> )	Total Exc M <sup>3</sup>
2,97	2,14	27,20	27,20
2,97	2,14	27,20	27,20

		CÓDIGO PLANO: 18.21_19 LAT 6.- Detalle Apoyo.dwg	TÍTULO PROYECTO: Proyecto de Ejecución de Línea Eléctrica de Alta Tensión 220 KV Simple Círculo SE Promotores TAFALLA – SE TAFALLA en T.M. TAFALLA	NÚMERO PLANO: <b>6</b>
M. TORRES DESARROLLOS ENERGÉTICOS S.L.		TÍTULO PLANO: <b>Detalle Apoyo</b>	LOCALIZACIÓN: TAFALLA (NAVARRA)	
FECHA		REVISIÓN		
0		JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado N°: 845		
1		GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado N°: 15152		
2				
3				
DISEÑADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	ESCALA
				1/150
FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	Febrero-2021

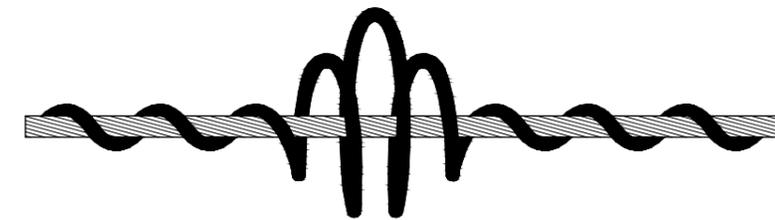
Cadena de Amarre Simplex 220 Kv



Las distancias (ds y da) de separación del antivibrador a las grapas de suspensión y amarre deberán ser consultadas con el fabricante

Lista de Materiales

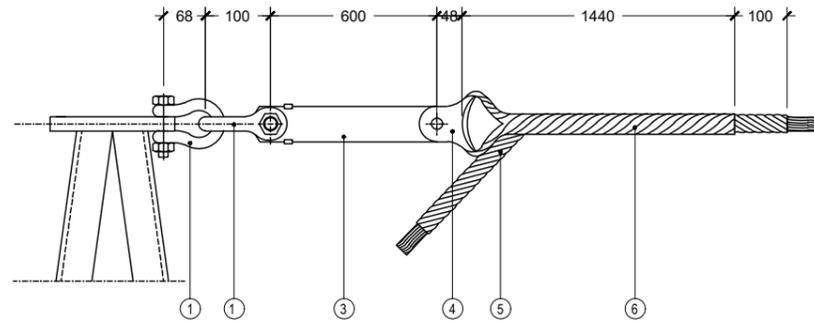
Número	Herraje	Tipo	Cantidad	Carga de Rotura (kg)
1	GRILLETE	GNT	2	18000
2	ANILLA BOLA	ABP 20	1	21500
3	DESCARGADOR SUPERIOR		1	
4	DESCARGADOR INFERIOR		1	
5	ROTULA LARGA	RLP 20/4	1	21500
6	GRAPA AMARRE	GA- 4/T	1	13500



Salvapajaros

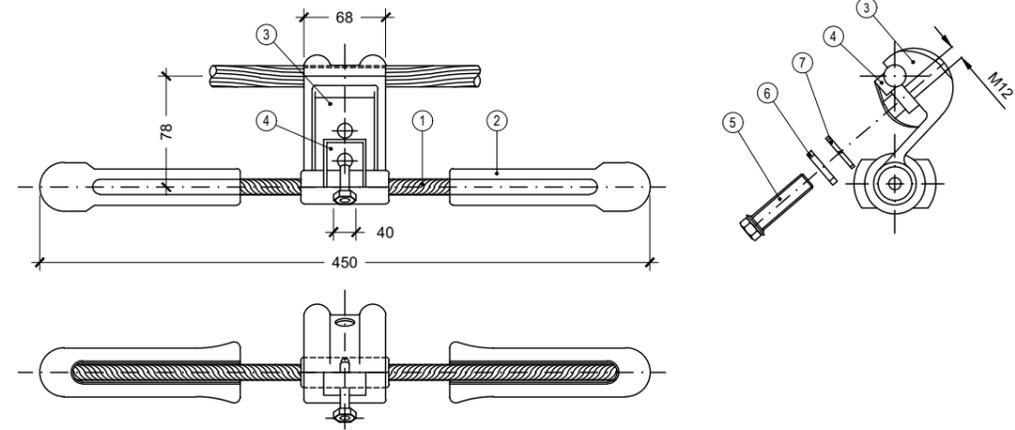
Tamaño mínimo 30 cm de diámetro y 1 metro de longitud

		CÓDIGO PLANO: 18.21_20 LAT 7.- Detalles Herrajes.dwg	TÍTULO PROYECTO: Proyecto de Ejecución de Línea Eléctrica de Alta Tensión 220 KV Simple Circuito SE Promotores TAFALLA – SE TAFALLA en T.M. TAFALLA	NÚMERO PLANO: 7
M. TORRES DESARROLLOS ENERGÉTICOS S.L.		TÍTULO PLANO: <b>Detalles de Herrajes</b>	LOCALIZACIÓN: TAFALLA (NAVARRA)	
FECHA		REVISIÓN		
0		JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº: 845		
1		GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº: 15152		
2		[Signature]		
3		[Signature]		
DISEÑADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	ESCALA
				Sin Escala
FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	Febrero-2021



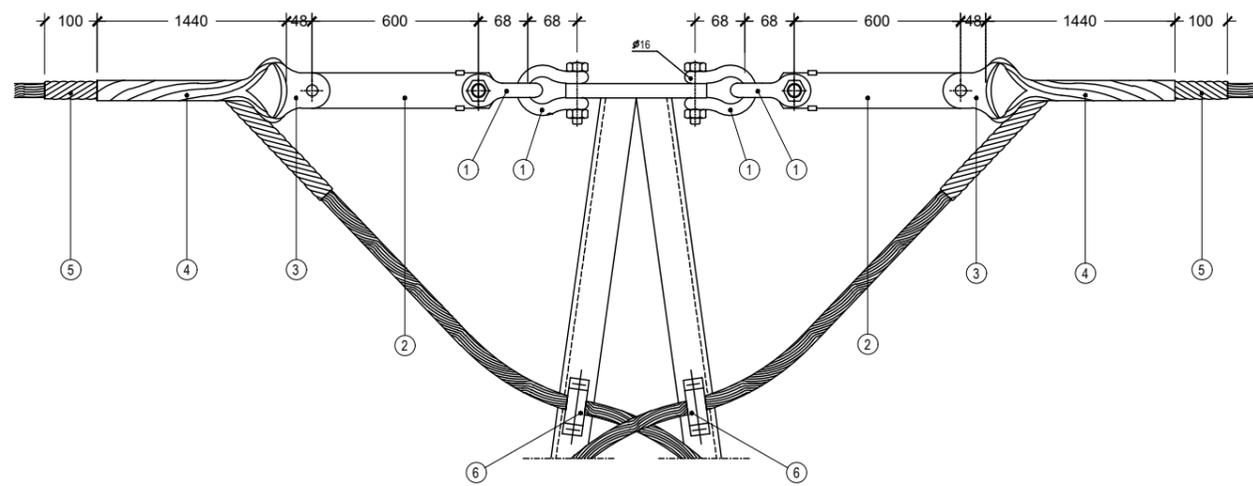
Cadena de Amarre Final para Cable OPGW

POSIC.	REFERENCIA	CANTID.	CARGA DE ROTURA (Kg)	REFERENCIA
6	RETENCION DE ANCLAJE	1	12000	RAAW FO 18.5D
5	VARILLA DE PROTECCION	1	12000	EPAW FO 12L/2600
4	HORQUILLA GUARDACABOS	1	12500	G-16
3	TIRANTE	1	12500	TA-1600
1	GRILLETE RECTO	2	13500	GN-16T
POSIC.	REFERENCIA	CANTID.	CARGA DE ROTURA (Kg)	REFERENCIA



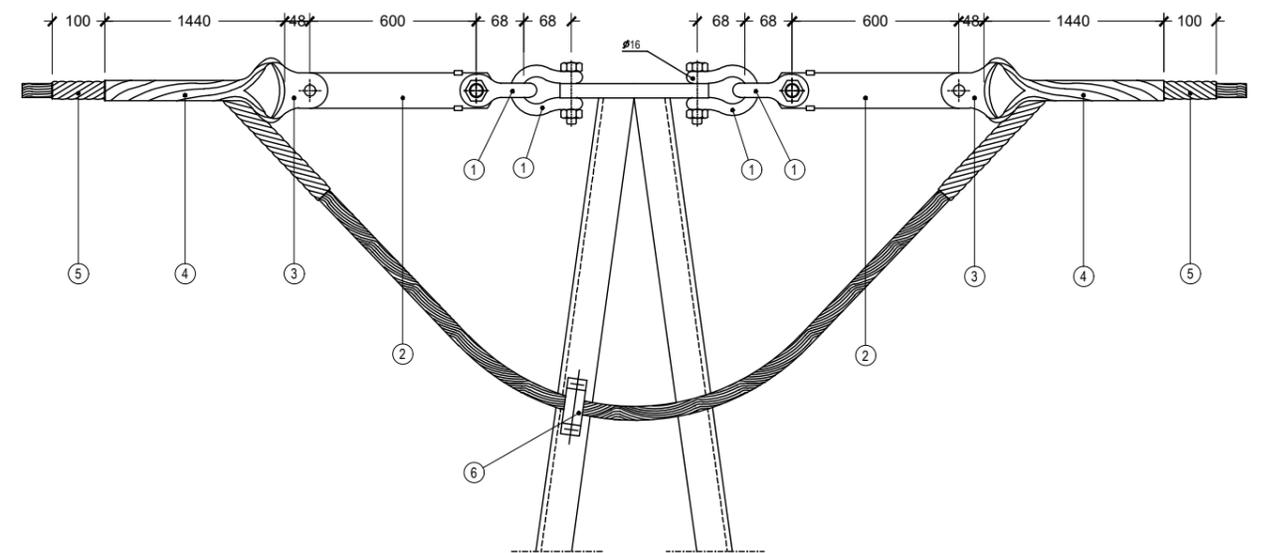
Antivibrador para Conductor

POSIC.	REFERENCIA	CANTID.	CARGA DE ROTURA (Kg)	REFERENCIA
7	ARANDELA GROWER	1		ACERO GALVANIZADO
6	ARANDELA PLANA	1		ACERO GALVANIZADO
5	TORNILLO CABEZA HEXAGONAL M-12	1		ACERO GALVANIZADO
4	ZAPATA	1		ALUMINIO
3	CUERPO	1		ALUMINIO
2	CONTRAPESO	2		ACERO GALVANIZADO
1	CABLE PREFORMADO	2		ACERO GALVANIZADO
POSIC.	REFERENCIA	CANTID.	CARGA DE ROTURA (Kg)	REFERENCIA



Cadena de Amarre Bilateral Bajante para Cable OPGW

POSIC.	REFERENCIA	CANTID.	CARGA DE ROTURA (Kg)	REFERENCIA
6	GRAPA DE CONEXION A TIERRA	2	-	GCSAL-814
5	RETENCION DE ANCLAJE	2	12000	RAAW FO 18.5D
4	EMPALME DE PROTECCION	2	12000	EPAW FO 12L/2600
3	HORQUILLA GUARDACABOS	2	12500	G-16
2	TIRANTE	2	12500	TA-1600
1	GRILLETE RECTO	4	13500	GN-16T
POSIC.	REFERENCIA <td>CANTID.</td> <td>CARGA DE ROTURA (Kg)</td> <td>REFERENCIA</td>	CANTID.	CARGA DE ROTURA (Kg)	REFERENCIA



Cadena de Amarre Bilateral Pasante Cable OPGW

POSIC.	REFERENCIA	CANTID.	CARGA DE ROTURA (Kg)	REFERENCIA
6	GRAPA DE CONEXION A TIERRA	1	-	GCSAL-814
5	RETENCION DE ANCLAJE	2	12000	RAAW FO 18.5D
4	EMPALME DE PROTECCION	2	12000	EPAW FO 12L/2600
3	HORQUILLA GUARDACABOS	2	12500	G-16
2	TIRANTE	2	12500	TA-1600
1	GRILLETE RECTO	4	13500	GN-16T
POSIC.	REFERENCIA <td>CANTID.</td> <td>CARGA DE ROTURA (Kg)</td> <td>REFERENCIA</td>	CANTID.	CARGA DE ROTURA (Kg)	REFERENCIA



CODIGO PLANO: 18.21\_20 LAT 7.- Detalles Herrajes.dwg

TITULO PROYECTO: Proyecto de Ejecución de Línea Eléctrica de Alta Tensión 220 KV Simple Circuito SE Promotores TAFALLA – SE TAFALLA en T.M. TAFALLA

NUMERO PLANO: 7

M. TORRES DESARROLLOS ENERGÉTICOS S.L.

TITULO PLANO: Detalles de Herrajes

LOCALIZACION: TAFALLA (NAVARRA)

HOJA: 2 de 2

FECHA	REVISIÓN
0	JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº: 845
1	GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº: 15152
2	
3	

DISEÑADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	ESCALA
				Sin Escala
FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	Febrero-2021