



---

# LÍNEA ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN 220 KV SIMPLE CIRCUITO

## “SE PROMOTORES TAFALLA – SE TAFALLA”

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

---

PARA SOLICITUD DE  
PROYECTO DE EJECUCIÓN

---

**Situación:** T.M. Tafalla (Navarra)

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

**Fecha:** Febrero de 2021

---



## ÍNDICE

DOCUMENTO 1: MEMORIA DESCRIPTIVA

DOCUMENTO 2: ANEJOS

DOCUMENTO 3: PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO 4: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO 5: MEDICIÓN Y PRESUPUESTO

DOCUMENTO 6: 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

---

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LÍNEA ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN 220 KV SIMPLE CIRCUITO SE PROMOTORES TAFALLA – SE TAFALLA EN T.M. TAFALLA, tiene por objeto 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	21428-1-1:2011	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. 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 descarburado
- 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:

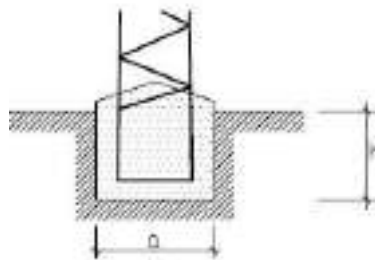
- $$M_r = M_1 + M_2$$

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.

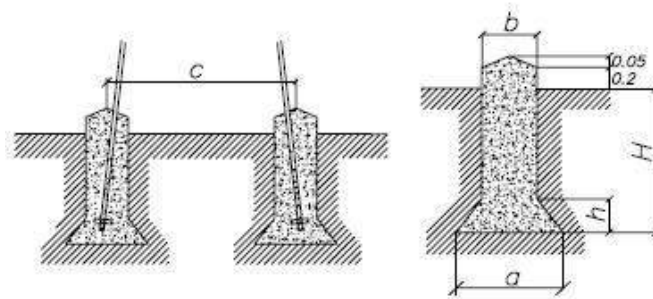
Cuando la pata transmita un esfuerzo de tracción ( $F_t$ ), se opondrá a él el peso del propio macizo de hormigón ( $P_h$ ) más el del cono de tierras arrancadas ( $P_c$ ) con un coeficiente de seguridad de 1,5:

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

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 está 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 ( $V \leq 66\text{kV}$ ), 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.

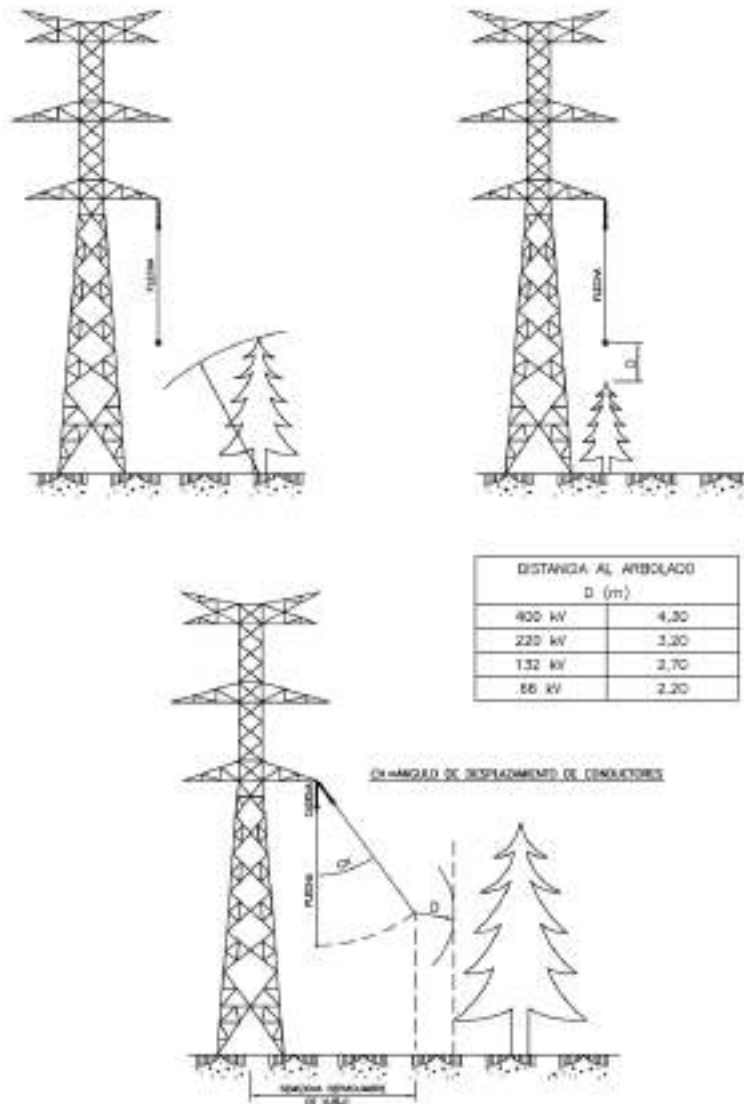
Por tanto, la zona de corta de arbolado se extenderá a las distancias explosivas que se indican a continuación de forma que los árboles queden siempre a esta distancia mínima del conductor de 3,2 m para líneas de 220 kV.

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

---

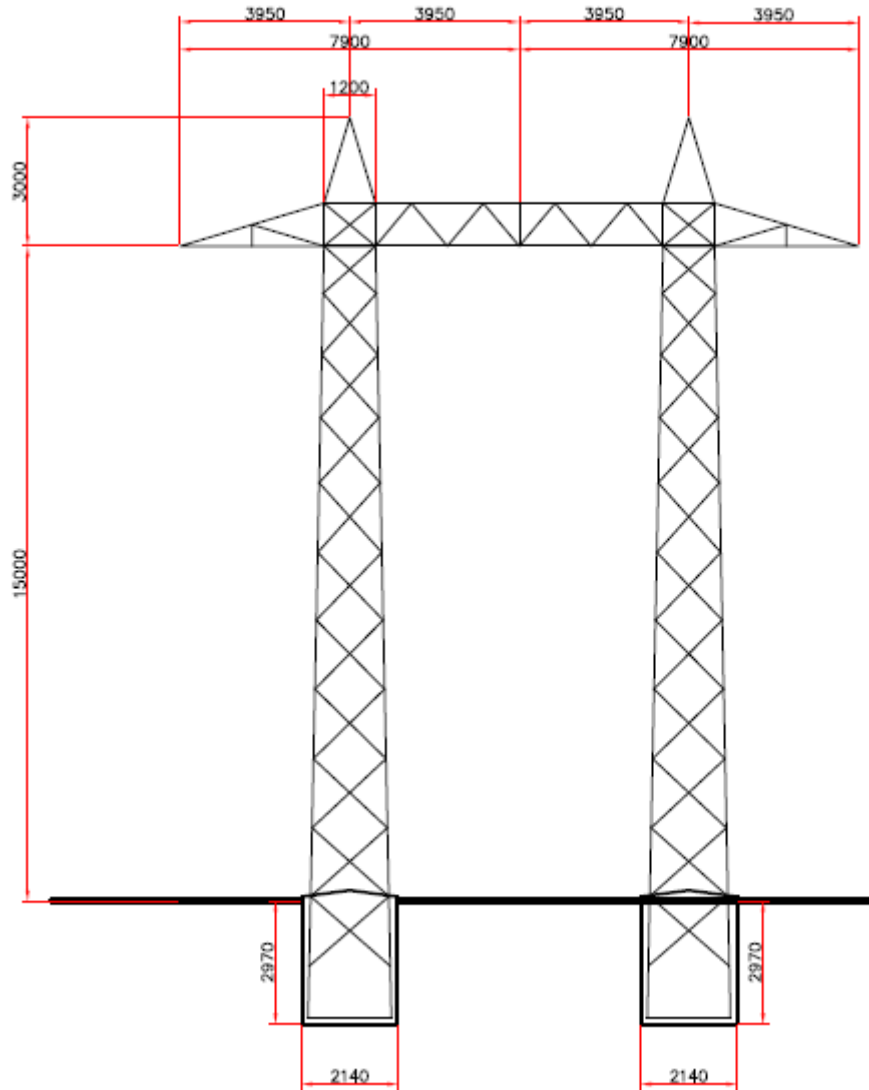
### 13.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

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:

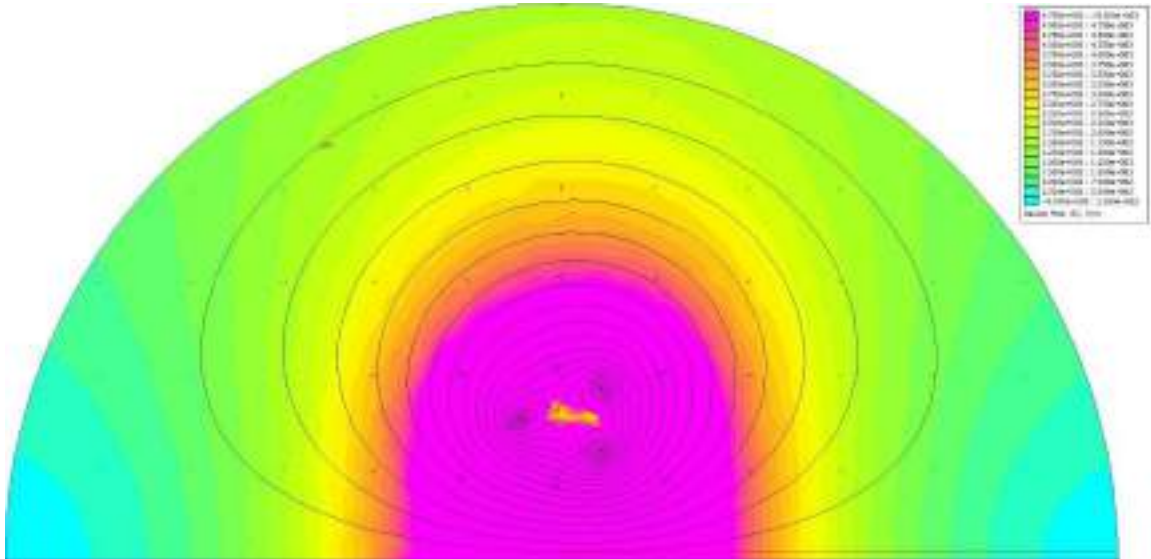
QA carga de los conductores:  $3,90 \cdot 10^{-6}$  C

$\epsilon_0$  permitividad aire: 1

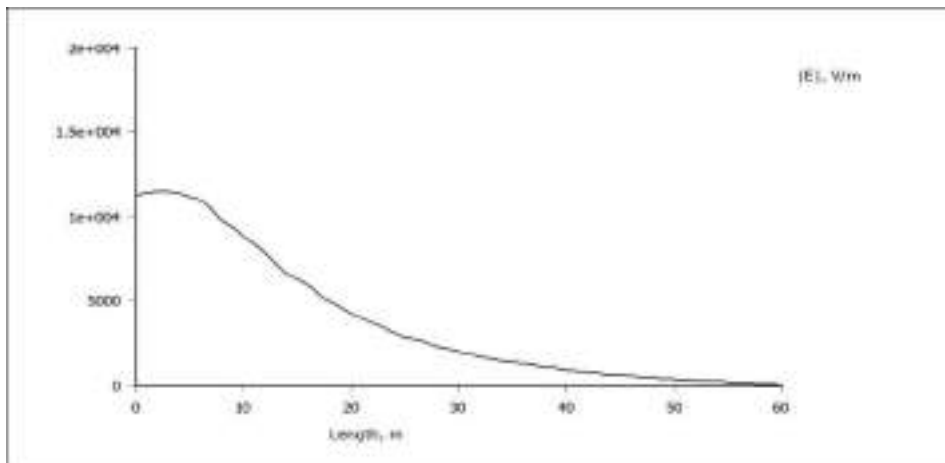
Podemos obtener la intensidad del campo eléctrico en V/m de los 3 conductores a 1 metro de distancia del nivel del suelo.

### 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	$1.63 \times 10^6/f$	$0.2/f$
8 Hz–25 Hz	20	$2 \times 10^6/f$	$2.5 \times 10^{-5}/f$
25 Hz–500 Hz	$5 \times 10^3/f$	$8 \times 10^3$	$1 \times 10^{-3}$
500 Hz–3 kHz	$5 \times 10^3/f$	$2.4 \times 10^3/f$	$0.3/f$
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 at 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	$3.2 \times 10^6/f$	$4 \times 10^{-7}/f$
8 Hz–25 Hz	5	$4 \times 10^6/f$	$5 \times 10^{-7}/f$
25 Hz–50 Hz	5	$1.6 \times 10^5$	$2 \times 10^{-8}$
50 Hz–400 Hz	$2.5 \times 10^3/f$	$1.6 \times 10^5$	$2 \times 10^{-4}$
400 Hz–3 kHz	$2.5 \times 10^3/f$	$6.4 \times 10^3/f$	$8 \times 10^{-5}/f$
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

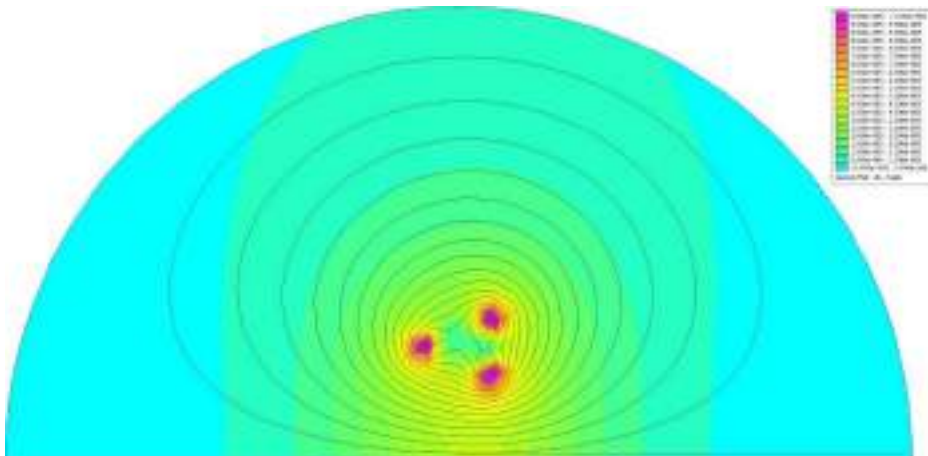
Aplicando la formula anterior obtenernos una corriente por cada conductor de 799 A

### 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:

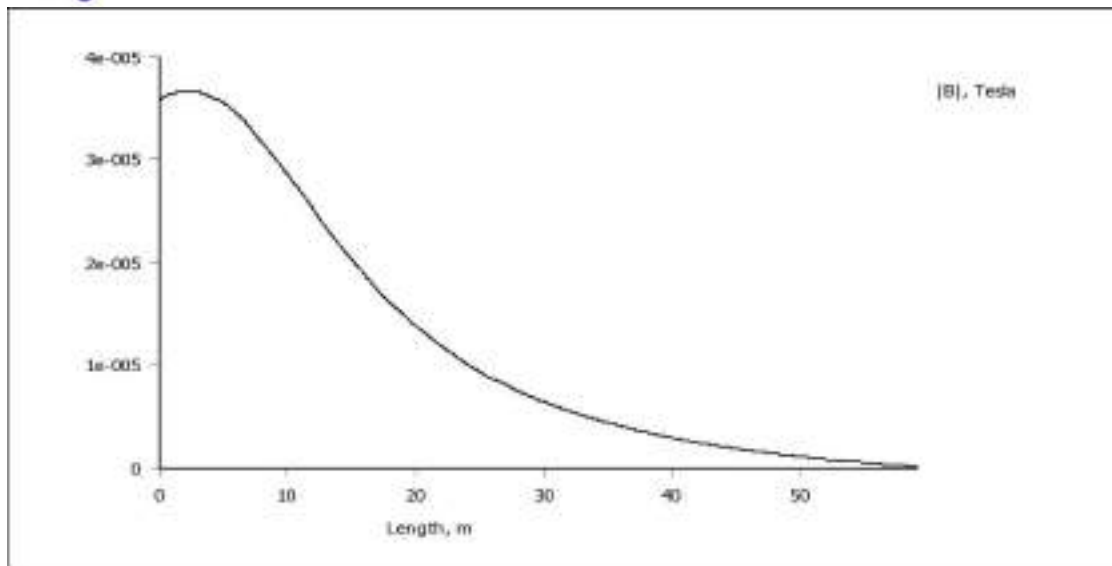
$$B = \oint_L \frac{\mu_0 \cdot I}{4 \cdot \pi} \cdot \frac{dl \cdot \sin(\alpha)}{r^2}$$

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	$1.61 \times 10^3/f$	$0.20f$
8 Hz–25 Hz	20	$2 \times 10^3/f$	$2.5 \times 10^{-3}f$
25 Hz–300 Hz	$5 \times 10^3/f$	$8 \times 10^3$	$1 \times 10^{-3}$
300 Hz–3 kHz	$5 \times 10^3/f$	$2.4 \times 10^3/f$	$0.3f$
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	$3.2 \times 10^3/f$	$4 \times 10^{-5}f^2$
8 Hz–25 Hz	5	$4 \times 10^3/f$	$5 \times 10^{-5}f$
25 Hz–50 Hz	5	$1.6 \times 10^3$	$2 \times 10^{-5}$
50 Hz–400 Hz	$2.5 \times 10^3/f$	$1.6 \times 10^3$	$2 \times 10^{-6}$
400 Hz–3 kHz	$2.5 \times 10^3/f$	$6.4 \times 10^3/f$	$8 \times 10^{-5}f$
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: ANEJOS



## ÍNDICE

---

ANEJO 01: CÁLCULOS

ANEJO 02: TABLAS DE REGULACIÓN Y TENDIDO

ANEJO 03: SELECCIÓN DE APOYOS

ANEJO 04: GESTIÓN DE RESIDUOS

ANEJO 05: PLAN DE DESMANTELAMIENTO

ANEJO 06: RBDA



## ANEJO 01:- CÁLCULOS

## ÍNDICE

---

1.	CALCULO MECÁNICO DE LOS CABLES .....	3
1.1.	TENSIÓN MÁXIMA DEL TENDIDO (TO): .....	3
1.2.	VANO DE REGULACIÓN .....	3
1.3.	ECUACIÓN DE CAMBIO DE CONDICIONES .....	3
1.4.	FLECHA MÁXIMA .....	4
1.5.	DISTANCIAS DE SEGURIDAD .....	5
1.5.1.	DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES AL TERRENO .....	5
1.5.2.	DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES .....	5
1.5.3.	DISTANCIA A MASA .....	6
1.5.4.	DESVIACIÓN DE LA CADENA DE AISLADORES .....	6
1.5.5.	CÚPULA DEL CABLE DE TIERRA .....	7
1.6.	APOYOS. ....	7
1.6.1.	CRITERIOS DE CÁLCULO .....	7
1.6.2.	ACCIONES CONSIDERADAS .....	8
2.	CÁLCULOS ELÉCTRICOS .....	11
2.1.	CUADRO RESUMEN CALCULOS ELÉCTRICOS POR CIRCUITO .....	11
2.2.	RESISTENCIA ELÉCTRICA DE LA LÍNEA .....	12
2.3.	REACTANCIA DEL CONDUCTOR .....	12
2.4.	DENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE .....	13
2.5.	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE .....	13
2.6.	POTENCIA MÁXIMA A TRANSPORTAR .....	14
2.7.	CAÍDA DE TENSIÓN .....	14
2.8.	PÉRDIDA DE POTENCIA .....	15
2.9.	RENDIMIENTO DE LA LÍNEA. ....	15
2.10.	CAPACIDAD MEDIA DE LA LÍNEA: .....	15
2.11.	EFFECTO CORONA .....	16

## 1. CALCULO MECÁNICO DE LOS CABLES

---

### 1.1. TENSIÓN MÁXIMA DEL TENDIDO (T<sub>o</sub>):

La tensión horizontal del conductor en las condiciones iniciales (T<sub>o</sub>), se realizará teniendo en cuenta las condiciones siguientes:

**a)** Que el coeficiente de seguridad a la rotura, sea como mínimo igual a 2,5 en las condiciones atmosféricas que provoquen la máxima tensión de los conductores según apartado 3.2.1 de ITC07 del R.L.A.T.

**b)** Que la tensión de trabajo de los conductores a una temperatura media según la zona (15 °C para Zona A y 10 °C para Zona B o C) sin ninguna sobrecarga, no exceda del un porcentaje de la carga de rotura recomendado. Este fenómeno es el llamado E.D.S. (Every Day Stress).

### 1.2. VANO DE REGULACIÓN

El vano ideal de regulación, limitado por dos apoyos de amarre, viene dado por:

$$a_r = \frac{\sum \frac{b_i^3}{a_i^2}}{\sum \frac{b_i^2}{a_i}} \sqrt{\frac{\sum a_i^3}{\sum \frac{b_i^2}{a_i}}}$$

- ar: Longitud proyectada del vano de regulación (m).
- bi: Distancia en línea recta entre los dos puntos de fijación del conductor en el vano i.(m)
- ai: Proyección horizontal de bi (m)

### 1.3. ECUACIÓN DE CAMBIO DE CONDICIONES

La “ecuación de cambio de condiciones” nos permite calcular la componente horizontal de la tensión para unos valores determinados de sobrecarga (que será el peso total del conductor y cadena + sobrecarga de viento o nieve, si existiesen) y temperatura, partiendo de una situación de equilibrio inicial de sobrecarga, temperatura y tensión mecánica. Esta ecuación tiene la forma:

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



$$A = \alpha * (\theta - \theta_0) * S * E - T_0 + \frac{a_r^2}{24} * \frac{P_0^2}{T_0^2} * S * E \quad ; \quad B = \frac{a_r^2 * P^2}{24} * S * E$$

- ar: Longitud proyectada del vano de regulación (m).
- To: Tensión horizontal en las condiciones iniciales (kg).
- $\theta_0$ : Temperatura en las condiciones iniciales (°C).
- Po: Sobrecarga en las condiciones iniciales según zona donde nos encontremos (kg/m).
- T: Tensión horizontal en las condiciones finales (kg).
- $\theta$ : Temperatura en las condiciones finales (°C).
- P: Sobrecarga en las condiciones finales (kg/m).
- S: Sección del conductor (mm<sup>2</sup>).
- E: Módulo de elasticidad del conductor (kg/mm<sup>2</sup>).
- $\alpha$ : Coeficiente de dilatación lineal del conductor (m/°C).

Como se señaló anteriormente, la sobrecarga en condiciones finales será:

$$P = P_{\text{cond}} + \text{Sobrecarga hielo o viento}$$

#### 1.4. FLECHA MÁXIMA

Las flechas que se alcanzan en cada vano, se han calculado utilizando la ecuación de Truxá:

$$f = \frac{p * a * b}{8 * T} * \left(1 + \frac{a^2 * p^2}{48 * T^2}\right)$$

- a: Longitud proyectada del vano (m).
- h: Desnivel (m).
- b: Longitud real del vano (m)  $\rightarrow b = \sqrt{a^2 + h^2}$
- T: Componente horizontal de la tensión (kg).
- p: Peso del conductor por metro lineal en las condiciones consideradas (kg/m).





El tendido de la línea se realizará de modo que la curva catenaria mantenga una distancia al terreno mínima de 7 metros.

## 1.5. DISTANCIAS DE SEGURIDAD

### 1.5.1. Distancia de los conductores al terreno

De acuerdo con el apartado 5.5 de la ITC07 del R.L.A.T., En todo momento la distancia de los conductores al terreno deberá ser superior a:

$$D_{add} + D_{el} = 5,3 + D_{el} \text{ (con un mínimo de 6 m.)}$$

A nuestro nivel de tensión de 220 kV le corresponde una  $D_{el}$  de 1,7 m.

Por tanto, obtenemos una distancia mínima de:  $D_{add} + D_{el} = 7$  metros.

-  $D_{add} + D_{el}$ : Distancia del conductor inferior al terreno, en metros.

### 1.5.2. Distancia entre conductores

La distancia mínima de los conductores entre sí viene marcada por el artículo 5.4.1 de la ITC07 del R.L.A.T., esto es:

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

- D: Separación entre conductores de fase del mismo circuito o circuitos distintos en metros.
- K: Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento, que se tomará de la tabla 16 del apartado 5.4.1 de la ITC07 del R.L.A.T..
- F: Flecha máxima en metros, para las hipótesis según el apartado 3.2.3 de la ITC07 del R.L.A.T. (m).
- L: Longitud en metros de la cadena de suspensión. En el caso de conductores fijados al apoyo por cadenas de amarre o aisladores rígidos  $L=0$ .
- $D_{pp}$ : Distancia mínima aérea especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido. Los valores de  $D_{pp}$  se



indican en el apartado 5.2 de la ITC07 del R.L.A.T., en función de la tensión más elevada de la línea.

### 1.5.3. Distancia a masa

Según el artículo 5.4.2 de la ITC07 del R.L.A.T. la separación mínima entre los conductores y sus accesorios en tensión y los apoyos, no será inferior a Del.

- Del: Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido. Del puede ser tanto interna, cuando se consideran distancias del conductor a la estructura de la torre, como externa, cuando se considera una distancia del conductor a un obstáculo. Los valores de este parámetro están en la tabla 15 del apartado 5.2 de la ITC07 del R.L.A.T.

En nuestro caso: Del= 1,7 metros.

Si esta distancia es menor que la mínima que establece el reglamento, 0,2 metros, se cogerá esta distancia mínima.

### 1.5.4. Desviación de la cadena de aisladores

Se calcula el ángulo de desviación de la cadena de aisladores en los apoyos de alineación, con presión de viento mitad de lo establecido con carácter general, según la ecuación:

$$tg\gamma = \frac{K_v * d * \left(\frac{a_1 + a_2}{2}\right) + \frac{E_c}{2}}{P\left(\frac{a_1 + a_2}{2}\right) + T_{-\frac{v}{2}} * \left(\frac{h_1}{a_1} + \frac{h_2}{a_2}\right) + \frac{P_c}{2}}$$

- $\gamma$ : Ángulo de desviación.
- $E_c$ : Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores (kg).
- $P_c$ : Peso de cada cadena (kg).

- a1 y a2: Longitud proyectada del vano anterior y posterior (m).
- h1 y h2: Desnivel de vano anterior y posterior (m).
- $Tt+v/2$ : Componente horizontal de la tensión según Zona con sobrecarga 1/2 de viento a 120 km/h.
- d: Diámetro del conductor (m).
- P: Peso unitario del conductor (kg/m).
- Kv: Presión mitad del viento (kg/m<sup>2</sup>).

### 1.5.5. Cúpula del cable de tierra

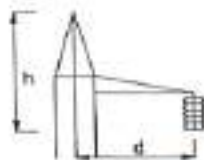
En el cálculo de la cúpula para el cable de tierra se recomienda que el ángulo que forma la vertical que pasa por el punto de fijación del cable de tierra con la línea determinado por este punto y el conductor de fase no exceda de 35°.

Así la altura mínima de la cúpula

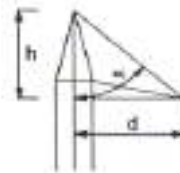
$$\operatorname{tg} 35 = \frac{d}{h_{\min}}; \quad h_{\min} = \frac{d}{\operatorname{tg} 35};$$

Estas distancias, para apoyos de amarre y suspensión, son las siguientes:

Apoyos de suspensión:



Apoyos de amarre:



## 1.6. APOYOS.

### 1.6.1. Criterios de cálculo

Se calcularán los apoyos estudiando las cargas a las que están sometidos bajo cuatro hipótesis diferentes: Hipótesis de Viento, Hipótesis de Hielo, Hipótesis de Hielo + Viento, Hipótesis de Desequilibrio de fases e Hipótesis de Rotura de conductores. El análisis de tales hipótesis estará condicionado por la función del apoyo y por la zona en la que se encuentra (Zona A, B o C)

## 1.6.2. Acciones consideradas

### Cargas verticales:

- **Carga vertical permanente (Pvp):**

$$P_{vp} = n \cdot \left[ P_{cond} \cdot \left( \frac{a_1 + a_2}{2} \right) + P_{cad} + T \cdot \left( \frac{h_1}{a_1} + \frac{h_2}{a_2} \right) \right] \text{ (kg)}$$

Siendo:

- a1 y a2: Longitud proyectada del vano anterior y posterior.
- Pcond: Peso propio del conductor.
- Pcadl: Peso de la cadena, aisladores más herrajes.
- n: Número de conductores.
- h1 y h2: Desnivel del vano anterior y posterior (m).
- T: Tensión máxima del conductor en la hipótesis considerada (Kg).

- **Sobrecarga por hielo (Sh):**

$$S_h = P_h \cdot \left( \frac{a_1 + a_2}{2} \right) \cdot n$$

- Ph: Sobrecarga de hielo. En zona B =  $0,18 \cdot \sqrt{d}$  (Kg/m); en zona C =  $0,36 \cdot \sqrt{d}$  (kg/m).

Siendo d el diámetro del conductor (mm).

### Cargas horizontales:

- **Fuerza del viento sobre un apoyo de alineación (F):**

$$F = q \cdot d \cdot \left( \frac{a_1 + a_2}{2} \right) \text{ (kg)}$$



$q$ :: Presión del viento sobre el conductor (Kg/m<sup>2</sup>). Siendo  $q = 60 \cdot \left(\frac{V_v}{120}\right)^2$  Kg/m<sup>2</sup> cuando

$d \leq 16\text{mm}$  y  $q = 50 \cdot \left(\frac{V_v}{120}\right)^2$  kg/m<sup>2</sup> cuando  $d \geq 16\text{mm}$ .

$d$ : diámetro del conductor en mm.

- **Resultante de ángulo (Ra):**

$$R_a = T \cdot 2 \cdot n \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \text{ (mg)}$$

Siendo, al igual que antes,  $\alpha$  el ángulo interno que forman los conductores entre sí

- **Desequilibrio de tracciones (Dt):**

Se denominan desequilibrio de tracciones al esfuerzo longitudinal existente en el apoyo, debido a la diferencia de tensiones en los vanos contiguos. Los desequilibrios se consideran como porcentajes de la tensión máxima aplicada a todos los conductores.

$$D_t = \% \cdot T_{m\acute{a}xima}$$

- Desequilibrio en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de asilamiento de suspensión:

Un >66kV, 15%, aplicados en los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.

Un ≤66kV, 8%, distribuidos en el eje a la altura de los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.

- Desequilibrio en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de amarre:

Un >66kV, 25%, aplicados en los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.

Un ≤66kV, 15%, distribuidos en el eje a la altura de los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.

- Desequilibrio en apoyos de anclaje:

Un >66kV, 50%, aplicados en los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.

Un ≤66kV, 50%, distribuidos en el eje a la altura de los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.

- Desequilibrio en apoyos de fin de línea:

100% de las tracciones unilaterales de todos los conductores y cables de tierra, considerándose aplicado cada esfuerzo en el punto de fijación del correspondiente conductor o cable de tierra al apoyo. Se deberá tener en cuenta la torsión a que estos esfuerzos pudieran dar lugar.

- Desequilibrios muy pronunciados:

Deberá analizarse el desequilibrio de tensiones de los conductores en las condiciones más desfavorables de los mismos. Si el resultado de este análisis fuera más desfavorable que los valores fijados anteriormente, se aplicarán estos.

- Desequilibrio en apoyos especiales:

Desequilibrio más desfavorable que puedan ejercer los conductores. Se aplicarán los esfuerzos en el punto de fijación de los conductores.

- **Rotura de conductores (R<sub>c</sub>):**

La rotura de conductores se aplica con un % de la tensión máxima del conductor roto.

$$R_c = \% \cdot T_{m\acute{a}xima}$$

- Rotura de conductores en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de asilamiento de suspensión:

Rotura de un solo conductor o cable de tierra.

Esfuerzo de rotura aplicable (% de la tensión del cable roto):

El 50% en líneas de 1 ó 2 conductores por fase.

El 75% en líneas de 3 conductores.

No se considera reducción en líneas de 4 o más conductores por fase.

- Rotura de conductores en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de amarre:

Rotura de un solo conductor o cable de tierra. Sin reducción alguna en la tensión.

- Rotura de conductores en apoyos de anclaje:

Esfuerzo de rotura aplicable (% de la tensión total del haz de fase):

El 100% para líneas con un conductor por fase.

El 50% para líneas con 2 o más conductores por fase.

- Rotura de conductores en apoyos de fin de línea.

Se considerará este esfuerzo como en los apoyos de anclaje, pero suponiendo, en el caso de las líneas con haces múltiples, los conductores sometidos a la tensión mecánica que les corresponda, de acuerdo con la hipótesis de carga.

- Rotura de conductores en apoyos especiales.

Se considerará el esfuerzo que produzca la sollicitación más desfavorable para cualquier elemento del apoyo.

## 2. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

### 2.1. CUADRO RESUMEN CALCULOS ELÉCTRICOS POR CIRCUITO

Cálculos eléctricos	Valores
TENSIÓN DE LA LÍNEA (kV)	220
RESISTENCIA DE LA LÍNEA (Ohmios)	0,0179
REACTANCIA INDUCTIVA MEDIA (Ohmios/Km)	0,4289
REACTANCIA INDUCTIVA MEDIA DE LA LÍNEA (Ohmios)	0,1061
CAPACIDAD MEDIA	0,0086
TENSIÓN CRÍTICA DISRUPTIVA A 15 °C Y AMBIENTE HÚMEDO (kV)	134
PÉRDIDAS DE POTENCIA POR EFECTO CORONA (kW/km fase)	0,4040
DENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE (A/mm <sup>2</sup> )	1,7680
INTENSIDAD MÁXIMA (A)	803,5612
POTENCIA MÁXIMA A TRANSPORTAR (kW)	244958
CAÍDA DE TENSIÓN MÁXIMA (V)	109,37
CAÍDA DE TENSIÓN MÁXIMA (%)	0,0497
MÁXIMA POTENCIA PERDIDA (kW)	34,7214
MÁXIMA POTENCIA PERDIDA (%)	0,0142
RENDIMIENTO DE LA LÍNEA (%)	99,9858

## 2.2. RESISTENCIA ELÉCTRICA DE LA LÍNEA

- La resistencia de la línea será:  $R_L = [L(Km) \cdot R(\Omega / Km)] / n^{\circ}$

Donde:

- L (Km) = Longitud de la línea.
  - R ( $\Omega / Km$ ) = Resistencia eléctrica del conductor a 20°C de temperatura.
  - RL ( $\Omega$ ) = Resistencia total de la línea.
  - n° = Número de conductores por fase.
- 
- Por lo tanto:  $RL = [0,24964 ( km ) * 0,0718 ( \Omega / Km )] / 1 = 0,0179 ( \Omega )$

## 2.3. REACTANNCIA DEL CONDUCTOR

La reactancia kilométrica de la línea se calcula empleando la siguiente fórmula:

$$X = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot \frac{\mu}{2 \cdot n + 4,605 \cdot \log(D/r)} \cdot 10^{-4} \Omega / Km.$$

- X= Reactancia aparente en ohmios por kilómetro.
- f= Frecuencia de la red en hercios=50.
- r= Radio equivalente del conductor en milímetros.
- D= Separación media geométrica entre conductores en milímetros.
- $\mu$ = Permeabilidad magnética del conductor. Para conductores de cobre, acero-aluminio y aluminio tiene un valor de 1.
- n° = Número de conductores por fase.

La separación media geométrica (D) la calculamos como:





$$D = \sqrt[3]{d_{12} * d_{23} * d_{13}}$$

Por lo tanto

$$X = 0,4289 \Omega/\text{Km}.$$

## 2.4. DENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

La densidad máxima admisible de un conductor, en régimen permanente, para corriente alterna y frecuencia de 50 Hz, se deduce de la tabla 11 del apartado 4.2 del de la ITC07 del R.L.A.T.

Para un conductor de Acero-Aluminio, LA-455 (402-AL1/52-ST1A), de 454,5 mm<sup>2</sup> de sección y configuración 54+7 la densidad de corriente máxima admisible es la siguiente:

$$D \text{ máx.admi.} = 1,7680 \text{ A/mm}^2.$$

## 2.5. INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

La corriente máxima que puede circular por nuestro cable LA-455 (402-AL1/52-ST1A) elegido, teniendo en cuenta que tiene una sección de 454,5 mm<sup>2</sup>, es de:

$$I_{\text{máx}} = D_{\text{máx adm.}} * S * n^{\circ} \text{ conductores/fase}$$

Siendo:

- I = Intensidad de corriente máxima en A.
- S = Sección del conductor (mm<sup>2</sup>)
- D<sub>máx.adm.</sub> = Densidad de corriente máxima soportada por el cable (A/mm<sup>2</sup>).

Entonces:

$$\circ I_{\text{máx}} = 1,7680 \text{ A/mm}^2 * 454,5 \text{ mm}^2 * 1 = 803,5612 \text{ A}$$



## 2.6. POTENCIA MÁXIMA A TRANSPORTAR

La máxima potencia que se puede transportar por esta línea, atendiendo al tipo de conductor usado es de:

$$P_{\text{máx}} = \sqrt{3} * V * \cos \varphi * I_{\text{máx}}$$

Siendo:

- P = Potencia en kW.
- V = tensión en kV.
- $\cos \varphi$  = Factor de potencia .

Entonces:  $P_{\text{máx}} = \sqrt{3} * 0,8 * 220 \text{ kV} * 803,5612 \text{ A} = 244.958 \text{ kW}$

## 2.7. CAÍDA DE TENSIÓN.

La caída tensión viene dada por la fórmula:

$$e = \sqrt{3} * I * L * (R.\cos\theta + X.\text{sen}\theta)$$

Siendo:

- e = Caída de tensión (V.).
- L = Longitud de la línea (Km.).

Por lo tanto tenemos una caída de tensión:

$$e = \sqrt{3} * 803,5612 \text{ (A)} * 0,25 \text{ (Km)} * [ 0,07 \text{ (}\Omega/\text{Km)} * 0,8 + 0,4289 \text{ (}\Omega/\text{Km)} * 0,6 ] = 109,37 \text{ V}$$

En tanto por ciento, la caída de tensión en la línea será de 0,0497 % , que es menor que el 5% recomendable.

## 2.8. PÉRDIDA DE POTENCIA

La pérdida de potencia que, por el efecto Joule, se produce en la línea viene dada por la expresión:

$$P_p = 3 * R * I^2 * L$$

Por lo tanto la potencia perdida es de:

$$P_p = 3 * 0,07 (\Omega/\text{Km}) * 803,56122^2 (\text{A}) * 0,25 (\text{km}) = 34,7214 \text{ kW}$$

Lo que supone un 0,0142 % de la máxima potencia transportada.

## 2.9. RENDIMIENTO DE LA LÍNEA.

Viene dado por la expresión:

$$\mu = (\text{Pot. total} - \text{Pot. perdida}) * 100 / \text{Pot. total}$$

$$\mu = (244958 (\text{kW}) - 34,7214 (\text{kW})) * 100 / 244958 (\text{kW}) = 99,9858 \%$$

## 2.10. CAPACIDAD MEDIA DE LA LÍNEA:

Viene dado por la expresión:

$$\beta = 0,0242 / \log(D/r)$$

- r= Radio equivalente del conductor en milímetros.

- D= Separación media geométrica entre conductores en milímetros.

$$\beta = 0,0086 (\mu\text{F}/\text{Km})$$



## 2.11. EFECTO CORONA

La tensión crítica disruptiva:

$$U_c = 29,8/\sqrt{2} * m_c * m_t * 298/(273+\theta) * \text{Exp}(-h/8150) * r * n^{\circ}\text{conductores/fase} * \ln(D/r_{eq})$$

Donde las consideraciones que se han tenido en cuenta son las siguientes:

- $m_c$  = Coeficiente de rugosidad de la superficie del conductor (0,85 para cables)
- $\theta$  = Temperatura ambiente (EDS)
- $h$  = Cota máxima del terreno en metros.
- $r$  = Radio del conductor en centímetros.
- $r_{eq}$  = Radio equivalente del conductor en milímetros.
- $m_t$  = Coeficiente del estado del tiempo (0,8 para tiempo húmedo)
- $D$  = Separación media geométrica entre conductores en milímetros.

$$U_c = 134 \text{ (kV)}$$

Existirán pérdidas corona siempre que la tensión crítica de aparición de descargas corona en valor eficaz  $U_c$ , sea inferior a la tensión máxima fase neutro de la línea  $U_s / \sqrt{3}$ , donde  $U_s$  es la tensión más elevada de la línea.

Las pérdidas por efecto corona en un conductor evaluadas por Peek, corresponden a la expresión siguiente:

$$P_{\text{corona}} = 241 * (f + 25) * (U_s / \sqrt{3} - U_c)^2 * \sqrt{(r/D)} * 10^{-5} \text{ (kW/km fase)}$$

$$P_{\text{corona}} = 0,4040 \text{ (kW/km fase)}$$



## ANEJO 02:- TABLAS DE REGULACIÓN Y TENDIDO



## ÍNDICE

---

1. TABLA DE TENDIDO DE LOS CONDUCTORES.....	3
2. TABLA DE TENDIDO DEL CONDUCTOR DE PROTECCIÓN.....	4

# 1. TABLA DE TENDIDO DE LOS CONDUCTORES



Ctra. Madrid - Cádiz Km. 532  
Apdo. de correos 13.214 - 41.089 Sevilla  
Telf: +(34) 95 451 99 66 - Fax +(34) 95 425 16 25

## FLECHAS Y TENSIONES

LA 455 ( 402-ALL/52-ST1A ) (I)

### Zona A

Lim.1 a -5° + V 2835 daN  
Lim. 2 a 15° 22% ( 2730,12daN)

### Zona C

Lim.1 a -20° + H 4071,15daN  
Lim. 2 a 10° 18% ( 2233,74daN)

### Zona B

Lim.1 a -15° + H 4218,3 daN  
Lim. 2 a 10° 22% ( 2730,12daN)

### Zona USUARIO

limite 1 a -30° + H 4071,15 daN

Sección 454,5 mm<sup>2</sup>  
Peso 1,521 Kg/m  
Carga de Rotura 12409,65 Kg  
Coef. Dilatación 1,93E-05 1/°C  
Módulo Elasticidad 6867 Kg/mm<sup>2</sup>  
Diámetro aparente 27,72 mm  
Viento sobre conductor 1,386 Kg/m

Tensas en daN. Flechas en metros. Vanos en metros. Cs es la relación entre la carga de rotura del cable y su tracción máxima.

A. Ini. A. Fin.	Vano	Vano Regul.	T F	CONDICIONES EN ZONA A												Cs
				5°	4°	3°	30°	25°	15°	15°+V	10°	0°	-5°	-5°+1/2 V	-5°+V	
0 1	30,2	30,2	T	230	244	253	262	273	2,4%	400	314	353	378	413	500	24,54
			F	0,74	0,7	0,68	0,65	0,63	0,57	0,58	0,54	0,48	0,45	0,46	0,47	
1 2	104,1	104,1	T	1153	1288	1370	1464	1571	14,79%	2158	1994	2367	2579	2651	2835	4,37
			F	1,75	1,57	1,48	1,38	1,29	1,1	1,28	1,01	0,85	0,78	0,84	0,97	
2 P	51,9	51,9	T	296	306	312	317	324	2,72%	456	345	361	370	407	500	24,36
			F	1,71	1,63	1,62	1,59	1,56	1,5	1,51	1,46	1,4	1,36	1,37	1,38	

## 2. TABLA DE TENDIDO DEL CONDUCTOR DE PROTECCIÓN



Ctra. Madrid - Córdoba, 222  
Apdo. de correos 23.314 - 41.016 Sevilla  
Tel: +34 95 421 90 66 - Fax: +34 95 421 26 25

### FLECHAS Y TENSIONES

#### OPGW 48 (1)

##### Zona A

Lim. 1 a -5° - Y 1982.605  
Lim. 2 a 10° 20% (1549.640)

##### Zona C

Lim. 1 a 20° - X 2099.605  
Lim. 2 a 10° 20% (1549.640)

##### Sección

180 mm<sup>2</sup>  
Peso 0.634 Kg/m  
Carga de Rotura 7948 daN  
Coef. Dilatación 1.3E-05 3°C  
Módulo Elasticidad 11772 daN/mm<sup>2</sup>  
Diámetro aparente 17 mm  
Viscosidad del conductor 1.157 daN/m

##### Zona B

Lim. 1 a -15° - H 2293.605  
Lim. 2 a 10° 20% (1549.640)

##### Zona USUARIO

Lim. 1 a -30° - H 2293.605

Tensiones en daN, Flechas en metros, Viscos en metros. Cx es la relación entre la carga de rotura del cable y su tensión máxima

A. Del A. Fa.	Visos	Visos Regul.	T F	CONDICIONES EN ZONA A												Cx
				0°	4°	8°	12°	16°	20°	24°	28°	32°	36°	40°	44°	
1	28.2	28.2	T	159	131	108	148	-133	2.52%	331	208	257	304	374	-580	13.68
F	0.31	0.47	0.44	0.42	-0.38	6.34	0.37	0.3	0.34	0.7	0.22	0.26				
1	153	119	T	734	806	848	892	940	11.71%	1672	1058	1325	1424	1689	1862	3.96
F	2.44	2.25	2.11	2	1.88	1.67	2.29	1.56	1.25	1.26	1.53	1.92				
2	68.8	68.8	T	180	198	212	208	210	3.8%	421	218	238	245	332	380	15.99
F	1.02	0.81	0.78	0.74	0.7	0.62	0.69	0.59	0.5	0.5	0.45	0.48	0.53			





## ANEJO 03:- SELECCIÓN DE APOYOS



## ÍNDICE

---

1. CONDICIONES DE CÁLCULO.....	3
2. ESFUERZO SOBRE LOS APOYOS. HIPÓTESIS DE CARGA.....	4
3. APOYOS SELECCIONADOS .....	5

# 1. CONDICIONES DE CÁLCULO



Ctra. Madrid - Cádiz Km. 532  
Apdo. de correos 13.314 - 41.000 Sevilla  
Telf. +(34) 95 431 99 66 - Fax +(34) 95 423 16 25 -

## CONDICIONES DE CÁLCULO

La velocidad del viento para el cálculo es de 120 Km/h.

Condiciones Limitantes del Tense

	Zona A	Zona B	Zona C	Zona U
Límite 1	-5°+V v.a.			
Límite 2	15° %			
Límite 3				
Límite 4				
Límite 5				

v.a. condición con tense en valor absoluto.  
% condición con tense en % de la carga de rotura.

Condiciones de Tracción Máxima

	Zona A	Zona B	Zona C	Zona U
Cond. 1	-5°+V			
Cond. 2				
Cond. 3				
Cond. 4				
Cond. 5				

Condiciones de cálculo de los apoyos

Tipo apoyo	Hipótesis		Zona A	Zona B	Zona C	Zona U
Suspensión	1ª Hip.	Conductor	-5°+V			
		H Tierra	-5°+V			
	2ª Hip.	Conductor	---			
		H Tierra	---			
	3ª Hip.	Conductor	8 %T a -5°+V			
		H Tierra	8 %T a -5°+V			
	4ª Hip.	Conductor	100 %T a -5°+V			
		H Tierra	100 %T a -5°+V			
Amarre	1ª Hip.	Conductor	-5°+V			
		H Tierra	-5°+V			
	2ª Hip.	Conductor	---			
		H Tierra	---			
	3ª Hip.	Conductor	15 %T a -5°+V			
		H Tierra	15 %T a -5°+V			
	4ª Hip.	Conductor	100 %T a -5°+V			
		H Tierra	100 %T a -5°+V			
Ancilaje	1ª Hip.	Conductor	-5°+V			
		H Tierra	-5°+V			
	2ª Hip.	Conductor	---			
		H Tierra	---			
	3ª Hip.	Conductor	50 %T a -5°+V			
		H Tierra	50 %T a -5°+V			
	4ª Hip.	Conductor	100 %T a -5°+V			
		H Tierra	100 %T a -5°+V			
Fin de línea	1ª Hip.	Conductor	-5°+V			
		H Tierra	-5°+V			
	2ª Hip.	Conductor	---			
		H Tierra	---			
	3ª Hip.	Conductor	---			
		H Tierra	---			
	4ª Hip.	Conductor	100 %T a -5°+V			
		H Tierra	100 %T a -5°+V			

Esfuerzos de 3ª hipótesis aplicados en el eje del apoyo.

Condiciones de Flecha Mínima

Zona A	Zona B	Zona C	Zona U
-5°			

Condiciones del ángulo de desvío de la cadena

Zona A	Zona B	Zona C	Zona U
-5°+1/2V			

Condiciones de Flecha Máxima

	Zona A	Zona B	Zona C	Zona U
Cond. 1	15°+V			
Cond. 2	50°			
Cond. 3				
Cond. 4				
Cond. 5				

## 2. ESFUERZO SOBRE LOS APOYOS. HIPÓTESIS DE CARGA.



Casa Mat.M - 0445 Km. 177  
 Avda. de acceso 25.117 - 41495 Sevilla  
 Telf: +34 95 621 89 66 - Fax: +34 95 621 89 21 -

### Esfuerzo Total

Hu- Altura útil del apoyo  
 L- Esfuerzo longitudinal del cable  
 T- Esfuerzo transversal del cable  
 H- Esfuerzo horizontal del cable  
 V- Esfuerzo vertical del cable  
 d- Distancia entre torres  
 FT- Esfuerzo horizontal total  
 Cs- Coeficiente de seguridad  
 α- Ángulo desvío de la cadena  
 Dm- distancia mínima a masa

La hipótesis 4'A refleja las cargas cuando hay rotura de ese hilo. La 4'B las cargas cuando la línea no está rota.

Punto H(m)	Función Seguridad Zona	Ángulo Comp. ° Cen	Hip	Cs	FASES 3 fases Simplex				HILO TIERRA 1 hilo tierra				d (m)	α(°)	TOTAL FT (daN)	
					L (daN)	T (daN)	H (daN)	V (daN)	L (daN)	T (daN)	H (daN)	V (daN)				
P1	EXIST	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
7	FL-ADNG Normal	330,43	1ª	1,5	1434	2312	4145	187	1369	1553	1823	58	2,81	-	13262	
			2ª	1,5	---	---	---	---	---	---	---	---			---	---
			3ª	1,2	---	---	---	---	---	---	---	---			---	---
			4ªA	1,2	0	0	---	0	0	---	0	0			---	4,35
15	Zona A	4ªB	1,2	1824	3163	3896	187	1369	1495	1765	58	---	---			
			2ª	1,5	2276	1869	4130	163	1575	1340	1816	38	2,81	-	15234	
			3ª	1,5	---	---	---	---	---	---	---	---			---	---
			4ªA	1,2	0	0	---	0	0	---	0	0			---	4,26
30	Zona A	4ªB	1,2	2276	1690	3866	163	1575	1168	1745	38	---			---	
			2ª	1,5	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
			3ª	1,5	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
			4ªA	1,2	0	0	---	0	0	---	0	0	---	---		
P2	EXIST	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

### 3. APOYOS SELECCIONADOS



Ctra. México - Cuernavaca, 512  
 Apdo. de correo 73,734 - 71 668 Puebla  
 Tel: +52(9) 97 177 99 66 - Fax: +52(9) 97 177 16 25

#### APOYOS SELECCIONADOS

Tensión: 230 KV  
 N° Conductores: 3  
 N° Hileras Torres: 1

Poste Ha (m)	Función Secundaria Zona	Ángulo Comp. °Con.	Descripción del Apoyo	Datos de las Fundaciones:										Peso Apoyo Kg	
				H m	s/d m	h m	b/D m	c m	Exc. m³	K kg/cm²	q "	s kg/cm²			
P1 14,5	EXIST Normal Zona A		---												
1 15	FL-ANG Normal Zona A	330,43	PORTICO FORMADO POR 2 380/300-110-1,50 (2x=1,90)	2,97	2,14					27,20					
2 15	FL-ANG Normal Zona A	118,7	PORTICO FORMADO POR 2 380/300-110-1,50 (2x=1,90)	2,97	2,14					27,20					
P1 14,5	EXIST Normal Zona A		---												
<b>Totales:</b>										<b>2</b>					<b>2</b>



## ANEJO 04:- GESTIÓN DE RESIDUOS



## ÍNDICE

---

1. INTRODUCCIÓN .....	3
2. OBJETO DEL Documento .....	3
3. PRODUCCIÓN DE RESIDUOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN .....	3
4. PRODUCCIÓN DE RESIDUOS EN FASE DE EXPLOTACIÓN .....	6
5. GESTIÓN INTERNA DE LOS RESIDUOS .....	7
5.1. RESIDUOS NO PELIGROSOS .....	7
5.2. RESIDUOS PELIGROSOS .....	8
6. GESTIÓN EXTERNA DE LOS RESIDUOS.....	9
6.1. RESIDUOS NO PELIGROSOS .....	9
6.2. RESIDUOS PELIGROSOS .....	9
7. VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE GESTIÓN .....	10

## 1. INTRODUCCIÓN

---

En relación a los residuos generados durante la fase de construcción de la línea eléctrica en proyecto, podemos diferenciar entre los residuos no peligrosos y los residuos peligrosos, según se definen en la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos.

Asimismo, a continuación, se diferencian los residuos que se generarán durante el periodo de realización de las obras de los producidos en la fase de explotación de la instalación.

## 2. OBJETO DEL DOCUMENTO

---

El objeto del presente documento es aportar el Estudio de Gestión de Residuos preceptivo, de acuerdo con el R.D. 105/2008 de 1 de febrero de 2008 por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

## 3. PRODUCCIÓN DE RESIDUOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN

---

Las actividades a llevar a cabo y que van a dar lugar a la generación de residuos van a ser las siguientes:

- Apertura/acondicionamiento de accesos y zonas de trabajo: desbroces/talas y movimientos de tierras.
- Obra civil: excavación y hormigonado de cimentaciones.
- Acopio de material necesario en las campas.
- Apertura de la calle de tendido. Apertura de calle de seguridad (talas y podas).
- Tendido de cables eléctricos y cables de tierra.
- Limpieza y restauración de las zonas de obra.

Los residuos peligrosos generados en la fase de construcción serán principalmente los derivados del mantenimiento de la maquinaria utilizada para la realización de la obra. Los residuos referidos serán aceites usados, restos de trapos impregnados con aceites y o disolventes, envases que han contenido sustancias peligrosas, etc.

Las operaciones de mantenimiento de maquinaria se realizarán preferentemente en talleres externos, aunque debido a averías de la maquinaria en la propia obra y la dificultad de traslado





de maquinaria de gran tonelaje en ocasiones resulta inevitable realizar dichas operaciones in-situ.

Debido a situaciones accidentales durante el mantenimiento de la maquinaria o a la manipulación de sustancias peligrosas pueden darse pequeños vertidos de aceites, combustibles, etc. que originen tierras contaminadas con sustancias peligrosas.

En la fase de construcción los residuos no peligrosos que se generarán serán del tipo metales, plásticos, restos de cables, restos de hormigón y restos orgánicos, etc.

Los excedentes de excavación generados debido a la realización de las cimentaciones de los apoyos se han tenido en cuenta en el presupuesto de Obra Civil de la Línea Aérea. Según las dimensiones de estos elementos el volumen de tierra máximo extraído es de 240,05 m<sup>3</sup>.

En cuanto a las operaciones de movimiento de tierras se retirará en primer lugar la capa superficial, constituida por tierra vegetal que podrá ser reutilizada para las labores de recuperación de la zona.

Las tierras sobrantes generadas debidas a las excavaciones, serán reutilizadas preferentemente en las labores de relleno, siempre que sea posible, tratando de minimizar por tanto las tierras sobrantes que deban ser retiradas.

Como consecuencia del personal laboral de obra se generarán una serie de residuos asimilables a urbanos, como restos de comidas, envoltorios, latas, etc...

En las siguientes tablas se especifica a modo de resumen los residuos generados como consecuencia de la actividad evaluada, codificados de acuerdo a lo establecido en la Orden MAM/304/2002 (Lista Europea de Residuos):

RESÍDUOS GENERADOS EN FASE CONSTRUCCIÓN			
CÓDIGO LER	TIPO DE RESIDUO	PROCEDENCIA	GESTIÓN
RESÍDUOS NO PELIGROSOS			
17 01 01	Restos de Hormigón	Operaciones de hormigonado de cimentaciones.	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su valorización.
17 01 06 / 17 01 07	Escombros	Demolición de cimentaciones	Retirada prioritariamente a plantas de fabricación de áridos para su reciclaje y si no es posible a vertederos autorizados.
17 02 01	Madera	Realización de cimentaciones. Montaje de estructuras.	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su reutilización, valorización.
17 02 03	Plásticos (envases y embalajes)	Envoltorio de componentes, protección transporte de materiales	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su reutilización, valorización.
17 04 05	Hierro y acero	Realización de cimentaciones. Montaje de estructuras.	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su reutilización, valorización.
17 04 07	Metales mezclados	Realización de instalaciones	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su reutilización, valorización.
17 04 11	Cables desnudos	Realización de instalaciones eléctricas	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su reutilización, valorización.
17 05 04	Excedentes de excavación	Operaciones que implican movimientos de tierras como apertura de cimentaciones.	Reutilización en la medida de lo posible en la propia obra, el resto será retirado prioritariamente a plantas de fabricación de áridos para su reciclaje y finalmente si no son posibles las dos opciones anteriores a vertederos autorizados.
17 08 04	Residuos mezclados de construcción	Construcción de la Línea Aérea.	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su valorización.

*Residuos generados en fase de construcción.- RESÍDUOS NO PELIGROSOS*

RESÍDUOS GENERADOS EN FASE CONSTRUCCIÓN			
CÓDIGO LER	TIPO DE RESIDUO	PROCEDENCIA	GESTIÓN
RESÍDUOS PELIGROSOS			
15 05 02	Trapos impregnados de sustancias peligrosas como aceites, disolventes, etc... (RP)	Operaciones de mantenimiento de la maquinaria de obra.	Retirada por Gestor autorizado a vertedero autorizado.
17 05 03	Tierras y piedras que contienen sustancias peligrosas (RP)	Posibles vertidos accidentales, derrames de la maquinaria y manipulación de sustancias peligrosas como aceites, disolventes, etc...	Retirada por Gestor autorizado a vertedero autorizado.
13 02 05	Aceites usados (RP).	Operaciones de mantenimiento de la maquinaria de obra.	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su valorización.
13 01 10	Envases que han contenido sustancias peligrosas, como envases de aceites, combustible, disolventes, pinturas, etc... (RP)	Operaciones de mantenimiento de la maquinaria de obra.	Retirada por Gestor autorizado a vertedero autorizado.

*Residuos generados en fase de construcción.- RESÍDUOS PELIGROSOS*

## 4. PRODUCCIÓN DE RESIDUOS EN FASE DE EXPLOTACIÓN

En la fase de explotación los residuos no peligrosos generados serán por un lado residuos asimilables a urbanos, generados por el personal de mantenimiento y por otro los derivados de la propia actividad de mantenimiento, así como residuos vegetales del mantenimiento de las operaciones de prevención de incendios.

A continuación, se especifica a modo de resumen los residuos generados como consecuencia de la actividad evaluada, codificados de acuerdo a lo establecido en la Orden MAM/304/2002 (Lista Europea de Residuos):

RESÍDUOS GENERADOS EN FASE CONSTRUCCIÓN			
CÓDIGO LER	TIPO DE RESIDUO	PROCEDENCIA	GESTIÓN
RESÍDUOS PELIGROSOS			
15 05 02	Trapos impregnados de sustancias peligrosas como aceites, disolventes, etc... (RP)	Operaciones de mantenimiento de la maquinaria de obra.	Retirada por Gestor autorizado a vertedero autorizado.
13 01 10	Envases que han contenido sustancias peligrosos: envases de aceites, combustible, disolventes, pinturas, etc... (RP)	Operaciones de mantenimiento de la maquinaria de obra.	Retirada por Gestor autorizado a vertedero autorizado.
20 02 01	Residuos vegetales	Procedentes de operaciones de prevención de incendios	Retirada por gestor autorizado para su valoración.
20 03 01	Residuos asimilables a urbanos.	Procedentes del personal de planta: restos de comidas, envoltorios, latas, etc...	Retirada por Gestor autorizado a vertedero autorizado.

*Resíduos generados*

## 5. GESTIÓN INTERNA DE LOS RESIDUOS

---

Para la correcta gestión de los residuos en la instalación desde su producción hasta su recogida por parte de un gestor autorizado se habilitará una zona de almacenamiento de residuos que cumplirán con las características descritas a continuación.

### 5.1. RESIDUOS NO PELIGROSOS

Durante la fase de obra se habilitarán zonas para el almacenamiento de residuos no peligrosos de fácil acceso a los operarios (junto a casetas de obras, zonas de almacenamiento de materiales), el mismo estará perfectamente señalizado y será conocido por el personal de obra. En el mismo se instalarán diferentes cubas y contenedores que faciliten la segregación de los residuos para así facilitar su posterior gestión.



Las tierras sobrantes serán acopiadas en la propia obra tratando de disminuir el tiempo de almacenamiento el máximo posible, se tratará preferentemente de utilizar estas tierras en la propia obra.

Los restos de hormigón que se encontrarán principalmente en las balsas de recogida de lavado de hormigonera, serán retirados y llevados a una cuba hasta su recogida.

Se dispondrán contenedores para el almacén de residuos asimilables a urbanos, identificados de forma que faciliten la recogida selectiva. Además, se dispondrán papeleras en el lugar de origen.

Para materiales reciclables como maderas, metales, restos plásticos se dispondrán cubas diferenciadas que faciliten su segregación.

## 5.2. RESIDUOS PELIGROSOS

El almacenamiento de residuos peligrosos para los residuos generados en la fase de construcción se realizará en una zona adecuada y destinada a tal fin, perfectamente señalizada y con las características que se describen a continuación:

- Se realizará sobre una superficie impermeabilizada y con estructuras que sean capaces de contener un posible vertido accidental de los residuos.
- Contará con una cubierta superior que evite que el agua de lluvia pueda provocar el arrastre de los contaminantes y sea protegido por la radiación solar.
- El área de almacenamiento de residuos peligrosos estará perfectamente identificado y señalado.
- Los recipientes utilizados para el almacenamiento de residuos peligrosos serán adecuados a cada tipo de residuo y se encontrarán en perfecto estado, cumpliendo lo establecido en el Real Decreto 180/2015 de 13 de marzo que desarrolla la Ley 22/2011 de residuos en materia de residuos peligrosos.



- Cada uno de los contenedores de residuos peligrosos se encontrará etiquetado, según el sistema de identificación establecido en la legislación vigente.

## 6. GESTIÓN EXTERNA DE LOS RESIDUOS

---

Según lo establecido en la Ley 22/2011 de residuos los poseedores de residuos están obligados a entregarlos a un gestor de residuos para su valorización o eliminación. Siendo prioritario destinar todo residuo potencialmente reciclable o valorizable a estos fines, evitando su eliminación siempre que sea posible.

En este sentido el destino final de los residuos generados en la instalación será siempre que sea posible la valorización, a continuación, se especifica la gestión final a la que se destinará cada uno de ellos.

### 6.1. RESIDUOS NO PELIGROSOS

Las tierras sobrantes serán principalmente reutilizadas siempre que sea posible para el relleno de excavaciones en la propia obra, si esto no es posible se destinará junto con los restos de hormigón y el resto de residuos de construcción a plantas donde sea posible su reutilización, finalmente y como última opción serán retirados a vertederos autorizados.

Las maderas, chatarras y plásticos serán retiradas por gestor autorizado de residuos priorizando su reciclaje.

Los residuos asimilables a urbanos serán segregados de forma que se facilite su valorización, estos residuos serán retirados por gestor autorizado de residuos o bien mediante acuerdos con el ayuntamiento.

### 6.2. RESIDUOS PELIGROSOS

Los aceites usados generados en la instalación serán retirados por un gestor autorizado de residuos priorizando su valorización.



El resto de residuos peligrosos generados será retirado por un gestor autorizado de residuos peligrosos para su inertización y eliminación en vertedero.

## 7. VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE GESTIÓN

---

En el cuadro que se muestra a continuación se incluye una estimación de las cantidades previstas de residuos a generar y los costes asociados a su gestión. Se resalta que el coste es muy aproximado pues los precios están sometidos a bastante variación en función de los transportistas y gestores utilizados y además las cantidades estimadas en este estado del proyecto también se irán ajustando con el desarrollo del mismo.

ESTIMACIÓN DE RESÍDUOS GENERADOS Y DE LOS COSTES DE GESTIÓN

Tipo residuo	Código LER	Cantidad estimada	Unidades	Costes estimados de
Excedentes de excavación	170101	15	m3	4
Restos de hormigón	170101	5	m3	9
Papel y cartón	200101	7	kg	0,008
Maderas	170201	8	kg	0,015
Plásticos (envases y embalajes)	170203	8	kg	0,016
Chatarras metálicas	170405/170407/170401/170402	25	kg	0,003
Restos asimilables a urbanos	200301	13	kg	0,0015
Restos asimilables a urbanos. Contenedor amarillo: metales y plásticos(Si segregan)	150102/150104/150105/150106	16	kg	0,0015
Trapos impregnados	150202*	1	kg	1,1
Tierras contaminadas	170503*	5	kg	15
Envases que han contenido sustancias peligrosas	150110*/150111*	1	kg	1,2
Residuos vegetales (podas y talas)	200201	0	kg	0,2
<b>TOTAL (€)</b>				<b>137,72</b>

*Estimación de Residuos y Costes*





## ANEJO 05:- PLAN DE DESMANTELAMIENTO

1. OBJETO .....	3
2. PETICIONARIO .....	3
3. OBRAS DE DESMANTELAMIENTO .....	4
4. NORMATIVA DE APLICACIÓN.....	5
5. EMPLAZAMIENTO.....	7
6. CARÁCTERÍSTICAS GENERALES .....	7
7. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS DE DESMANTELAMIENTO. ....	8
7.1. DESMONTAJE DE LA LÍNEA ELÉCTRICA ALTA TENSIÓN.....	8
7.2. DESMONTAJE DE APOYOS .....	9
7.3. DESMONTAJE DE LOS CONDUCTORES.....	9
7.4. ELIMINACIÓN DE CIMENTACIONES .....	9
7.5. RESTAURACIÓN FINAL.....	9
7.6. RESIDUOS DE DEMOLICIÓN .....	10
8. PLAN DE DESMANTELAMIENTO.....	10
9. PRESUPUESTO.....	10
10. CONCLUSIONES.....	14



## 1. OBJETO

---

El desmantelamiento de la instalación se realizará una vez cese la actividad de la Subestación. Por las características propias de la instalación, ésta puede integrarse en la red de transporte o distribución, por lo que la vida útil de la misma puede estar indexada a las propias necesidades del transporte o distribución. No obstante, a efectos de este proyecto se indexa la vida útil al periodo previsto para las subestaciones, esto es 30 años desde su puesta en servicio más aquellas prórrogas que pudieran realizarse, sin perjuicio de reconversiones tecnológicas de las subestaciones que alarguen su vida útil.

## 2. PETICIONARIO

---

La empresa peticionaria del proyecto, es la empresa asignada como interlocutor único de nudo, y que constará como peticionaria del proyecto:

Nombre de la sociedad:	<b>M TORRES DESARROLLOS ENERGETICOS S.L.</b>
CIF	B-31774425
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-88238381

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-31774425

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)  
[jimena.rip@mtorres.com](mailto:jimena.rip@mtorres.com)

### 3. OBRAS DE DESMANTELAMIENTO

---

Al cese total de la actividad se procederá al desmantelamiento y/o demolición de la línea eléctrica, conforme al presente Proyecto de Desmantelamiento.

El plazo de ejecución de las actuaciones previstas en el Plan será de 3 semanas. Durante el desmantelamiento se adoptarán todas las medidas de seguridad y prevención de riesgos laborales recogidas en la legislación vigente en ese momento, así como toda la legislación sectorial aplicable.

## 4. NORMATIVA DE APLICACIÓN

---

- Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria.
- 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
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. - Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición.
- Ley Foral 14/2018, de 18 de junio, de Residuos y su Fiscalidad de Navarra.
- Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.
- Normas Básicas de la Edificación.
- Instrucción del Hormigón estructural EHE.
- Normas Tecnológicas de la Edificación que sean de aplicación.
- Normas UNE que sean de aplicación.



- Normas CEI que sean de aplicación.
- Ordenanzas, Regulaciones y Códigos Nacionales, Autonómicos y Locales, que sean de aplicación.
- Resto de normas relativas a Construcción y Protección Contra Incendios aplicables a Instalaciones Eléctricas de Alta y Baja Tensión.
- Ordenanzas, Regulaciones y Códigos Nacionales, Autonómicos y Locales, que sean de aplicación.

En materia de prevención de riesgos laborales se cumplirá con la normativa de aplicación en materia de prevención de riesgos laborales, y resto de normas y reglamentos relativos a la seguridad y salud en las obras de construcción, que estén vigentes en el momento de ejecución de las obras. A título enunciativo, se relacionan:

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba los Reglamentos de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de Coordinación de actividades empresariales.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

Con los datos expresados en la presente Memoria en unión de la valoración económica que se acompañan, consideramos adecuadamente descritas y justificadas las obras de desmantelamiento de la línea eléctrico de alta tensión.

## 5. EMPLAZAMIENTO

---

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.

## 6. CARACTERÍSTICAS GENERALES

---

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 descarburado |
| • Tipo de cable compuesto tierra-óptico | OPGW48                                 |

## 7. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS DE DESMANTELAMIENTO.

---

Desde el punto de vista de estudio de desmantelamiento, esta instalación se compone de los siguientes elementos:

- Estructuras metálicas de los apoyos con cimentación
- Puesta a tierra
- Conductor aéreo

Para ejecutar el desmantelamiento de la instalación, se ha de ejecutar las siguientes obras:

- Retirada de los conductores
- Desmontaje de los apoyos.
- Demolición de las cimentaciones de los apoyos
- Restauración final, vegetal y paisajística.

### 7.1. DESMONTAJE DE LA LÍNEA ELÉCTRICA ALTA TENSIÓN

Una vez finalizada la actividad de generación y antes de proceder al desmantelamiento de las instalaciones, se procederá al desconexión de la línea de la red eléctrica. Esta desconexión se realizará en las siguientes fases:

- Aperturar las líneas en los centros de seccionamiento para dejar sin servicio la línea.





- Retirar conductores aéreos

## 7.2. DESMONTAJE DE APOYOS

Debido a que las estructuras están montadas a base de tornillería y cordones de soldadura el proceso de retirada es muy simple.

Los materiales metálicos que se obtienen, se acopiarán y se cargarán en un camión con la ayuda de una carretilla elevadora y/o un camión grúa para que, posteriormente, sean trasladados a la gestora de residuos metálicos más próxima.

## 7.3. DESMONTAJE DE LOS CONDUCTORES

Se procederá a la desconexión de los conductores Los conductores se quitarán de la estructura soporte y se almacenarán en zona segura para su traslado.

Paralelamente, se recuperarán aisladores, y demás elementos auxiliares, etc...

Los conductores se entregarán a un gestor autorizado de residuos eléctricos y electrónicos y el cobre será tratado como corresponde a cada residuo según su clasificación.

Los residuos metálicos se transportarán en camiones a vertederos autorizados o a otro emplazamiento para su posterior reciclado/reutilización.

## 7.4. ELIMINACIÓN DE CIMENTACIONES

Una vez retirados los apoyos, las cimentaciones serán demolidas mediante martillo neumático hasta que quede reducida a escombros.

Los elementos metálicos serán depositados en plantas de reciclaje y los escombros generados serán trasladados a la planta de reciclado de escombros y restos de obra.

## 7.5. RESTAURACIÓN FINAL

La fase final de restauración del medio contemplará los siguientes trabajos:

- Relleno y compactado de los huecos en el terreno con terreno natural que dejan los siguientes elementos:



- Cimentaciones de los montantes del vallado perimetral, así como de los montantes de las puertas de acceso.
- Se prevé habilitar el terreno contemplándose la posibilidad de un aporte de tierra vegetal en determinadas zonas más afectadas, aunque no se estima estrictamente necesario, y su posterior arado para conseguir uniformidad y un aireado del suelo. Aunque debido a un crecimiento de la presión urbanística y de infraestructuras de la zona estos usos pueden variar.

## 7.6. RESIDUOS DE DEMOLICIÓN

Se consideran residuos de demolición los materiales y componentes de construcción que se obtienen como resultado de las operaciones de desmantelamiento.

También consideramos aquí los residuos de demoliciones parciales, originados por trabajo de reparación o de rehabilitación. Son los residuos que tienen mayor volumen y peso en el conjunto del volumen de elementos generados por la actividad constructora.

Se gestionarán correctamente se estudiarán en profundidad el reciclado, reutilización o depósito en vertedero controlado.

## 8. PLAN DE DESMANTELAMIENTO

---

El periodo estimado para el desmantelamiento total de la línea eléctrica es de 4 meses con los siguientes trabajos y tiempos no simultáneos.

- 3 días -> Retirada de conductores.
- 5 días-> Desmontaje de apoyos y retirada.
- 5 días-> Eliminación de cimentaciones y retirada
- 2 días-> Restauración.

## 9. PRESUPUESTO

---

En este apartado se dará un presupuesto estimado a fin de fijar la fianza que avale el desmantelamiento.



Este presupuesto se dividirá en varios capítulos como se muestra en la tabla siguiente obtenida:

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 01 T.M. TAFALLA</b>									
<b>SUBCAPÍTULO 01.01 DESMANTELAMIENTO LÍNEA AÉREA</b>									
01.01.01	<b>DESMANTELAMIENTO DE CONDUCTORES</b> Desinstalado de conductores, retraba y almacenamiento para su posterior transporte a planta de tratamiento o valorización de residuos	249,64				249,64			
							249,64	3,08	768,89
01.01.02	<b>DESMANTELAMIENTO DE APOYOS</b> Desmontado de estructura metálica y retraba del mismo, incluy endo transporte a planta de reciclado de chatarra, según lo especificado en el presente estudio.	249,64				249,64			
							249,64	2,55	636,58
01.01.03	<b>DEMOLICION DE CIMENTACIONES</b> Eliminación masiva de las cimentaciones mediante martillo neumático hasta que queden reducidos a escombros. Se incluye la retraba de dichos escombros y la carga, incluy endo transporte a planta de tratamiento de escombros y restos de obras.	249,64				249,64			
							249,64	1,61	401,92
01.01.04	<b>RESTITUCION DE TERRENO</b> Restitución del terreno original	249,64				249,64			
							249,64	0,87	217,19
									<b>2.024,58</b>
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 01.01 DESMANTELAMIENTO LÍNEA</b>								<b>2.024,58</b>
	<b>TOTAL CAPÍTULO 01 T.M. TAFALLA</b>								<b>2.024,58</b>
	<b>TOTAL</b>								<b>2.024,58</b>

## RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
1	T.M. TAFALLA .....	2.024,58	100,00
	<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>2.024,58</b>	
		<b>2.024,58</b>	
	<b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</b>	<b>2.024,58</b>	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de DOS MIL VEINTICUATRO EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS

## 10. CONCLUSIONES

---

Con lo anteriormente expuesto y los documentos que se acompañan, esperamos que el presente proyecto merezca la Superior aprobación de los Organismos interesados en el mismo, a fin de que puedan llevarse a cabo las obras de Desmantelamiento de la línea de alta tensión proyectada.

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



## ANEJO 06:- RBDA

N°	DATOS DE LA FINCA				AFECCION							
	PARCELA	TÉRMINO	POLIG.	PARCELA	PARAJE	USOS	SERVIDUMBRE DE VUELO	ZONA DE SEGURIDAD	N° APOYOS PROYECTOS	SUPERFICIE APOYOS Y ANILLO DE TIERRA (m²)	ACCESO	OCUPACIÓN TEMPORAL (m²)
							Superficie (m²)	Superficie (m²)			SERVIDUMBRE PERMANENTE DE PASO (m²)	
							(15+V)	NO EDIF.				
PERFIL	MUNICIPAL	N°	N°			Viento 120 km	(A+5 m)					
1	TAFALLA	6	242	El Curtido	T. Labor Regadío	2246,55	1585,26	1	8,58	309,60	2477,97	
2	TAFALLA	6	244	El Curtido	T. Labor Regadío	267,58	195,00	2	8,58	154,20	2022,81	
3	TAFALLA	6	186	El Curtido	Improductivo	783,86	590,90				175,14	





## DOCUMENTO III:- PLIEGO DE CONDICIONES

## ÍNDICE

---

1.	OBJETO .....	5
2.	PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES .....	5
2.1.	DISPOSICIONES GENERALES .....	5
2.1.1.	CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES .....	5
2.1.2.	CALIFICACIÓN DEL CONTRATISTA .....	6
2.1.3.	SEGURIDAD EN EL TRABAJO .....	6
2.1.4.	SEGURIDAD PÚBLICA.....	7
2.1.5.	RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	8
2.1.6.	VIGILANCIA DE LA OBRA.....	8
2.1.7.	GASTOS DE CARÁCTER GENERAL A CARGO DEL CONTRATISTA.....	9
2.1.8.	SEÑALIZACIÓN DE LA OBRA.....	9
2.2.	ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO .....	9
2.2.1.	DATOS DE LA OBRA .....	10
2.2.2.	REPLANTEO DE LA OBRA .....	10
2.2.3.	REUNIONES DE SEGUIMIENTO .....	11
2.2.4.	MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO .....	11
2.2.5.	RECEPCIÓN DEL MATERIAL.....	11
2.2.6.	ORGANIZACIÓN .....	11
2.2.7.	FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN .....	12
2.2.8.	ENSAYOS.....	12
2.2.9.	LIMPIEZA Y SEGURIDAD EN LAS OBRAS .....	12
2.2.10.	MEDIOS AUXILIARES.....	13
2.2.11.	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	13
2.2.12.	SUBCONTRATACIÓN DE LAS OBRAS.....	13
2.2.13.	PLAZO DE EJECUCIÓN.....	14
2.2.14.	RECEPCIÓN PROVISIONAL .....	14
2.2.15.	PERIODOS DE GARANTÍA.....	15
2.2.16.	RECEPCIÓN DEFINITIVA.....	15
2.2.17.	PAGO DE LAS OBRAS .....	15
2.2.18.	ABONO DE MATERIALES ACOPIADOS .....	16

2.3.	DISPOSICIÓN FINAL .....	16
3.	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS DE EJECUCIÓN DE LÍNEA AÉREA .....	17
3.1.	MATERIALES .....	17
3.1.1.	RECONOCIMIENTO Y ADMISIÓN DE MATERIALES .....	17
3.1.1.1.	COMPOSICIÓN DEL HORMIGÓN CEMENTO:.....	17
3.1.2.	APOYOS .....	19
3.1.3.	HERRAJES.....	19
3.1.4.	AISLADORES.....	19
3.1.5.	CONDUCTORES.....	20
3.1.6.	CABLE DE TIERRA.....	20
3.2.	EJECUCIÓN DEL TRABAJO .....	20
3.2.1.	PROCEDIMIENTO PARA EL REPLANTEO DE APOYOS.....	20
3.2.2.	PROCEDIMIENTO PARA LOS ACCESOS A LOS APOYOS.....	22
3.2.3.	APERTURA DE CALLE .....	24
3.2.4.	PROCEDIMIENTO PARA LA EXPLANACIÓN .....	24
3.2.5.	PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR LAS EXCAVACIONES .....	25
3.2.6.	TRANSPORTE, ACARREO Y ACOPIO A PIE DE HOYO .....	27
3.2.7.	CIMENTACIONES .....	28
3.2.7.1.	INSTALACIÓN DE ANCLAJES.....	28
3.2.7.2.	EJECUCIÓN CIMENTACIONES .....	29
3.2.8.	ARMADO E IZADO DE APOYOS.....	32
3.2.9.	PROTECCIÓN DE LAS SUPERFICIES METÁLICAS.....	34
3.2.10.	TENDIDO, TENSADO Y ENGRAPADO DE LOS CONDUCTORES Y CABLE DE TIERRA .....	34
3.2.10.1.	COLOCACIÓN DE AISLADORES.....	34
3.2.10.2.	TENDIDO DE LOS CONDUCTORES Y CABLE DE TIERRA.....	35
3.2.10.3.	TENSADO, REGULADO Y ENGRAPADO DE LOS CONDUCTORES Y CABLE DE TIERRA 37	
3.2.11.	NUMERACIÓN DE APOYOS. AVISO DE PELIGRO ELÉCTRICO .....	39
3.2.12.	PUESTA DE TIERRA .....	40
3.2.12.1.	CLASIFICACIÓN DE LOS APOYOS SEGÚN SU UBICACIÓN.....	40
3.2.12.2.	SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA .....	42
3.2.12.3.	COMPROBACIÓN DE LOS VALORES DE RESISTENCIA DE DIFUSIÓN Y TENSIÓN DE CONTACTO	43
3.2.13.	CONTROL AMBIENTAL.....	43



3.3.	RECEPCIÓN DE OBRA.....	44
3.3.1.	PUESTA A TIERRA .....	44
3.3.2.	CALIDAD DE CIMENTACIONES.....	44
3.3.3.	TOLERANCIAS DE EJECUCIÓN.....	44
3.3.4.	INSPECCIÓN Y CONTROL .....	45

## 1. OBJETO

---

El presente documento tiene por objeto la definición de los requisitos de carácter general que ha de cumplirse en la construcción del **“PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LÍNEA ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN 220 KV SIMPLE CIRCUITO SE PROMOTORES TAFALLA – SE TAFALLA EN T.M. TAFALLA”**, descritos en el apartado 2 “Pliego de Condiciones Generales”, así como de los requisitos que se han de cumplir en el suministro e instalación de los materiales, descrito en el apartado 3 “Pliego de Condiciones Técnicas de Ejecución de Línea Aérea”

## 2. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

---

### 2.1. DISPOSICIONES GENERALES

#### 2.1.1. Condiciones facultativas legales

Las obras del Proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

- Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.
- Pliego de Condiciones Generales para la Contratación de Obras Públicas aprobado por Decreto 3854/1970, de 31 de diciembre.
- Artículo 1588 y siguientes del Código Civil, en los casos que sea procedente su aplicación al contrato de que se trate.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del sector Eléctrico
- Real Decreto. 337/2014, de 9 de mayo. Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en las Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Norma EDE LME001, de Endesa Distribución Eléctrica



- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos laborales
- R.D. 1627/1997 sobre Disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.

### 2.1.2. Calificación del contratista

El Contratista encargado de ejecutar la línea aérea deberá poseer el certificado de empresa instaladora autorizada, vigente para la categoría LAT2, otorgado por la comunidad autónoma donde radique su sede social, debiendo estar inscrita en el Registro Integrado Industrial de ámbito estatal conforme al Real Decreto 559/2010, de 7 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento del Registro Integrado Industrial, tal y como se indica en los apartados 3 y 6 de la ITC-LAT 03 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión (R.D. 223/2008).

Asimismo, la empresa instaladora debe garantizar el cumplimiento de las obligaciones indicadas en el apartado 7 de la ITC-LAT 03 mencionada, así como la disponibilidad de los medios técnicos y humanos mínimos requeridos en el Anexo I de la citada instrucción técnica complementaria.

### 2.1.3. Seguridad en el trabajo

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en el punto “h” y “i” del apartado 2.1.1 del presente Pliego de Condiciones y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo, el Contratista está obligado a redactar un Plan de Seguridad y Salud específico para la presente obra, conformado y que cumplan las disposiciones vigentes, no eximiéndole el incumplimiento o los defectos del mismo de las responsabilidades de todo género que se deriven. Dicho Plan de Seguridad y Salud deberá de ser aprobado por la Dirección Técnica o por el Coordinador de Seguridad, en su caso, y cumplidos por los contratistas.

En caso de accidente ocurrido a los operarios durante la ejecución de los trabajos de la obra, el Contratista actuará según lo dispuesto a este respecto en la legislación vigente, siendo en todo caso el único responsable de su incumplimiento y sin que por ningún concepto pueda quedar afectada la Propiedad ni la Dirección Técnica, por responsabilidad en cualquier aspecto.



El Contratista será responsable de todos los accidentes que por inexperiencia o descuido sobrevinieran, tanto en la propia obra como en propiedades contiguas. Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en los trabajos de ejecución de la obra, cuando a ello hubiera lugar.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los flexómetros, las reglas, los mangos de aceiteras, los útiles, limpiadores, etc., que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en suelas.

El personal de la Contrata está obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidas para eliminar o reducir los riesgos profesionales según se indican en el Estudio de Seguridad y Salud del presente proyecto y en el Plan de Seguridad y Salud que se elaborará posteriormente, pudiendo la Dirección Técnica o el Coordinador de Seguridad, en su caso, suspender los trabajos si estima que el personal de la Contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

La Dirección Técnica o el Coordinador de Seguridad, en su caso, podrá exigir del Contratista, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

Igualmente, la Dirección Técnica podrá requerir al Contratista, en cualquier momento, los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

#### 2.1.4. Seguridad pública

El Contratista deberá tomar las máximas precauciones en todas las operaciones y los usos de equipos para proteger a personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

Se deberá de prohibir el acceso a la obra a personas ajenas a ésta e incluir en el Plan de Seguridad y Salud correspondiente los riesgos a terceros.



El Contratista mantendrá póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc., que en uno y otro pudieran incurrir para el Contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

#### 2.1.5. Responsabilidad del contratista durante la ejecución de las obras

El Contratista será responsable durante la ejecución de las obras, de todos daños y perjuicios, directos o indirectos, que puedan ocasionar a cualquier persona, propiedad, o servicio público o privado, como consecuencia de los actos, omisiones o negligencias del personal a su cargo o una deficiente organización de obras.

Las personas que resulten perjudicadas deberán ser compensadas, a su costa, adecuadamente.

Las propiedades públicas o privadas que resulten dañadas, deberán ser reparadas, a su costa, restableciendo sus condiciones primitivas o compensando los daños y perjuicios causados, en cualquier forma aceptable.

#### 2.1.6. Vigilancia de la obra

La Propiedad designará uno o varios vigilantes encargados de la obra que estarán presentes supervisando las características de la obra y comprobando que se efectúan según las condiciones convenidas.

Tendrán facultad para suspender los trabajos en el momento que crean oportuno hasta recibir órdenes de la Dirección Técnica o persona de la Propiedad, designada por él. Si, posteriormente, se comprueba que la interrupción es motivada por defectos de la Contrata, ésta se hará cargo de los gastos ocasionados por la misma.

Igualmente, podrán suspender los trabajos si consideran que no cumplen las condiciones de seguridad exigidas por la Propiedad.

Hasta la recepción provisional de la obra por parte de la Propiedad, el Contratista tendrá a su cuenta y riesgo los gastos de carga, transporte, descarga, vigilancia y almacenamiento de materiales.

La Propiedad no se responsabiliza del deterioro o pérdida de materiales, y/o cualquier retraso o parada en los trabajos de montaje debido a estas causas, que serán imputables a la Contrata.





### 2.1.7. Gastos de carácter general a cargo del contratista

Serán de cuenta del Contratista los gastos que originen la construcción, desmontaje y retirada de toda clase de construcciones auxiliares, los de alquiler o adquisición de terrenos para depósitos de maquinaria y materiales, los de protección y vigilancia de los acopios y de la propia obra, contra todo deterioro, daño o incendio, cumpliendo los requisitos vigentes, los de limpieza y evacuación de desechos y basuras.

En aquellos casos que por dificultad de espacio en aceras y/o calles, las tierras de excavación impidan el tráfico peatonal o rodado, el Contratista deberá prever un contenedor para el almacenamiento de las tierras, facilitando así el paso por la zona de trabajo.

### 2.1.8. Señalización de la obra

Las obras se ejecutarán sin perjuicio de terceros y adoptando las disposiciones de seguridad necesarias, tanto para el personal que trabaja en las mismas, como para los usuarios de la vía pública.

Todas las obras deberán estar perfectamente señalizadas y balizadas, tanto frontal como longitudinalmente (chapas, tableros, valla, luces,...). La obligación de señalar alcanzará no sólo a la propia obra, sino a aquellos lugares en que resulte necesaria cualquier indicación como consecuencia directa o indirecta de los trabajos que se realicen.

Los elementos que se utilicen para señalización, además de cumplir adecuadamente su finalidad fundamental, deberán mantenerse en perfecto estado de conservación.

Asimismo, en la señalización deberá figurar expresamente el nombre de la Propiedad, su anagrama, y el de la empresa contratista.

Los gastos ocasionados por la perfecta señalización de la obra serán a cargo de la empresa contratista.

## 2.2. Organización del trabajo

El Contratista ordenará los trabajos de la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos, y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones de la Dirección Técnica, al amparo de las condiciones siguientes:



### 2.2.1. Datos de la obra

Se entregará al Contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra.

El Contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

El Contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos a la Dirección Técnica después de su utilización.

Por otra parte, antes de la recepción de la obra y después de la conclusión de los trabajos, el Contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando a la Dirección Técnica dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito de la Dirección Técnica.

### 2.2.2. Replanteo de la obra

La Dirección Técnica, una vez que el Contratista esté en posesión del Proyecto y antes de comenzar las obras, deberá hacer el replanteo de las mismas, con especial atención en los puntos singulares (situación administrativa de la línea, suministro de materiales, permisos de paso, designación de responsables, cronograma de actividades principales), entregando al Contratista las referencias y los datos necesarios para fijar completamente la ubicación de los mismos.

Se deberá informar al contratista de todos los condicionados emitidos por los Organismos y propietarios afectados para la aceptación de la construcción de la línea y que hayan sido aceptados por la propiedad. El contratista deberá garantizar el cumplimiento de estos condicionados. Se levantará por duplicado Acta, en la que constarán, claramente, los datos entregados, firmado por la Dirección Técnica y por el representante del Contratista.

Los gastos de replanteo serán de cuenta del Contratista.



### 2.2.3. Reuniones de seguimiento

Cuando las circunstancias lo requieran se celebrarán reuniones de seguimiento que podrá convocar la Dirección Técnica o el Responsable de Obra del Contratista. De lo tratado el Contratista redactará el Acta.

### 2.2.4. Mejoras y variaciones del proyecto

No se considerarán como mejoras ni variaciones del Proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por escrito por la Dirección Técnica, convenido el precio antes de proceder a su ejecución.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del Contratista.

### 2.2.5. Recepción del material

La Dirección Técnica de acuerdo con el Contratista dará a su debido tiempo su aprobación sobre el material suministrado y confirmará que permite una instalación correcta.

La vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta del Contratista.

### 2.2.6. Organización

El Contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades correspondientes y quedando obligado al pago de los salarios y las cargas que legalmente están establecidas y, en general, a todo cuanto se legisle, decrete u ordene sobre el particular antes o durante la ejecución de la obra.

Dentro de lo estipulado en el Pliego de Condiciones, la organización de la Obra, así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo del Contratista a quien corresponderá la responsabilidad de la seguridad contra accidentes.

El Contratista deberá, sin embargo, informar a la Dirección Técnica de todos los planes de organización técnica de la misma, así como de la procedencia de los materiales y cumplimentar cuantas órdenes le dé éste en relación con datos extremos.

En las obras por administración, el Contratista deberá dar cuenta diaria a la Dirección Técnica de la admisión de personal, compra de materiales, adquisición o alquiler de elementos auxiliares



y cuantos gastos haya de efectuar. Para los contratos de trabajo, compra de material, alquiler de elementos auxiliares, cuyos salarios, precios o cuotas sobrepasen en más de un 5% de los normales en el mercado, solicitará la aprobación previa de la Dirección Técnica, quien deberá responder dentro de los ocho días siguientes a la petición, salvo casos de reconocida urgencia, en los que se dará cuenta posteriormente.

#### 2.2.7. Facilidades para la inspección

El Contratista proporcionará a la Dirección Técnica o los Delegados y colaboradores toda clase de facilidades para los replanteos, reconocimientos, mediciones y pruebas de los materiales, así como la mano de obra necesaria para los trabajos que tenga por objeto comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas, permitiendo el acceso a todas las partes de la obra e incluso a los talleres o fábricas donde se produzcan los materiales o se realicen trabajos para las obras.

Asimismo, el Contratista deberá asistir a las inspecciones realizadas por el organismo de control o a las realizadas de oficio por el órgano competente de la Administración, cuando éste así lo requiera, según lo prescrito en el punto f) del apartado 7 de la ITC-LAT 03 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión (R.D. 223/2008).

#### 2.2.8. Ensayos

Los ensayos, análisis y pruebas que deban realizarse para comprobar si los materiales reúnen las condiciones exigibles se verificarán por la Dirección Técnica, o bien, si ésta lo estima oportuno, por el correspondiente Laboratorio Oficial.

Todos los gastos de pruebas y análisis serán de cuenta del Contratista.

#### 2.2.9. Limpieza y seguridad en las obras

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus inmediaciones de escombros y materiales, y hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean precisas, así como adoptar las medidas y ejecutar los trabajos necesarios para que las obras ofrezcan un buen aspecto a juicio de la Dirección Técnica.

Se tomarán las medidas oportunas de tal modo que durante la ejecución de las obras se ofrezca seguridad absoluta, con el objeto de evitar accidentes que puedan ocurrir por deficiencia en esta



clase de precauciones; durante la noche estarán los puntos de trabajo perfectamente alumbrados y cercados los que por su índole fueran peligrosos.

#### 2.2.10. Medios auxiliares

No se abonarán en concepto de medios auxiliares más cantidades que las que figuren explícitamente consignadas en presupuesto, entendiéndose que en todos los demás casos el costo de dichos medios está incluido en los correspondientes precios del presupuesto.

#### 2.2.11. Ejecución de las obras

Las obras se ejecutarán conforme al Proyecto y a las condiciones contenidas en este Pliego de Condiciones y en el Pliego Particular, si lo hubiera, y de acuerdo con las especificaciones señaladas en el de Condiciones Técnicas.

El Contratista, salvo aprobación por escrito de la Dirección Técnica, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza tanto en la ejecución de la obra en relación con el Proyecto como en las Condiciones Técnicas especificadas, sin perjuicio de lo que en cada momento pueda ordenarse por la Dirección Técnica a tenor de lo dispuesto en el último párrafo del apartado 2.2.1.

El Contratista no podrá utilizar en los trabajos personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo, salvo lo indicado en el apartado 2.2.6.

Igualmente, será de su exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo del mismo.

El Contratista deberá tener al frente de los trabajos un técnico suficientemente especializado a juicio de la Dirección Técnica.

#### 2.2.12. Subcontratación de las obras

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la Obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra.

Las subcontrataciones serán autorizadas por la unidad básica responsable de la obra.



- Igualmente se informará por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.

En cualquier caso, el Contratante no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista, y cualquier subcontratación de obras no eximirá al Contratista de ninguna de sus obligaciones respecto al Contratante.

#### 2.2.13. Plazo de ejecución

Los plazos de ejecución, total y parciales, indicados en el contrato, se empezarán a contar a partir de la fecha de replanteo. Una vez iniciadas las obras, deberán continuarse sin interrupción, salvo expresa indicación de la Dirección Técnica.

El Contratista estará obligado a cumplir con los plazos que se señalen en el contrato para la ejecución de las obras y serán improrrogables.

No obstante, lo anteriormente indicado, los plazos podrán ser objeto de modificaciones cuando así resulte por cambios determinados por la Dirección Técnica debidos a exigencias de la realización de las obras y siempre que tales cambios influyan realmente en los plazos señalados en el contrato.

Si por cualquier causa, ajena por completo al Contratista, no fuera posible empezar los trabajos en la fecha prevista o tuvieran que ser suspendidos una vez empezados, se concederá por la Dirección Técnica, la prórroga estrictamente necesaria.

#### 2.2.14. Recepción provisional

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del Contratista, se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia de la Dirección Técnica y del representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si éste es el caso. Dicho Acta será firmada por la Dirección Técnica y el representante del Contratista, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.



En el caso de no hallarse la Obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del Contratista. Si el Contratista no cumpliera estas prescripciones, podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

La forma de recepción se indica en el Pliego de Condiciones Técnicas correspondiente.

#### 2.2.15. Periodos de garantía

El periodo de garantía será el señalado en el contrato y empezará a contar desde la fecha de aprobación del Acta de Recepción.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es responsable de la conservación de la Obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Durante este periodo, el Contratista garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

#### 2.2.16. Recepción definitiva

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o, en su defecto, a los seis meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia de la Dirección Técnica y del representante del Contratista levantándose el Acta correspondiente, por duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada por la Dirección Técnica y el representante del Contratista y ratificada por el Contratante y el Contratista.

#### 2.2.17. Pago de las obras

El pago de obras realizadas se hará por Certificaciones parciales que se practicarán mensualmente. Dichas Certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran. La relación valorada que figure en las Certificaciones se hará con arreglo a los precios establecidos en el contrato y reducidos en los porcentajes fijados en el mismo, y con la cubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.



Serán de cuenta del Contratista las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido a la Dirección Técnica oportunamente para su medición, los gastos de replanteo, inspección y liquidación de las mismas, con arreglo a las disposiciones vigentes, y los gastos que se originen por inspección y vigilancia facultativa, cuando la Dirección Técnica estime preciso establecerla.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminadas por ambas partes en un plazo máximo de quince días.

La Dirección Técnica expedirá las Certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las Certificaciones siguientes, no suponiendo por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas Certificaciones.

#### 2.2.18. Abono de materiales acopiados

Cuando a juicio de la Dirección Técnica no haya peligro de que desaparezca o se deterioren los materiales acopiados y reconocidos como útiles, se abonarán con arreglo a los precios descompuestos de la adjudicación. Dicho material será indicado por la Dirección Técnica que lo reflejará en el Acta de recepción de Obra, señalando el plazo de entrega en los lugares previamente indicados. El Contratista será responsable de los daños que se produzcan en la carga, transporte y descarga de este material.

La restitución de las bobinas vacías se hará en el plazo de un mes, una vez que se haya instalado el cable que contenían. En caso de retraso en su restitución, deterioro o pérdida, el Contratista se hará también cargo de los gastos suplementarios que puedan resultar.

### 2.3. DISPOSICIÓN FINAL

La concurrencia a cualquier Subasta, Concurso o Concurso-Subasta, cuyo Proyecto incluya el presente Pliego de Condiciones Generales, presupone la plena aceptación de todas y cada una de sus cláusulas.



### 3. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS DE EJECUCIÓN DE LÍNEA AÉREA

---

#### 3.1. MATERIALES

Los materiales deberán cumplir las especificaciones indicadas en la normativa vigente. Asimismo, los materiales empleados en la instalación serán entregados por el Contratista siempre que no se especifique lo contrario en el Pliego de Condiciones particulares.

##### 3.1.1. Reconocimiento y admisión de materiales

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por la Dirección Técnica.

Todos los elementos de acero deberán estar galvanizados por inmersión en caliente, debiendo cumplir los requisitos establecidos en la norma UNE-EN ISO 1461:2010.

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique la Dirección Técnica, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones.

##### *3.1.1.1. Composición del hormigón CEMENTO:*

El cemento deberá cumplir lo especificado en el Artículo 26º de la norma EHE-08, proporcionando al hormigón las características que se exigen al mismo en el Artículo 31º de dicha norma.

Podrán utilizarse aquellos cementos que cumplan las siguientes condiciones:

- Ser conformes con la reglamentación específica vigente,
- Pertenecer a la clase resistente 32,5 o superior.
- Cumplir las limitaciones de uso establecidas en la siguiente tabla:

Tipo de hormigón	Tipo de cemento
Hormigón en masa	Cementos comunes excepto los tipos: CEM II/A-Q, CEM II/BQ, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T y CEM III/C Cementos para usos especiales ESP VI-1
Hormigón armado	Cementos comunes excepto los tipos CEM II/A-Q, CEM II/BQ, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T, CEM III/C y CEM V/B

### Tipos

#### AGUA:

El agua utilizada, tanto para el amasado como para el curado del hormigón en obra, no debe contener ningún ingrediente perjudicial en cantidades tales que afecten a las propiedades del hormigón o a la protección de las armaduras frente a la corrosión.

En general, podrán emplearse todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica.

Cuando no se posean antecedentes de su utilización, o en caso de duda, deberán analizarse las aguas para garantizar el cumplimiento de las condiciones indicadas en el artículo 27º de la norma EHE-08.

#### ÁRIDOS

Los áridos a utilizar deberán cumplir en cuanto a tamaños máximos, granulometrías y calidad lo que al respecto se especifica en el artículo 28º de la norma EHE-08

#### HORMIGÓN:

Se utilizará hormigón en masa indicado en el proyecto de ejecución con una calidad mínima de HM-20 garantizando el cumplimiento de todo lo especificado en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE 08. Además, se deberá cumplir las siguientes condiciones:

- El hormigón será fabricado preferentemente en planta, porque facilita el control y asegura una mayor uniformidad, aunque con autorización expresa de la Dirección Técnica puede ser fabricado en obra siempre con hormigonera y nunca a mano, salvo

casos especiales. Cuando el hormigón se fabrique “in situ” la dosificación mínima de cemento será de 300 kg/m<sup>3</sup>.

- Cuando las obras se encuentren en un medio agresivo, próximo al mar o cuando en la formación del terreno exista yeso, se utilizarán cementos especiales apropiados para cada caso.
- No se podrá utilizar cementos de características distintas a los mencionados sin la autorización de la Dirección Técnica.
- El uso de aditivos deberá ser autorizado de forma expresa por la Dirección Técnica.
- La docilidad del hormigón deberá tener un tipo de consistencia plástica, correspondiente a un asentamiento de 3-5 cm con tolerancia de  $\pm 1$  cm, obtenida mediante ensayo de asentamiento según UNE-EN 12350-2.

### 3.1.2. Apoyos

Los apoyos a utilizar en la construcción de la línea serán metálicos de celosía, de las series indicadas en el Documento 1 – Memoria.

Se podrá utilizar apoyos realizados por otro fabricante, siendo sus características equivalentes y sus alturas y esfuerzos resistentes iguales o, en su defecto, de valor superior. En cualquier caso, toda modificación de los apoyos a instalar respecto a lo reflejado en el presente proyecto deberá ser aprobado por el Cliente.

### 3.1.3. Herrajes

Serán del tipo indicado en el Proyecto. Los herrajes para las cadenas de suspensión y amarre cumplirán con las Normas 207009:2002 y UNE EN 61284.

Los amortiguadores cumplirán con la Norma UNE EN 61897.

### 3.1.4. Aisladores

Los aisladores empleados en las cadenas de suspensión o amarre responderán a las especificaciones de la Normas UNE 21.009, UNE-EN 60.383, UNE-EN 60.305 y UNE-EN 60372. En cualquier caso, el tipo de aislador será el que figura en el Proyecto.



### 3.1.5. Conductores

Los conductores serán los que figuran en el Proyecto y deberán estar de acuerdo con las especificaciones de la Norma UNE-EN 50182.

### 3.1.6. Cable de tierra

Todas las características del cable de tierra deberán responder a lo especificado en las normas vigentes.

## 3.2. EJECUCIÓN DEL TRABAJO

Corresponde al Contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas de la buena práctica, siempre cumpliendo lo indicado en el presente proyecto de ejecución y en especial lo dispuesto en los distintos apartados del “Pliego de Condiciones Técnicas”.

El contratista dispondrá de los medios técnicos y humanos adecuados para la correcta y rápida ejecución de las mismas.

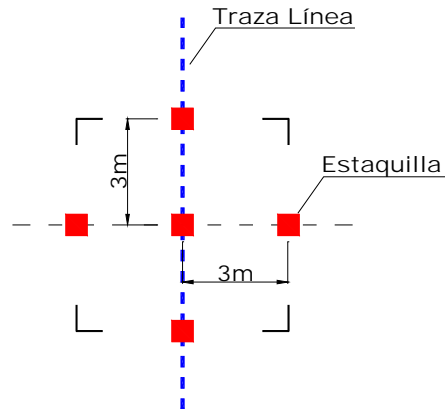
La realización de las obras se llevará a cabo con los materiales aprobados previamente por la Dirección Técnica. Cualquier cambio introducido deberá justificarse.

### 3.2.1. Procedimiento para el replanteo de apoyos

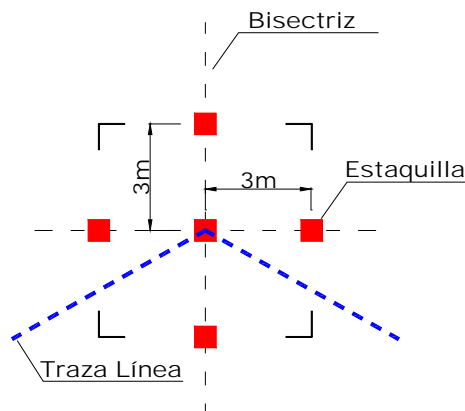
El servicio de topografía del Contratista comprobará los vértices y alineaciones que figuran en los planos de planta y perfil del Proyecto, con el fin de restituir sobre el terreno las banderas y estacas que hubieran desaparecido. Igualmente, se comprobará el perfil especialmente en aquellos puntos donde la distancia de los conductores al terreno sea menor, procediéndose a la toma de datos de todos aquellos nuevos elementos, tales como edificaciones, vías de comunicación, líneas, etc., que pudieran haber aparecido o hubieran sido omitidos en el levantamiento del Proyecto.

La situación de cada apoyo sobre el terreno se marcará de la forma siguiente:

- Apoyos de alineación: El replanteo de los apoyos sobre el terreno será efectuado marcando sus ejes mediante cinco (5) estaquillas (según esquema adjunto):



- La estaca central determina el eje del apoyo y llevará rotulado el número del mismo.
- Dos estacas se pondrán en la dirección de la alineación (una hacia el origen y otra hacia el final de la línea) e irán marcadas con la letra "A", y las dos estacas restantes se colocarán en la dirección perpendicular a la línea. Todas se colocarán equidistantes a 3 metros de la central.
- En terreno rocoso se admitirán clavos o señales de pintura.
- Apoyos de ángulo: Se realizará con cinco estacas clavadas en el terreno según el siguiente esquema:



- La estaquilla central determina el eje del apoyo y llevará el número del mismo. La bisectriz del ángulo formado por las dos alineaciones irá definida mediante dos estacas marcadas con la letra "B" (bisectriz), ubicadas una a cada lado de la central. Del mismo modo y perpendicular a la anterior se definirá el otro eje del apoyo formado por dos estacas situadas también a cada lado de la estaca central y marcadas con la letra "N" (normal). Todas se colocarán equidistantes a 3 metros de la central.



En el caso de apoyos con cimentación fraccionada, una vez estaquillados los ejes del apoyo, se situarán los ejes de las cuatro zancas que quedarán marcados con otras cuatro estacas numeradas como "1", "2", "3" y "4".

En previsión de tener que ejecutar patas desiguales se medirán los desniveles respecto a la estaquilla central. Cuando la diferencia de nivel entre la estaquilla central y el eje de la zanca sea mayor de  $\pm 0,70$  metros se tomarán para cada zanca las cotas de dos puntos separados 1 metro y situados sobre la diagonal que definen los ejes del apoyo y de la zanca.

Se deberán tomar todas las medidas con la mayor exactitud, para conseguir que los ejes de las excavaciones se hallen perfectamente situados y evitar que haya necesidad de rasgar las paredes de los hoyos, con el consiguiente aumento en el volumen de la fundación que sería a cargo del Contratista.

El Contratista entregará los datos del replanteo a la Dirección Técnica para su comprobación y aprobación por escrito mediante el Acta correspondiente, sin lo cual no podrán iniciarse los trabajos de excavación. De igual manera, en caso de presentarse anomalías, estas deberán comunicarse a la Dirección de Obra con la máxima celeridad.

La reposición de estacas desaparecidas desde el momento del replanteo hasta el comienzo de la apertura de hoyos será por cuenta del Contratista.

### 3.2.2. Procedimiento para los accesos a los apoyos

Cuando se requiera establecer nuevos caminos de accesos a los apoyos se realizarán en consonancia con lo establecido en la Declaración de Impacto Ambiental y de modo que se produzcan las mínimas alteraciones del terreno. En la medida de lo posible, y siempre y cuando no exista requerimiento por parte de Organismos Medioambientales que lo impida, se negociarán los permisos y se ejecutarán los caminos con la finalidad de que éstos permanezcan para el posterior mantenimiento de la instalación, estableciendo las servidumbres de manera



definitiva, y ejecutándolos con los vierteaguas y taludes laterales adecuados para asegurar su durabilidad y consolidación futura.

A igualdad de daños se elegirá el camino en sentido de la línea, es decir, siguiendo su traza, sobre todo si se prevé que durante el tendido el cultivo estará en condiciones en los que los daños sean grandes.

Todos los accesos serán establecidos teniendo en cuenta las indicaciones del propietario. En caso de que se prevea dificultad en la ejecución de un camino o que vaya a resultar muy costoso, el contratista lo pondrá en conocimiento de la Dirección Técnica antes de acordarlo con el propietario. Una vez señalado el acceso, éste será el único camino que deberá emplearse en todas las fases de la obra.

Se prohíbe alterar las escorrentías naturales del agua, así como realizar desmontes o terraplenes carentes de una mínima capa de tierra vegetal, que permita un enmascaramiento natural de los mismos. Cuando las características del terreno lo obliguen, se canalizarán las aguas de forma que se eviten encharcamientos y erosiones en el terreno.

Para aquellos apoyos ubicados en cultivos, prados, olivares, fincas adehesadas, etc., o bien resulte necesario atravesar por ellos para acceder a los mismos se tendrán en cuenta los siguientes requisitos:

- Señalizar el acceso a cada apoyo de manera que todos los vehículos realicen las entradas y salidas por un mismo lugar y utilizando las mismas rodaduras.
- Causar el mínimo daño, aunque el camino propuesto por la propiedad sea de mayor desarrollo.
- Mantener cerradas en todo momento las cercas o cancelas de propiedades atravesadas, a fin de evitar movimientos del ganado no previstos.
- Podrá utilizarse material de aportación en el acondicionamiento de pasos para el acceso con camión a los apoyos, pero cuando no esté prevista una utilización posterior de estos pasos, será necesaria la restitución de la capa vegetal que previamente se habrá retirado.
- En huertos, frutales, viñas y otros espacios sensibles el acceso podrá imponerse por la Dirección Técnica, que sea realizado con vehículos ligeros (Dúmpfer), u otros medios compatibles que supongan el máximo respeto al medio físico, natural o cultivado.



### 3.2.3. Apertura de calle

La apertura de calle se realizará con el objeto de garantizar las distancias de seguridad indicadas en el apartado 5.12.1 de la ITC-LAT 07 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en las Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09 (R.D. 223/2008 de 15 de febrero).

La apertura se ejecutará de manera selectiva sobre la vegetación, garantizando el de la Declaración de Impacto Ambiental (si la hubiere), procurando producir el menor daño posible al entorno, debiéndose contemplar también la retirada de todos los residuos procedentes del desbroce y tala de arbolado, incluso transporte y vertido a vertedero autorizado. No estará permitida la quema de estos residuos.

Se acordará entre el Cliente y el CONTRATISTA la realización de la apertura de la calle. Se informará a los Organismos afectados necesarios y aportará los permisos (si fueran precisos) para la realización de la tala.

### 3.2.4. Procedimiento para la explanación

Las explanaciones a cielo abierto, se realizarán con el fin de nivelar parte del terreno en la base del apoyo y dar salida a las aguas. Incluirán lo siguiente:

- Se harán solamente cuando así esté indicado por la Dirección Técnica utilizando para ello los datos posteriores al replanteo definitivo. Para minimizar el impacto sobre el suelo se utilizarán los medios mecánicos o manuales más convenientes, desechando los que incumplan este requisito.
- Se respetarán las escorrentías naturales, dándole salida a las aguas y se repondrá la capa de tierra vegetal para favorecer el enmascaramiento natural.
- Cuando las diferencias entre cotas sean pequeñas y con objeto de nivelar las testas de los anclajes, se explanará en las zonas de cota positivas (+). En las zonas de cota negativas (-) se suplementarán los anclajes por su parte inferior con recrecidos o alargaderas apropiadas, prolongando la bancada de hormigón hasta cota cero. Cuando las diferencias entre cotas lo requieran, se utilizarán patas desniveladas. (Se considera





cota cero o plano horizontal de referencia el que pasa por la intersección de la estaquilla central con el terreno, siendo por tanto positivas (+) cuando están por encima de ésta y negativas (-) en caso contrario).

- Se procurará que el límite de la explanación esté a 1 m del macizo de hormigón o del borde exterior de la excavación. Y a partir de estos límites se adoptará una pendiente equivalente al talud natural del terreno, cuidando en los grandes desniveles que no queden piedras sueltas, que al desprenderse puedan caer sobre el apoyo. Los montantes de apoyo no deben quedar cubiertos de tierra. La tolerancia con respecto al talud natural será de  $\pm 10$  grados.

### 3.2.5. Procedimiento para realizar las excavaciones

Las dimensiones de las excavaciones se ajustarán lo más posible a las dadas en el Proyecto o en su defecto a las indicadas por la Dirección Técnica. Las paredes de los hoyos serán verticales.

El ángulo de arrancamiento o coeficiente de compresibilidad previsto para cada apoyo será confirmado o modificado por parte de la Dirección Técnica a la vista del terreno resultante en el fondo de la excavación.

Se tendrán presentes las siguientes instrucciones:

- Se cuidará el marcado de los hoyos con respecto a las estacas de replanteo y el avance vertical de las paredes de la excavación para obtener la distancia entre éstas y los anclajes indicados en los planos.
- Las dimensiones de las excavaciones se ajustarán a las indicadas en los planos de Proyecto, salvo que la Dirección Técnica reconsidere un nuevo tipo de excavación por no coincidir la clasificación del terreno con lo previsto en el proyecto.
- Cuando sea necesario variar las dimensiones de la excavación, se hará de acuerdo con la Dirección Técnica.
- Según la norma LME 001, los terrenos se clasificarán según la siguiente clasificación:
  - **Muy blando:** Se realizarán cimentaciones con pilotes o pantallas. La tensión máxima admisible del terreno se estima en un valor igual o inferior a  $0,5 \text{ kg/cm}^2$ .
  - **Blando:** Es aquel capaz de ser excavado con pala cargadora únicamente. La tensión máxima admisible del terreno se estima en un valor de  $1 \text{ kg/cm}^2$ .

- **Normal:** Es aquel capaz de ser excavado con retroexcavadora. La tensión máxima admisible del terreno se estima en un valor de 2 kg/cm<sup>2</sup>.
- **Roca:** Es aquel que necesita ser excavado con martillo picador y/o explosivos. La tensión máxima admisible del terreno se estima en un valor de 5 kg/cm<sup>2</sup>.
- Durante las excavaciones no se utilizarán medios manuales ni martillos neumáticos desde el interior de los hoyos. En caso de que fuese estrictamente necesaria la presencia física en el interior de las excavaciones se cuidarán minuciosamente los requisitos que en materia de seguridad laboral establece la legislación vigente (entibaciones, etc.).
- En terrenos desnivelados, sin explanación, la profundidad de la excavación se refiere al nivel del centro de cada hoyo. Cuando la pendiente del terreno en la zona del hoyo sea superior al 20% o exista un talud próximo se incrementará la profundidad según indique la Dirección Técnica.
- El Contratista tomará las disposiciones convenientes para dejar el menor tiempo posible abiertas las excavaciones, con objeto de evitar accidentes.
- La apertura de hoyos deberá coordinarse con el hormigonado de tal forma que el tiempo entre ambas operaciones se reduzca tanto como la consistencia del terreno lo imponga. Si las causas atmosféricas o la falta de consistencia, lo aconsejaran, podría incluso imponerse la apertura y hormigonado inmediato, hoyo a hoyo. En cualquier caso, la excavación no debe adelantarse al hormigonado en más de diez días naturales, pudiendo la Dirección Técnica paralizar estos trabajos si el hormigonado no avanza adecuadamente. Asimismo, las excavaciones deberán ejecutarse de tal forma que no queden fosos abiertos a una distancia de más de 3 Km por delante del equipo encargado del hormigonado.
- El Contratista se compromete a colocar y mantener la señalización y protecciones necesarias, en todos los hoyos, para evitar la caída de personas o animales, asumiendo la responsabilidad civil o penal en que pudiera incurrirse.
- Serán entibados, con tubos de hormigón prefabricado, todos los hoyos que presenten o en que puedan producirse desprendimientos, por seguridad de las personas en la siguiente fase de hormigonado y para mantener el terreno con su cohesión natural. Si penetrase agua en los hoyos, esta debe ser evacuada inmediatamente antes del

hormigonado, se ha de prever un sistema de bombeo para evitar la acumulación de agua dentro de la excavación.

- Cuando se efectúen trabajos de desplazamiento de tierras, la capa vegetal arable será separada de forma que pueda ser colocada después en su yacimiento primitivo, volviéndose a dar de esta forma su estado de suelo cultivable. La ocupación de suelo será solamente lo previsto en los planos de los cimientos.
- No se han de acopiar las tierras producto de la excavación alrededor de la misma, sino que se extenderá a partir de 5 m. del borde de la excavación.
- La tierra sobrante de la excavación se tratará de adaptar al terreno, si no es posible deberá ser trasladada a vertedero autorizado, según R.D. 105/2008 de 1 de febrero de 2008, siendo por cuenta del Contratista la carga, transporte y descarga de la misma.
- Se evitará, en lo posible, el uso de explosivos. Cuando su empleo sea imprescindible, la manipulación, almacenaje, transporte, etc., se ajustará a las disposiciones oficiales vigentes en cada momento respecto a este tipo de trabajo, y toda la tramitación para obtener el permiso será por cuenta del Contratista a cuyo efecto el Cliente facilitará el oportuno certificado de Adjudicación de la Obra.
- En la excavación con empleo de explosivos, el Contratista deberá tomar las precauciones adecuadas para que, en el momento de la explosión, no se proyecten al exterior piedras que puedan provocar accidentes o desperfectos, cuya responsabilidad correría a cargo del Contratista. Igualmente se cuidará que la roca no sea dañada, debiendo arrancarse todas aquellas piedras movedizas que no formen bloques con la roca, o que no estén suficientemente empotradas en el terreno.

Si por cualquier causa se originase un aumento en el volumen de la excavación, ésta será por cuenta del Contratista, certificándose solamente el volumen teórico.

### 3.2.6. Transporte, acarreo y acopio a pie de hoyo

El transporte de los apoyos se deberá realizar en lotes de montantes y celosías cosidos por alambres, mediante el uso de trailers o cajas de camión de dimensiones apropiadas evitando roces que puedan dañar el galvanizado.



Cuando se transporten apoyos despiezados es conveniente que sus elementos vayan numerados, en especial las diagonales. Por ninguna causa los elementos que componen el apoyo se utilizarán como palanca o arriostamiento.

No se permitirá el acopio de torres en cunetas de las carreteras, ocupando caminos, y en general, en lugares que impidan el normal tráfico de personas y vehículos.

En el apilado se utilizarán calzos para evitar que el material esté en contacto con el terreno

El Contratista será responsable de los materiales que reciba y establecerá uno o varios almacenes en obra, en las proximidades de la línea, donde se mantendrá, en las debidas condiciones, el material entregado.

Los materiales dispondrán en todo momento de los embalajes de protección para evitar golpes que puedan alterar su integridad.

Al hacerse cargo del material, el Contratista comprobará el estado del mismo, siendo a partir de ese momento responsable de todos los deterioros que sufran. Si descubriese algún defecto en el material decepcionado lo comunicará inmediatamente a la Dirección Técnica.

Los apoyos no serán arrastrados ni golpeados. Se tendrá especial cuidado en su manipulación ya que un golpe puede torcer o romper cualquiera de los perfiles que lo componen, en cuyo caso deberán ser reparados antes de su izado o armado.

### 3.2.7. Cimentaciones

Comprende el hormigonado de los macizos de las fundaciones, incluido el transporte y suministro de todos los áridos y demás elementos necesarios a pie de hoyo, el transporte y la colocación de los anclajes y plantillas, así como la correcta nivelación de los mismos.

#### 3.2.7.1. *Instalación de anclajes*

Antes de proceder al hormigonado de la cimentación se procederá a la instalación y nivelación de anclajes.

El Contratista realizará el suministro y montaje de alargaderas según lo indicado en el apartado correspondiente a explanación.

En el caso de apoyos monobloque, se colocará dentro de la excavación solamente el primer cuerpo del apoyo, dejando el montaje del resto de la estructura para la fase de izado.



Los errores máximos permitidos en la nivelación de los anclajes serán los indicados en la norma particular de EDE LME001, no siendo admisible alcanzar el error máximo en dos medidas simultáneamente.

Se respetará el emplazamiento de los apoyos en la traza de la línea referido a la estaquilla central y no se admitirán variaciones respecto al eje de la traza de la línea en cuantía superior lo indicado en la norma LME001 de EDE.

Antes de realizar el vertido del hormigón se fijarán los anclajes de forma adecuada para que no sufran desplazamientos durante la operación.

Las plantillas o sistemas de fijación de los anclajes no podrán ser retirados antes de cumplirse las 24 horas del vertido del hormigón en los hoyos.

#### *3.2.7.2. Ejecución cimentaciones*

Las cimentaciones de los apoyos serán de hormigón en masa de calidad HM-20 y deberán cumplir lo especificado en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE 08.

Los macizos de cimentación sobrepasarán el nivel del suelo en 30 cm como mínimo. La parte superior de este macizo estará terminada en forma cónica o piramidal, a base de mortero rico en cemento, con una pendiente de un 25% como vierte-aguas.

Se tendrá la precaución de dejar un tubo de PVC para poder colocar el cable de tierra de los apoyos. Este conducto deberá salir a unos 80 cm bajo el nivel del suelo, y, en la parte superior de la cimentación, junto al angular o montante.

En tiempo de heladas deberán suspenderse los trabajos de hormigonado; no obstante, si la urgencia de la obra lo requiere, podrá proseguirse el hormigonado, siempre con la autorización de la Dirección Técnica y tomando las debidas precauciones, tales como cubrir el hormigón que está fraguando por medio de sacos, paja, etc. Se podrán igualmente utilizar aditivos anticongelantes que deberán ser autorizados por la Dirección Técnica.

En aquellos apoyos que por las especiales características del terreno donde se asienten (roca, aluvión, etc.) sea aconsejable utilizar una cimentación especial, la Dirección Técnica estudiará la solución más adecuada y facilitará al Contratista toda la información necesaria para su correcta ejecución.

#### **CIMENTACIÓN FRACCIONADA**

La manera de ejecutar la cimentación será la siguiente:

- Se cuidará la limpieza del fondo de la excavación, de los anclajes y ferralla. Se achicará el agua de los hoyos previamente al hormigonado, pero cuidando de no producir daños a terceros.
- El Contratista se compromete a disponer de bombas de achique, así como ferralla para la interrupción del hormigonado.
- Se echará primeramente una capa de hormigón seco fuertemente apisonado, de 10 cm de espesor, de manera que se conserve la distancia marcada en el plano desde la superficie del terreno hasta la capa de hormigón.
- Al día siguiente se colocará sobre él la base del apoyo, nivelando cuidadosamente el plano de unión de la base con la estructura exterior del apoyo e inmovilizándola mediante un dispositivo adecuado (plantilla).
- Cuando se trate de apoyos de ángulo o final de línea, se dará a la superficie de la base una inclinación del 0,5 al 1% en sentido opuesto a la resultante de las fuerzas producidas por los conductores.
- Se comprobará que las distancias de los anclajes a las paredes de los hoyos, ya en su posición definitiva, la precolocación de los tubos para el paso de los cables de las tomas de tierra y la ferralla si es necesaria, se ajustan a lo proyectado.
- Después se rellenará de hormigón el foso, vertiendo el hormigón suavemente y por medio de un canal de chapa de gran pendiente en capas de 20 a 30 cm y vibrándolo a continuación. Durante el vertido del hormigón se prestará especial cuidado en no golpear el anclaje para no desnivelarlo. Una vez iniciado el hormigonado de un macizo no se interrumpirá éste hasta que no esté totalmente terminado.
- No podrá retirarse la plantilla hasta pasadas 24 horas de la terminación del hormigonado. Este plazo será de 48 horas en el caso de utilización de cementos puzolánicos o siderúrgicos.
- En aquellos apoyos donde sea necesario, por indicarse en los planos del Proyecto o porque lo solicite la Dirección Técnica, el Contratista estará obligado a la construcción de recrecidos de hormigón armado. Dichos recrecidos se ejecutarán sin junta con hormigón HA-25 según norma EHE-08. Las armaduras serán suministradas por el Contratista de acuerdo con los planos.

- Los encofrados podrán ser de madera o chapa y se ejecutarán de manera que quede asegurada la estanqueidad de los mismos con el fin de evitar fugas de la lechada de cemento. Si son de madera, ésta tendrá una superficie lisa y se humedecerá suficientemente con agua antes de comenzar el hormigonado. En caso de utilizarse encofrados de chapa se podrán utilizar desencofrantes de calidad verificada, que serán sometidos a la aprobación de la Dirección Técnica. Se cuidará la verticalidad de los encofrados y que éstos no se muevan durante su relleno. Estos recrecidos se realizarán de forma que las superficies vistas queden bien terminadas.
- Se cuidará especialmente la compactación del hormigón que quedará visto en peanas normales y recrecidas y la correcta limpieza y colocación de los encofrados con respecto a los anclajes, verticales o inclinados, según se especifique en los planos.
- En los recrecidos se cuidará la verticalidad o inclinación de los encofrados según plano y que estos no se muevan durante el relleno. Los recrecidos se realizarán de forma que las superficies vistas queden bien terminadas.
- Una vez retirada la plantilla se puede extraer el encofrado lateral. Posteriormente se rellenará de tierra apisonada el hueco existente entre el hormigón y el foso. Si la fundación está recrecida, al retirar dicho encofrado, debe regarse cuantas veces sea necesario para garantizar un buen fraguado del hormigón.

### **CIMENTACIÓN MONOBLOQUE**

Se seguirán las siguientes recomendaciones:

- Se hormigonará previamente una solera de hormigón de 10 cm para descansar el apoyo en celosía.
- Al día siguiente se colocará sobre él la base del apoyo, nivelándose cuidadosamente el plano de unión de la base con la estructura exterior del apoyo.
- Se tendrá en cuenta que los apoyos de fin de línea o ángulo se hormigonarán con una inclinación del 0,5 al 1% en el sentido opuesto a la resultante de los esfuerzos permanentes producidos por los conductores. Esta inclinación puede también medirse en el plano definido por las cuatro testas de los anclajes.
- Al día siguiente del hormigonado de la cimentación, y en caso de que exista encofrado lateral, se retirará éste y se rellenará de tierra apisonada el hueco existente entre el hormigón y el foso.



- En los recrecidos se cuidará la verticalidad de los encofrados y que éstos no se muevan durante su relleno. Los recrecidos se realizarán de forma que las superficies vistas queden bien terminadas.

### 3.2.8. Armado e izado de apoyos

Los trabajos comprendidos en este epígrafe son el armado, izado y aplomado de los apoyos, incluido la colocación de crucetas y el anclaje, así como el conjunto de herramienta y todos los medios necesarios para esta operación.

Antes del montaje en serie de los apoyos, se deberá realizar un muestreo (de al menos el 10%), montándose éstos con el fin de comprobar si tienen un error sistemático de construcción que convenga ser corregido por el constructor de los apoyos, con el suficiente tiempo.

El armado de estos apoyos se realizará teniendo presente la concordancia de diagonales y presillas. Cada uno de los elementos metálicos del apoyo será ensamblado y fijado por medio de tornillos con arreglo a los planos de montaje suministrados por el fabricante de los mismos.

Cuando la torre se monte sobre el suelo, se hará sobre un terreno sensiblemente horizontal y perfectamente nivelado con calces de madera a fin de que no se produzcan deformaciones en las barras.

El apriete de los tornillos con la torre en el suelo no será el máximo, el cual se realizará una vez izado el apoyo. Asimismo, los tornillos se montarán con la tuerca hacia el exterior de la torre.

Si en el curso del montaje aparecen dificultades de ensambladura o defectos sobre algunas piezas que necesiten su sustitución o su modificación, el Contratista lo notificará a la Dirección Técnica.

No se empleará ningún elemento metálico doblado, torcido, etc. Sólo podrán enderezarse previo consentimiento de la Dirección Técnica. En el caso de rotura de barras y rasgado de taladros, por cualquier causa, el Contratista tiene la obligación de proceder al cambio de los elementos rotos, previa autorización de la Dirección Técnica.

No podrá comenzarse a izar la torre hasta que la cimentación alcance la resistencia adecuada según EHE en vigor. La cimentación debe estar completamente terminada, incluida la peana.

El procedimiento de izado será determinado por el Contratista, el cual deberá contar con la aprobación de la Dirección Técnica. Todas las herramientas que se utilicen se hallarán en perfectas condiciones de conservación y serán las adecuadas.





En el montaje e izado de los apoyos, como observancia principal de realización, ha de tenerse en cuenta que ningún elemento sea solicitado por esfuerzos capaces de producir deformaciones permanentes. Se recomienda el izado con pluma o grúa, para lo que el Contratista deberá tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Habrá que elegir una grúa que, por longitud de pluma y carga útil de trabajo, pueda izar la torre más desfavorable de la serie que pretende izarse, teniendo en cuenta los coeficientes de seguridad exigibles en este tipo de maquinaria.
- Para el izado de todas las torres en proximidad de una Línea eléctrica, necesitará el conocimiento previo de la empresa distribuidora afectada, que determinará si son necesarios cortes de corriente u otras precauciones adicionales.
- Se estrobarán las torres para su izado de puntos de la estructura suficientemente arriostrados y estos puntos se protegerán para evitar deformaciones de las barras y desperfectos en el galvanizado.
- En apoyos de 4 patas se usarán como arriostramiento de la base para evitar deformaciones de la estructura las plantillas de hormigonado u otras barras preparadas a tal efecto con la rigidez adecuada. Sin la colocación de estos refuerzos no se permitirá el izado.
- Cuando las dimensiones de la torre, la posición en que se ha armado y las características del terreno lo aconseje, se dispondrán chapas de protección, atornilladas a los montantes para proteger a éstos del rozamiento durante el arrastre.
- Inmediatamente después de acoplar y abrochar las torres a sus anclajes se conectarán las tomas de tierra que deberán estar ejecutadas con anterioridad.
- No se permitirá izar con grúa aquellas torres que por encontrarse en zonas cultivos especiales, viña, frutales, huertas, etc., pudieran producirle daños considerables en los cultivos.
- Deberán utilizarse para los accesos de las grúas los mismos caminos usados en la obra civil y los acopios.

Después de su izado y antes del tendido de los conductores, se apretarán los tornillos dando a las tuercas la presión correcta mediante el empleo de llaves dinamométricas. Los tornillos deberán sobresalir de las tuercas, por lo menos, tres pasos de rosca.



El apoyo deberá quedar vertical, salvo en los apoyos de fin de línea o ángulo, que presentará una inclinación del 0,5 al 1% en sentido opuesto a la resultante de los esfuerzos producidos por los conductores. En ambas posiciones se admitirá una tolerancia del 0,2%.

Finalmente, una vez que se haya comprobado el perfecto montaje del apoyo, se procederá al graneteado de la tornillería (tres granetazos a 120°), con el fin de impedir que se aflojen.

Terminadas todas las operaciones anteriores, y antes de proceder al tendido de los conductores, el Contratista dará aviso para que los apoyos montados sean recepcionados por la Dirección Técnica.

### 3.2.9. Protección de las superficies metálicas

Todos los apoyos tendrán protección por galvanizado en caliente. El galvanizado por inmersión en caliente se hará de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 1461:1999.

La superficie presentará una galvanización lisa adherente, uniforme, sin discontinuidad y sin manchas.

### 3.2.10. Tendido, tensado y engrapado de los conductores y cable de tierra

Los trabajos comprendidos en este epígrafe son los siguientes:

- Colocación de los aisladores y herrajes de sujeción de los conductores.
- Tendido de los conductores y cable de tierra, tensado inicial, regulado y engrapado de los mismos.

Comprende igualmente el suministro de herramienta y demás medios necesarios para estas operaciones, así como su transporte a lo largo de la línea.

#### *3.2.10.1. Colocación de aisladores*

La manipulación de aisladores y de los herrajes auxiliares de los mismos se realizará con el mayor cuidado y se limpiarán antes de su montaje definitivo en los apoyos.

Se tomarán las debidas precauciones para que los distintos elementos que componen la cadena no sufran golpes, ni entre ellos ni contra superficies duras, y su manejo se hará de forma que no sufran esfuerzos de flexión.

### 3.2.10.2. *Tendido de los conductores y cable de tierra*

No se comenzará el tendido de un cantón si todos los postes de éste no están recepcionados. De cualquier forma, las operaciones de tendido no serán emprendidas hasta que hayan pasado 15 días desde la terminación de la cimentación de los apoyos de ángulo y amarre, salvo indicación en contrario de la Dirección Técnica.

El tendido de los conductores y cable de tierra debe realizarse de tal forma que se eviten torsiones, nudos, aplastamientos o roturas de alambres, roces en el suelo, apoyos o cualquier otro obstáculo. Las bobinas no deben nunca ser rodadas sobre un terreno con asperezas o cuerpos duros susceptibles de estropear los cables, así como tampoco deben colocarse en lugares con polvo o cualquier otro cuerpo extraño que pueda introducirse entre los conductores y cable de tierra.

Antes del tendido se instalarán los pórticos de protección para cruces de carreteras, ferrocarriles, líneas de alta tensión, etc. Para el tendido se instalarán poleas con garganta de madera o aluminio con objeto de que el rozamiento sea mínimo.

La máquina de frenado dispondrá de dos tambores en serie de aluminio, plástico, neopreno, o cualquier otro material homologado, con acanaladuras para permitir el enrollamiento en espiral del conductor. La relación mínima entre el diámetro de los tambores y el diámetro del conductor de fase o cable de fibra óptica será la indicada en la norma LME001 de EDE, salvo indicación en contra.

Se dispondrán, al menos, de un número de poleas igual a tres veces el número de vanos del cantón más grande. Las gargantas de las poleas de tendido serán de aleación de aluminio, madera o teflón siendo la relación mínima de diámetro entre las poleas y el conductor de fase o cable de fibra óptica la indicada en la norma LME001 de EDE, salvo indicación en contra.

Durante el tendido se tomarán todas las precauciones posibles, tales como arriostramiento, para evitar deformaciones o fatigas anormales de crucetas, apoyos y cimentaciones, (en particular en los apoyos de ángulo y anclaje).

Cuando se haga el tendido sobre vías de comunicación, se establecerán protecciones especiales, de carácter provisional, que impida la caída de dichos conductores sobre las citadas vías, permitiendo al mismo tiempo el paso por las mismas sin interrumpir la circulación. Estas protecciones, aunque de carácter provisional, deben soportar con toda seguridad los esfuerzos anormales que por accidentes puedan actuar sobre ellas. En caso de cruce con otras líneas (A.T.,



B.T. o de comunicaciones) también deberán disponerse las protecciones necesarias de manera que exista la máxima seguridad y que no se dañen los conductores durante su cruce. Cuando haya que dejar sin tensión una línea para ser cruzada, deberán estar preparadas todas las herramientas y materiales con el fin de que el tiempo de corte se reduzca al mínimo y no se cortarán hasta que todo esté preparado.

Cuando el cruzamiento sea con una línea eléctrica (A.T. y B.T), una vez conseguido del propietario de la línea de corte, se tomarán las siguientes precauciones:

- Comprobar que estén abiertas, con corte visible, todas las fuentes de tensión, mediante interruptores y seccionadores que aseguren la imposibilidad de un cierre intempestivo.
- Comprobar el enclavamiento o bloqueo, si es posible, de los aparatos de corte.
- Reconocimiento de la ausencia de tensión.
- Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión.
- Colocar las señales de seguridad adecuadas delimitando las zonas de trabajo.

Para poder cumplimentar los puntos anteriores, el Contratista deberá disponer, y hacer uso, de detector de A.T. adecuado y de tantas puestas a tierra y en cortocircuito como posibles fuentes de tensión.

Si existe arbolado que pueda dañar a los conductores y cable de tierra, y éstos a su vez a los árboles, dispondrán de medios especiales para que esto no ocurra.

Durante el tendido, en todos los puntos de posible daño al conductor, el Contratista deberá desplazar a un operario con los medios necesarios para que aquél no sufra daños.

Si durante el tendido se producen roturas de venas del conductor, el Contratista deberá consultar con la Dirección Técnica la clase de reparación que se debe ejecutar.

Para el caso particular de cable de tierra OPGW, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- La tracción de tendido de los conductores será aquella que permita hacer circular los conductores a una distancia prudencial de los obstáculos naturales.
- La velocidad de tendido debe ser inferior a la utilizada en la instalación de un cable convencional, especialmente al inicio, limitándola a un valor aproximado de 12 a 18 m/min (según lo indicado en la norma LME001 de EDE), aunque en plena fase de tendido

esta velocidad puede ser aumentada, siempre que se mantenga la vigilancia del tendido y empleado, especialmente cuando el cable inicie su entrada en la polea.

- El interior del tubo de aluminio debe sujetar fuertemente el núcleo de fibra óptica a fin de garantizar que no se produzca deslizamiento del núcleo dentro del tubo. Esto se consigue aplastando el tubo en la punta unos 10 cm.
- El final del cable debe estar siempre cubierto, sellado preferiblemente con un capuchón termorretráctil o en su defecto de goma. De este modo se evita el ingreso de agua y/o polvo.
- El tendido de cable de tierra del tipo OPGW requiere de un dispositivo antitorsión para contrarrestar la inevitable tendencia del cable a rotar. Este dispositivo, consistente en un contrapeso colgado del cable, se ha de situar a unos 50 cm. del final de la camisa, para así compensar el impulso del giro del cable. Se han de situar dos o tres contrapesos, así se asegura que uno siempre actúa mientras el otro está en la polea. Se colocará un dispositivo similar hacia el final de la bobina, es decir cuando la punta del cable esté a punto de salir del tambor de la máquina de freno.

El Contratista será el responsable de las averías que se produzcan por la no observancia de estas prescripciones.

### *3.2.10.3. Tensado, regulado y engrapado de los conductores y cable de tierra*

Previamente al tensado de los conductores y cable de tierra, deberán ser venteados los apoyos primero y último del cantón, de modo que se contrarresten los esfuerzos debidos al tensado.

Los mecanismos para el tensado de los cables podrán ser los que la empresa Contratista estime, con la condición de que se coloquen a distancia conveniente del apoyo de tense, de tal manera que el ángulo que formen las tangentes del cable a su paso por la polea no sea inferior a lo indicado en la norma LME001 de EDE.

La Dirección Técnica facilitará al Contratista, para cada cantón, el vano de regulación y las flechas de este vano para las temperaturas habituales en esa época, indicando los casos en que la regulación no pueda hacerse por tablillas y sea necesario el uso de taquímetro.

Antes de regular el cable se medirá su temperatura con un termómetro de contacto con sensibilidad de 1º C como mínimo, introducido en una muestra de cable del conductor utilizado y expuesto a una altura próxima de los 10 metros, durante un período mínimo de 3 horas.



El Contratista facilitará a la Dirección Técnica, para su comprobación, la altura mínima de los conductores y cable de tierra, en el caso más desfavorable de toda la línea, indicando la temperatura a que fue medida. Igualmente facilitará en todos los vanos de cruzamiento.

Según sea la longitud de la serie, el perfil del terreno y la mayor o menor uniformidad de los vanos, podrán establecerse, para el regulado, los casos siguientes:

- Un vano de regulación y un vano de comprobación.
- Un vano de regulación y dos vanos de comprobación.
- Dos vanos de regulación y tres vanos de comprobación

En el caso de cantones de varios vanos, después del tensado y regulado de los conductores y cable de tierra, se mantendrán éstos sobre las poleas durante 24 horas como mínimo, para que puedan adquirir una posición estable. Entonces se procederá a la realización de los anclajes y luego se colocarán los conductores sobre las grapas de suspensión.

Si, una vez engrapado el conductor, se comprueba que la grapa no se ha puesto en el lugar correcto y que, por tanto, la flecha no es la que debía resultar, se volverá a engrapar y, si el conductor no se ha dañado, se cortará el trozo que la Dirección Técnica marque, ejecutándose los manguitos correspondientes.

En los puentes flojos deberán cuidar su distancia a masa y la verticalidad de los mismos, así como su homogeneidad. Para los empalmes que se ejecuten en los puentes flojos se utilizarán preformados.

En las operaciones de engrapado se cuidará especialmente la limpieza de su ejecución, empleándose herramientas no cortantes, para evitar morder los cables de aluminio.

Si hubiera alguna dificultad para encajar entre sí o con el apoyo algún elemento de los herrajes, éste no deberá ser forzado con el martillo y deberá ser cambiado por otro.

Al ejecutar el engrapado en las cadenas de suspensión, se tomarán las medidas necesarias para conseguir un aplomado perfecto. En el caso de que sea necesario correr la grapa sobre el conductor para conseguir el aplomado de las cadenas, este desplazamiento no se realizará a golpe de martillo u otra herramienta; se suspenderá el conductor, se dejará libre la grapa y ésta se correrá a mano hasta donde sea necesario. La suspensión del cable se realizará, o bien por medio de una grapa, o por cuerdas que no dañen el cable.

El apretado de los estribos se realizará de forma alternativa para conseguir una presión uniforme de la almohadilla sobre el conductor, sin forzarla, ni menos romperla.

El punto de apriete de la tuerca será el necesario para comprimir la arandela elástica.

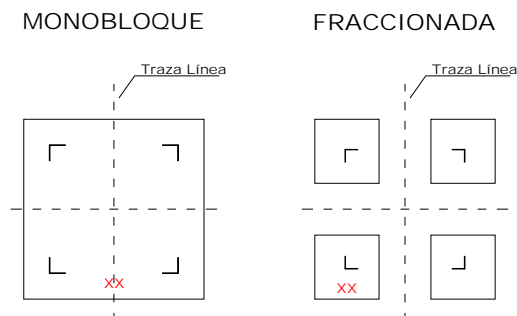
Es necesario recordar que se han de aplicar sólidos controles durante la instalación del cable de tierra OPGW, con el fin de asegurar que se instala con la correcta tensión mecánica, que se regula con la flecha correcta y que no se ha producido ningún daño a las fibras o pantalla de aluminio durante la instalación.

Los empalmes del cable de tierra se realizarán en caja de empalme dispuesta a tal efecto en parte baja de apoyo. El cable de tierra se fijará a herraje sujeto a montante de apoyo de manera que se realizará entrada y salida en la citada caja. Se realizará informe final de reflectometría que el Contratista entregará a la Dirección Técnica.

La medición de flechas se efectuará según UNE 21.101 “Método para la medición en el campo de la flecha de los conductores o cables de tierra”.

### 3.2.11. Numeración de apoyos. Aviso de peligro eléctrico

Se marcará el número del apoyo en la cara de la pirámide según esquema y sentido de la línea, en el caso de cimientos monolíticos, o en la peana indicada según esquema adjunto.



La numeración se realizará con pintura negra, ajustándose dicha numeración a la dada por la Dirección Técnica. Las cifras serán legibles desde el suelo.

En todos los apoyos se instalará una placa señalización de riesgo eléctrico, donde se indicará la tensión de la línea (kV), el titular de la instalación y el número del apoyo. La placa se instalará a una altura del suelo de 3 m en la cara paralela o más cercana a los caminos o carreteras, para que pueda ser vista fácilmente.

### 3.2.12. Puesta de tierra

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. 223/2008).

#### 3.2.12.1. *Clasificación de los apoyos según su ubicación*

El contratista aportará un protocolo con el croquis de las tomas de tierra y los valores de las mediciones para cada apoyo, indicando si se encuentran en zona frecuentada con calzado, frecuentada sin calzado o no frecuentada, según lo indicado en el apartado 7.3.4.2 de la citada ITC-LAT-07.

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 aíslen 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.

#### Apoyos no frecuentados

- 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 acero cobreado, 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.

#### 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 dos conexiones como mínimo.

A este anillo se conectarán como mínimo dos picas de acero cobreado, 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 3.1.12.1 “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.

### *3.2.12.3. Comprobación de los valores de resistencia de difusión y tensión de contacto*

El Contratista facilitará a la Dirección Técnica, para su comprobación, los valores de resistencia de puesta a tierra de todos y cada uno de los apoyos y valores de tensión de contacto de cada uno de los apoyos clasificados como “Apoyo Frecuentado”. Se deberán realizar las mejoras de tierra en los apoyos que no den los valores reglamentarios y en los que se acuerde con la Dirección Técnica.

### 3.2.13. Control ambiental

Se protegerá el arbolado y especies vegetales que pudieran quedar afectadas por las obras, dejando una franja de 1 metro alrededor de éstas sin ocupar.

Una vez finalizado los trabajos la zona afectada debe quedar en las mismas condiciones o mejores que las que tenía antes del inicio de los mismos. Queda expresamente prohibido abandonar cualquier tipo de residuo en la vía pública o rural.

Los residuos generados que no puedan ser reutilizados se gestionarán para el retiro a vertedero autorizado, por norma general, según lo dispuesto en la normativa vigente.

En períodos secos, se regará la zona de obras para disminuir la emisión de polvo.

El Contratista es el responsable del traslado a vertedero de los residuos generados y de la limpieza y tratamiento de derrames de sustancias peligrosas debidas a la ejecución de los diferentes trabajos.

Se pondrá especial cuidado en cumplir todas las prescripciones incluidas en las medidas correctoras que afecten al medioambiente, siempre que existan.

Todos los daños serán por cuenta del Contratista, salvo aquellos aceptados por la Dirección Técnica.

### 3.3. RECEPCIÓN DE OBRA

Durante la obra o una vez finalizada la misma, la Dirección Técnica podrá verificar que los trabajos realizados estén de acuerdo con las especificaciones de este Pliego de Condiciones. Esta verificación se realizará por cuenta del Contratista.

Una vez finalizadas las instalaciones, el Contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la obra.

Antes de la recepción de la instalación, el contratista entregará a la Dirección Técnica un dossier con toda la documentación del material instalado y certificados de calidad de los mismos.

En este dossier figurarán los siguientes puntos de control de calidad de la obra, asegurando el cumplimiento y verificación de todos ellos.

#### 3.3.1. Puesta a tierra

Medición de resistencia de las tomas a tierra con y sin influencia del cable de tierra, así como los valores de la tensión de contacto que demuestren el cumplimiento de lo establecido en el apartado 7 de la ITC-LAT 07 del vigente Reglamento de Líneas de Alta Tensión (R.D. 223/2008), indicando las medidas correctoras adoptadas en caso de haber sido necesario.

#### 3.3.2. Calidad de cimentaciones

Se adjuntarán todos los ensayos realizados al hormigón, de manera que se compruebe el cumplimiento de lo indicado en la norma EHE-08.

El Contratista tomará a su cargo las obras ejecutadas con hormigón que hayan resultado de insuficiente calidad.

#### 3.3.3. Tolerancias de ejecución

Se tomarán las medidas oportunas para garantizar que las siguientes desviaciones resultantes en la instalación, se encuentren dentro de las tolerancias máximas fijadas en la norma LME001 “Criterios constructivos de líneas aéreas de A.T.”:

- Desplazamiento de apoyos sobre su alineación.



- Desplazamiento de un apoyo sobre el perfil longitudinal de la línea en relación a su situación prevista.
- Verticalidad de los apoyos.
- Errores en las flechas: estos errores se refieren a los apreciados antes de presentarse la fluencia. Dicho fenómeno sólo afecta al primero de los errores, o sea, la flecha real de un conductor con relación a la teórica, por lo que deberá tenerse presente al comprobar las flechas al cabo de un cierto tiempo del tendido.

#### 3.3.4. Inspección y control

Las comprobaciones a efectuar serán las siguientes:

- Verificación de reclamaciones pendientes de los propietarios.
- Que las peanas queden libres y protegidas de posibles vertidos de tierras. Así como que están perfectamente enlucidas y no presenten grietas ni coqueras.
- Que la zona próxima al apoyo haya quedado limpia de tierras procedentes de la excavación, de restos de hormigón y de otros materiales y residuos
- Que los tubos para el paso de los cables de tierra son del diámetro adecuado y no estén obstruidos por materiales de desecho
- La nivelación de los anclajes de los apoyos, la correcta orientación de las caras de los anclajes y su alineación con los apoyos inmediatos.
- La perfecta unión de las tomas de tierra y que el tubo de la puesta a tierra este sellado con silicona.
- Se realizará una inspección visual del conjunto del apoyo para comprobar que no faltan barras y la perfecta alineación de los montantes. Asimismo, se comprobará la verticalidad de los apoyos, admitiéndose una tolerancia del 0,2 % sobre la altura total.
- La correcta colocación de casquillos, cartelas, forrillos, tornillos, así como el perfecto ajuste y asentamiento de los mismos.
- Que los tornillos están colocados, apretados, y graneteados correctamente.
- La presencia, perfecta fijación, numeración y visibilidad desde el suelo de las placas de señalización.



- Inspección de los herrajes y aisladores que componen las cadenas: correcto montaje, tipo de aisladores, aisladores limpios y sin roturas. Así como el perfecto aplomado de las cadenas de suspensión.
- Comprobación de las flechas.
- La instalación de antivibradores, colocación, número y distancias.
- Que la grapa, varilla preformada, latiguillos y conexión al apoyo del cable de tierra sea correctos.
- Distancia a masa y longitudes de puente flojos.
- Comprobación de distancias a obstáculos, edificios, masas de arbolado, al suelo, cruzamientos.

Las deficiencias detectadas serán corregidas por el Contratista, corriendo a su cargo siempre que sean motivados por deficiencias técnicas en el montaje.

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 IV:-ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

## ÍNDICE

---

1.	OBJETIVO.....	3
2.	DATOS GENERALES DE LA OBRA .....	3
3.	NORMATIVA APLICABLE.....	4
4.	OBLIGACIÓN DEL PROMOTOR.....	6
5.	EL COORDINADOR.....	6
6.	CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS .....	7
7.	OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES.....	8
8.	LIBRO DE INCIDENCIAS.....	9
9.	DERECHO DE LOS TRABAJADORES .....	9
10.	PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES.....	10
10.1.	PROTECCIONES INDIVIDUALES GENERALES.....	10
10.2.	PROTECCIONES COLECTIVAS GENERALES .....	10
10.3.	FORMACIÓN .....	11
10.4.	MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS.....	11
11.	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS.....	12
11.1.	FASE DE ACTUACIONES PREVIAS.....	12
11.2.	FASE DE ACOPIO DE MATERIAL.....	13
11.3.	CARGA Y DESCARGA DE MATERIALES .....	14
11.4.	MOVIMIENTO DE TIERRAS Y EXCAVCIÓN.....	15
11.5.	CIMENTACIÓN .....	17
11.6.	IZADO Y ARMADO DE APOYOS.....	18
11.7.	MONTAJE Y APRIETE DE TORNILLERÍA .....	19
11.8.	COLOCACIÓN DE HERRAJES Y AISLADORES. TENDIDO, TENSADO Y ENGRAPADO DE CONDUCTORES.....	20
11.9.	USO DE MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS .....	21
12.	INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL EN OBRA.....	23
13.	SEÑALIZACIÓN.....	25



## 1. OBJETIVO

---

El objeto del presente Estudio Básico de Seguridad y Salud es la redacción de los documentos necesarios que definan, en el marco del Real Decreto 1627/1991, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, las previsiones y desarrollo de las soluciones necesarias para los problemas de ejecución de la obra, y la prevención de riesgos de accidentes preceptivas de sanidad, higiene y bienestar de los trabajadores durante el desarrollo de la misma.

En aplicación de este Estudio de Seguridad y Salud de la obra, cada contratista, subcontratista y trabajadores autónomos, elaborarán un plan de seguridad y salud en el trabajo, en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este estudio.

## 2. DATOS GENERALES DE LA OBRA

---

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud se refiere al Proyecto de la línea aérea de alta tensión, cuyos datos generales son:

- *Proyecto de Ejecución:* ----- *Línea Aérea de A.T. 220 KV*
- *Emplazamiento:* ----- *TAFALLA*
- *Presupuesto de Ejecución material:*----- *55.197,37 €*
- *Plazo de ejecución previsto:* ----- *3 SEMANAS*
- *Número de operarios previstos:* ----- *10*

Las unidades constructivas que componen la presente obra son:

- Replanteo.
- Desbroce.
- Excavación.
- Cimentación.
- Armado e izado de apoyos
- Instalación de conductores desnudos.
- Instalación de aisladores.



- Instalación de crucetas.
- Instalación de aparatos de seccionamiento y corte (interruptores, seccionadores, fusibles...)
- Instalación de limitadores de sobretensión (autoválvulas).
- Instalación de transformadores tipo intemperie sobre apoyos.
- Instalación de dispositivos antivibraciones.
- Medida de altura de conductores.
- Detección de partes en tensión.
- Interconexión entre elementos.
- Conexión y desconexión de líneas o equipos.
- Puesta a tierra y conexiones equipotenciales.

### 3. NORMATIVA APLICABLE

---

Normas oficiales.

Son de obligado cumplimiento todas las disposiciones legales o reglamentarias, resoluciones y cuantas otras fuentes normativas contengan concretas regulaciones en materia de Seguridad e Higiene en el trabajo, propias de la Industria Eléctrica o de carácter general, que se encuentren vigentes y sean de aplicación durante el tiempo en el que subsista la relación contractual promotor-contratista, según las actividades a realizar.

En particular:

- Ley 8/1980, de 1 de marzo, del Estatuto de los Trabajadores
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (9 de marzo de 1.971).
- Homologación de medios de Protección personal de los trabajadores (BOL. de 29 de mayo de 1.974. Orden de 15 de julio de 1.974).
- Estatuto de los Trabajadores (Ley 811.980, de 20 de marzo).
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/1.995, de 8 de noviembre).
- Real Decreto 39/1.997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Orden de 27 de junio de 1.997, por la que se desarrolla el RD 39/1.997, de 17 de enero.

- Real Decreto 485/1.997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1.997, de 14 de abril, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1.997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorso-lumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 773/1.997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 949/1.997, de 20 de Junio, por el que se establece el certificado de profesionalidad de la ocupación de prevencionista de riesgos laborales.
- Real Decreto 1215/1.997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1627/1.997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y de Garantía de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de transformación (Decreto 3275/1 .982 de 12 de noviembre) e instrucciones Técnicas Complementarias.

- Normas específicas.

Dentro de estas Normas deben tener especialmente en cuenta todas las Recomendaciones, Prescripciones e Instrucciones de la Asociación de Medicina y Seguridad en el Trabajo de UNESA para la Industria Eléctrica (AMYS), que se recogen en:

- “Prescripciones de Seguridad para trabajos y maniobras en instalaciones eléctricas”.
- “Prescripciones de Seguridad para trabajos mecánicos y diversos”.



- Instrucción General para la realización de los trabajos en tensión en Alta Tensión y sus Desarrollos.
- Instrucción General para la realización de los trabajos en tensión en Baja Tensión y sus Desarrollos.
- 

## 4. OBLIGACIÓN DEL PROMOTOR

---

El promotor está obligado a incluir el presente Estudio de Seguridad y Salud, como documento del Proyecto de Obra.

Antes del inicio de los trabajos, designará un coordinador en materia de seguridad y salud, cuando en la ejecución de las obras intervengan más de una empresa, o empresas y trabajadores autónomos, o diversos trabajadores autónomos.

La designación de coordinadores en materia de seguridad y salud no eximirá al promotor de sus responsabilidades.

El promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente antes del comienzo de las obras, que se redactará con arreglo a lo dispuesto en el Anexo III del R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, debiendo exponerse en la obra de forma visible y actualizándose si fuera necesario.

## 5. EL COORDINADOR

---

El Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, deberá coordinar los principios generales de prevención y de seguridad, tomando las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente.

Deberá coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos, apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra y, en particular, en las tareas o



actividades a que se refiere el artículo 10 del Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

El Coordinador deberá aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.

Así mismo organizará la coordinación de actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y coordinará las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.

El Coordinador deberá adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

## 6. CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS

---

Estarán obligados a aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud e informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a seguridad y salud en la obra.

Deberán atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Los contratistas y subcontratistas serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el plan de seguridad y salud en lo relativo a las obligaciones que les correspondan a ellos directamente o, en su caso, a los trabajadores autónomos por ellos contratados.

Además los contratistas y subcontratistas responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el plan en los términos del apartado 2 del artículo 42 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Las responsabilidades de los coordinadores, de la dirección facultativa y del promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

Los equipos de protección individual a disponer para cada uno de los puestos de trabajo a desempeñar, determinadas en el Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo a elaborar por el contratista, estarán en consonancia con el resultado previsto por éste en la evaluación de los



riesgos que está obligado a realizar en cumplimiento del R.D. 39/1.997, de 17 de Enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. Una copia de dicha evaluación y de su resultado, se adjuntará al Plan en el momento de su presentación.

Asimismo, y en aplicación del R.D. 773/1.997, de 30 de Mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección individual, es responsabilidad del contratista suministrar dichas protecciones individuales a los trabajadores de manera gratuita, reponiéndolas cuando resulte necesario, motivo por el cual, dentro del Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo a elaborar por el contratista, éstas se relacionarán exhaustivamente en todos los apartados del mismo, de acuerdo con lo señalado en el párrafo anterior, pero no se valorarán dentro del presupuesto del plan.

## 7. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES

---

Los trabajadores autónomos están obligados a:

1. Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:
  - Mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza
  - Almacenamiento y evacuación de residuos y escombros
  - Recogida de materiales peligrosos utilizados.
  - Adaptación del periodo de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
  - Cooperación entre todos los intervinientes en la obra
  - Interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
2. Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del R.D. 1627/1997.
3. Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de actuación coordinada que se hubiera establecido.

4. Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
5. Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el R.D. 1215/1997.
6. Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el R.D. 773/1997.
7. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud.

Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el plan de seguridad y salud.

## 8. LIBRO DE INCIDENCIAS

---

En cada centro de trabajo existirá, con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud, un libro de incidencias que constará de hojas duplicadas y que será facilitado por el colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el plan de seguridad y salud.

Deberá mantenerse siempre en obra y en poder del coordinador. Tendrán acceso al libro, la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes, los representantes de los trabajadores, y los técnicos especializados de las Administraciones Públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el coordinador estará obligado a remitir en el plazo de 24 h una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará dichas anotaciones al contratista y a los representantes de los trabajadores.

## 9. DERECHO DE LOS TRABAJADORES

---

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a seguridad y salud en la obra.



Una copia del plan de seguridad y salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

## 10. PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES

---

### 10.1. PROTECCIONES INDIVIDUALES GENERALES

1. Cascos: para todas las personas que participan en obra, incluidos visitantes.
2. Guantes de uso general.
3. Guantes de goma.
4. Guantes de soldador.
5. Guantes diacéticos.
6. Botas de agua.
7. Botas de seguridad de lona.
8. Botas de seguridad de cuero.
9. Botas dielécticas.
10. Gafas de soldador.
11. Gafas de seguridad antiproyecciones.
12. Pantalla de soldador.
13. Mascarillas antipolvo.
14. Protectores auditivos.
15. Polainas de soldador.
16. Manguitos de soldador.
17. Mandiles de soldador.
18. Cinturón de seguridad de sujeción.
19. Cinturón antivibratorio.
20. Chalecos reflectantes.

### 10.2. PROTECCIONES COLECTIVAS GENERALES

1. Pórticos protectores de líneas eléctricas.
2. Vallas de limitación y protección.





3. Señales de seguridad.
4. Cintas de balizamiento.
5. Redes.
6. Soportes y anclajes de redes.
7. Tubo sujeción cinturón de seguridad.
8. Anclaje para tubo.
9. Balizamiento luminoso.
10. Extintores.
11. Interruptores diferenciales.
12. Toma de tierra.
13. Válvula antiretroceso.
14. Riegos.

### 10.3. FORMACIÓN

Todo personal debe recibir, al ingresar en la obra, una exposición de los métodos de trabajo y los riesgos que éstos pudieran entrañar, juntamente con las medidas de seguridad que deberá emplear.

Eligiendo al personal más cualificado impartirán cursillos de socorrismo y primeros auxilios, de forma que todos los trabajos dispongan de algún socorrista.

Se informará a todo el personal interviniente en la obra, sobre la existencia de productos inflamables, tóxicos, etc. y medidas a tomar en cada caso.

### 10.4. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS

Se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Botiquín: Deberá existir en la obra al menos un botiquín con todos los elementos suficientes para curas, primeros auxilios, dolores, etc.
2. Asistencia a accidentados: Se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos, Residencia Sanitaria, médicos, ATS., etc., donde deba trasladarse a los posibles accidentados para un más rápido y efectivo tratamiento, disponiendo en la obra de las direcciones, teléfonos, etc., en sitios visibles.



3. Reconocimiento Médico: todo el personal que empiece a trabajar en la obra deberá pasar un reconocimiento médico previo que certifique su aptitud.
4. Instalaciones: se dotará a la obra, si así se estima en el correspondiente Plan de Seguridad, de todas las instalaciones necesarias, tales como:

-Almacenes y talleres.

-Vestuarios y Servicios.

-Comedor o, en su defecto, locales particulares para el mismo

fin.

## 11. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS

---

El análisis de los riesgos existentes en cada fase de los trabajos se ha realizado en base al proyecto y a la tecnología constructiva prevista en el mismo. De cualquier forma, puede ser variada por el Contratista siempre y cuando se refleje en el Plan de Seguridad y Salud, adaptado a sus medios.

### 11.1. FASE DE ACTUACIONES PREVIAS

En esta fase se consideran las labores previas al inicio de las obras, como puede ser el replanteo, red de saneamiento provisional para vestuarios y aseos de personal de obra...

#### **Riesgos Detectables:**

- Atropellos y colisiones originados por maquinaria.
- Vuelcos y deslizamientos de vehículos de obra.
- Caídas en el mismo nivel.
- Torceduras de pies.
- Generación de polvo.

#### **Medidas de seguridad:**

- Se cumplirá la prohibición de presencia de personal, en las proximidades y ámbito de giro de maniobra de vehículos y en operaciones de carga y descarga de materiales.



- La entrada y salida de camiones de la obra a la vía pública, será debidamente avisada por persona distinta al conductor.
- Será llevado un perfecto mantenimiento de maquinaria y vehículos.
- La carga de materiales sobre camión será correcta y equilibrada y jamás superará la carga máxima autorizada.
- El personal irá provisto de calzado adecuado.
- Todos los recipientes que contengan productos tóxicos o inflamables, estarán herméticamente cerrados.
- No se apilarán materiales en zonas de paso o de tránsito, retirando aquellos que puedan impedir el paso.

**Prendas de protección personal:**

- Casco homologado.
- Mono de trabajo y en su caso, trajes de agua y botas de goma de media caña.
- Empleo de cinturones de seguridad por parte del conductor de la maquinaria si no está dotada de cabina y protección antivuelco.
- Mascarillas antipolvo con filtro mecánico.

## 11.2. FASE DE ACOPIO DE MATERIAL

**Riesgos Detectables:**

- Caídas de objetos
- Golpes.
- Heridas
- Sobreesfuerzos.

**Medidas de seguridad:**

- Antes de comenzar el acopio de material a los lugares de trabajo, se deberá realizar un reconocimiento del terreno, con el fin de escoger la mejor ruta.



- En el caso en que para acceder al lugar de trabajo fuera necesario adecuar o construir una ruta de acceso, esta deberá realizarse con la maquinaria y medios adecuados.

#### **Prendas de protección personal:**

- Guantes comunes de trabajo de lona y piel flor.
- Ropa de trabajo cubriendo la mayor parte del cuerpo.
- Botas reforzadas.

### 11.3. CARGA Y DESCARGA DE MATERIALES

#### **Riesgos Detectables:**

- Caída de operarios al mismo nivel.
- Golpes, heridas y sobreesfuerzos.
- Caída de objetos.

#### **Medidas de seguridad:**

- Con el fin de evitar posibles lesiones en la columna vertebral, el operario llevará a cabo el levantamiento de la carga realizando el esfuerzo con las piernas, y manteniendo en todo momento la columna recta.
- Un operario no podrá levantar más de 50 Kg en la carga y descarga manual. En el caso en concreto en que la carga fuera superior a la cantidad límite, se deberá realizar entre más trabajadores.
- En el caso en que el acarreo de pesos se estime en una duración superior a las 4 horas de trabajo continuadas, el peso máximo a acarrear será de 25 Kg., o bien deberán utilizarse medios mecánicos adecuados.
- Para la carga y descarga con medios mecánicos, la maquinaria a emplear deberá ser la adecuada (grúa, pala cargadora, etc.) y su maniobra deberá ser dirigida por personal especializado, no debiéndose superar en ningún momento la carga máxima autorizada.
- Todas las máquinas que participen en las operaciones deberán estar correctamente estabilizadas. La elevación de la carga deberá realizarse de forma suave y continuada.



- En el transcurso de operaciones de carga y descarga, ninguna persona ajena se acercará al vehículo. Debe acotarse el entorno y prohibirse el permanecer o trabajar dentro del radio de acción del brazo de una máquina
- Nunca permanecerá ni circulará personal debajo de las cargas suspendidas, ni permanecerá sobre las cargas.
- Para la descarga de bobinas de conductores, se emplearán cuerdas, rampas, raíles...
- Bajo ningún concepto se hará rodar la bobina por un solo canto.
- Se prohíbe el acopio de materiales a menos de 2 metros de las coronaciones de taludes.

#### **Prendas de protección personal:**

- Guantes adecuados
- Ropa de trabajo.
- Botas de seguridad.
- Fajas antilumbago, si existen cargas muy pesadas.

## 11.4. MOVIMIENTO DE TIERRAS Y EXCAVCIÓN

#### **Riesgos Detectables:**

- Choque, atropellos y atrapamientos ocasionados por la maquinaria.
- Vuelcos y deslizamientos de las máquinas.
- Caídas en altura del personal que intervienen en el trabajo.
- Generación de polvo.
- Desprendimiento de tierra y proyección de rocas.
- Caídas de personal al interior de pozos.
- Caídas a distinto nivel.

#### **Medidas de seguridad:**

- En el caso de uso de herramientas, debido a las reducidas dimensiones que generalmente tendrán los hoyos, se recomienda que sea un único trabajador el que permanezca en su interior, para evitar accidentes por alcance entre ellos de las herramientas a emplear.



- Los picos, palas y otras herramientas deberán estar en buenas condiciones.
- En el caso de hoyos con probable peligro de derrumbamiento de paredes, nunca deberá quedar un operario solo en su interior, sino que en el exterior de hoyo debe permanecer, al menos, otro operario, para caso de auxilio.
- Las maniobras de las máquinas estarán dirigidas por persona distinta al conductor.
- Los escombros procedentes de la excavación deberán situarse a una distancia adecuada del hoyo, para evitar la caída al interior del mismo.
- Los pozos de cimentación se señalarán para evitar caídas del personal a su interior desde su realización hasta que sean rellenados.
- Durante la ausencia de los operarios de la obra, los hoyos serán tapados con tabloneros u otros elementos adecuados.
- Se cumplirá la prohibición de presencia del personal en la proximidad de las máquinas durante su trabajo.
- Durante la retirada de árboles no habrá personal trabajando en planos inclinados con fuerte pendiente.
- Mantenimiento correcto de la maquinaria.
- Al proceder a la realización de excavaciones, correcto apoyo de las máquinas excavadoras en el terreno.
- Si se realizan excavaciones de hoyos en roca que exijan uso de explosivos, la manipulación de estos deberá ser realizada por personal especializado, con el correspondiente permiso oficial y poseedor del carné de dinamitero.
- En caso de que sobrase dinamita, se entregará en el Cuartel de la Guardia Civil o se destruirá en obra.

#### **Prendas de protección personal:**

- El equipo de los operarios que efectúen las labores de excavación estará formado por: ropa adecuada de trabajo, guantes adecuados, casco de seguridad, botas reforzadas y gafas antipolvo reforzadas si existiese la posibilidad de que pueda penetrar tierra y otras partículas en los ojos.
- Empleo del cinturón de seguridad por parte del conductor de la maquinaria.

## 11.5. CIMENTACIÓN

### **Riesgos Detectables:**

- Caída de persona y/o objetos al mismo nivel.
- Caída de persona y/o objetos a distinto nivel.
- Contactos con el hormigón por salpicaduras en cara y ojos.
- Quemadura de la piel por la acción del cemento.
- Caída de la hormigonera por efecto del volteo por no estar suficientemente nivelada y sujeta.

### **Medidas de seguridad:**

#### a) Vertidos directos mediante canaleta:

- Se instalarán fuertes topes de recorrido de los camiones hormigonera, para evitar vuelcos.
- Se prohíbe acerar las ruedas de los camiones hormigoneras a menos de 2 metros del borde de la excavación.
- Se prohíbe situar a los operarios detrás de los camiones hormigonera durante el retroceso.
- La maniobra de vertidos será dirigida por u capataz que vigilará que no se realicen maniobras inseguras.

#### b) Vertidos directos mediante cubo o cangilón:

- Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.
- Se señalizará, mediante una traza horizontal ejecutada con pintura en color amarilla, el nivel máximo de llenado del cubo para no sobrepasar la carga admisible.
- La apertura del cubo para vertido se ejecutará exclusivamente accionando la palanca para ello, con las manos protegidas con guantes impermeables
- La maniobra de aproximación, se dirigirá mediante señales preestablecidas fácilmente inteligibles por el gruista.

En general habrá que tomar las siguientes medidas preventivas:



- Ningún trabajador con antecedentes de problemas cutáneos participará en las labores de hormigonado.
- Si por alguna causa, algún trabajador sufriese lesiones por acción del cemento, se deberá notificar la aparición de las mismas lo antes posible, con el fin de evitar la cronificación y nuevas sensibilizaciones.
- Si el amasado se realiza con hormigonera in situ, ésta deberá estar correctamente nivelada y sujeta.
- Los trabajadores deberán tener especial cuidado con:
  - No utilizar prendas con elementos colgantes y que no sean de la talla adecuada.
  - No exponer la piel al contacto con el cemento.
  - Realizar las operaciones con las debidas condiciones de estabilidad.
  - No manejar elementos metálicos sin usar guantes adecuados.
  - Utilizar el casco protector y gafas de protección si existe riesgo de que penetren partículas en los ojos.

#### **Prendas de protección personal:**

- Casco de seguridad
- Gafas protectoras
- Ropas y guantes adecuados.
- Faja antilumbago.

### 11.6. IZADO Y ARMADO DE APOYOS

#### **Riesgos Detectables:**

- Caída de personal desde altura
- Atrapamientos.
- Golpes y heridas.

#### **Medidas de seguridad:**

- No participarán en el armado de apoyos ningún operario con antecedentes de vértigo o epilepsia.
- Los desplazamientos de operarios por los apoyos se realizarán con las manos libres y siempre bien sujetos por el cinturón de seguridad.





- Se utilizarán grúas adecuadas (camión grúa, pluma...) según el peso y la altura, para el izado del apoyo. Cuidándose mucho de no sobrepasar la carga máxima autorizada.
- El manejo de la misma lo realizará siempre personal especializado.
- La grúa deberá estar en todo momento perfectamente nivelada.
- La elevación de las cargas deberá realizarse lentamente, evitando todo arranque o paro bruscos.
- Las maniobras deberán ser dirigidas por personal especializado, debiendo ser una única persona la encargada de dirigir al operador.
- En ningún momento deberá permanecer ninguna persona sobre las cargas ni sobre la maquinaria.
- La permanencia o circulación bajo carga suspendida queda terminantemente prohibida.
- Se tomarán especiales cuidados en la vestimenta cuando se trabaje con soldaduras.
- Una vez izado el apoyo deberá dejarse debidamente aplomado y estable.
- El armado del apoyo se realizará cuando el cimiento esté consolidado.
- Los apoyos sin hormigonar nunca se dejarán izados en ausencia de personal.
- Las herramientas y materiales no se lanzarán bajo ningún concepto, siempre se subirán y bajarán con la ayuda de cuerdas.
- Los trabajadores que realicen estos trabajos deberán usar cinturones portaherramientas.

**Prendas de protección personal:**

- Cascos de seguridad
- Cinturón de seguridad que se amarrará a partes fijas de la torre.
- Ropas y guantes adecuados.
- Botas de seguridad.

## 11.7. MONTAJE Y APRIETE DE TORNILLERÍA

**Riesgos Detectables:**

- Caída de personal desde altura
- Caídas de objetos desde altura.
- Golpes y heridas.



#### **Medidas de seguridad:**

- Se utilizarán herramientas adecuadas, según el esfuerzo que haya que realizar, para el apriete de los tornillos.
- En el trabajo de apriete de tornillería trabajarán como máximo dos operarios, situados al mismo nivel o a trebolillos, y siempre en la cara externa del apoyo.
- La subida y bajada de material y herramientas se realizará con la ayuda de cuerdas, nunca lanzándolas.
- Los desplazamientos de los operarios por el apoyo se realizará con las manos libres y cinturón de seguridad.

#### **Prendas de protección personal:**

- Cascos de seguridad
- Cinturón de seguridad que se amarrará a partes fijas de la torre.
- Ropas y guantes adecuados.
- Botas de seguridad.

### **11.8. COLOCACIÓN DE HERRAJES Y AISLADORES. TENDIDO, TENSADO Y ENGRAPADO DE CONDUCTORES**

#### **Riesgos Detectables:**

- Caída de personal desde altura.
- Caídas de objetos desde altura.
- Golpes y heridas.

#### **Medidas de seguridad:**

- Estas labores serán realizadas por personal especializado.
- El personal realizará su trabajo siempre con cinturón de seguridad sujeto a las partes fijas del apoyo y con la manos libres.
- Se entenderán la zona interior de los apoyos y las proyecciones de las crucetas como zonas peligrosas.
- Los gatos que soporten las bobinas dispondrán de elementos de frenado que impidan el movimiento rotatorio de la bobina.



- Las poleas de tendido deberán amarrarse adecuadamente a las cadenas de aisladores.
- En las operaciones de tensado y flechado, los apoyos fin de línea deberán estar arriostrados, de manera que no sufran esfuerzos superiores a los previstos en las condiciones normales de trabajo.
- Durante las operaciones de tendido y tensado el operario no deberá permanecer dentro del radio de acción del conductor.
- Para efectuar correctamente estas operaciones se usarán aparatos radioteléfonos, y de esta manera transmitir todas las órdenes de parada y puesta en marcha del tendido, o poner el alerta de cualquier imprevisto.
- Con el fin de evitar las descompensación de las crucetas, el flechado se realizará alternativamente en cada cruceta.
- Si fuera necesario, en los cruces con carreteras, ríos, calles, otras líneas... se instalarán protecciones (pórticos), según el tipo de cruzamiento, con el fin de proteger la zona de cruce, con el fin de evitar daños a terceros.
- Los cables se procurará pasarlos sobre cualquier obstáculo existente, de esta manera se evitarán resistencias a la hora de realizar el tendido.

**Prendas de protección personal:**

- Cascos de seguridad
- Cinturón de seguridad.
- Ropas y guantes adecuados.
- Botas de seguridad.
- Cinturón antilumbago.

**11.9. USO DE MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS**

**Riesgos Detectables:**

- Caída de personal desde altura
- Caídas de objetos desde altura.
- Golpes y heridas.



### **Medidas de seguridad:**

- Estas labores serán realizadas por personal especializado.
- El personal realizará su trabajo siempre con cinturón de seguridad sujeto a las partes fijas del apoyo y con las manos libres.
- Se entenderán la zona interior de los apoyos y las proyecciones de las crucetas como zonas peligrosas.
- Los gatos que soporten las bobinas dispondrán de elementos de frenado que impidan el movimiento rotatorio de la bobina.
- Las poleas de tendido deberán amarrarse adecuadamente a las cadenas de aisladores.
- En las operaciones de tensado y flechado, los apoyos fin de línea deberán estar arriostrados, de manera que no sufran esfuerzos superiores a los previstos en las condiciones normales de trabajo.
- Durante las operaciones de tendido y tensado el operario no deberá permanecer dentro del radio de acción del conductor.
- Para efectuar correctamente estas operaciones se usarán aparatos radioteléfonos, y de esta manera transmitir todas las órdenes de parada y puesta en marcha del tendido, o poner el alerta de cualquier imprevisto.
- Con el fin de evitar la descompensación de las crucetas, el flechado se realizará alternativamente en cada cruceta.
- Si fuera necesario, en los cruces con carreteras, ríos, calles, otras líneas... se instalarán protecciones (pórticos), según el tipo de cruzamiento, con el fin de proteger la zona de cruce, con el fin de evitar daños a terceros.
- Los cables se procurará pasarlos sobre cualquier obstáculo existente, de esta manera se evitarán resistencias a la hora de realizar el tendido.

### **Prendas de protección personal:**

- Cascos de seguridad
- Cinturón de seguridad.
- Ropas y guantes adecuados.
- Botas de seguridad.
- Cinturón antilumbago.
- Protección auditiva en caso necesario.

## 12. INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL EN OBRA

---

El montaje de aparatos eléctricos será ejecutado por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.

El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar.

Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admiten tramos defectuosos.

La distribución general, desde el cuadro general de la obra a los cuadros secundarios, se efectuará mediante manguera eléctrica antihumedad.

El tendido de los cables y mangueras, se efectuará a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.

Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad.

Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.

Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.

Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a “pies derechos” firmes.

Las maniobras a ejecutar en el cuadro eléctrico general se efectuarán subido a una banqueta de maniobra o alfombrilla aislante.

Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie.

La tensión siempre estará en la clavija “hembra”, nunca en el “macho”, para evitar contactos directos.

Los interruptores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:

- 300mA. Alimentación a la maquinaria.
- 30mA. Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.
- 30mA. Para las instalaciones eclécticas de alumbrado.



Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.

El neutro de la instalación estará puesto a tierra.

La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.

El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.

La iluminación mediante portátiles cumplirá la siguiente norma:

- Portalámparas estanco de seguridad con manto aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada.

- La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m. medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.

- Las zonas de paso de la obra, estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.

No se permitirá las conexiones a tierra a través de conductores de agua.

No se permitirá el tránsito de carretillas y personas sobre mangueras eléctricas.

No se permitirá el tránsito bajo líneas eléctricas con elementos longitudinales transportados a hombros (pértigas, reglas, escaleras de mano...). La inclinación de la pieza puede llegar a producir contacto eléctrico.

## 13. SEÑALIZACIÓN

---

Se realizará la señalización oportuna según el tipo de trabajo que se esté realizando, la fase de ejecución y el lugar del mismo. Las señalizaciones serán temporales, durarán el tiempo que se prolongue los trabajos. Serán de tipo: triángulos con hombres trabajando, cintas, banderolas...

Cuando por cruzamientos sea necesario advertir de los límites de velocidad y altura, estrechamiento de la calzada, etc. se colocarán estas señales antes y depuse del lugar de trabajo, a la distancia reglamentadas para cada tipo de carretera. 25 de septiembre de 2020

La señalización fija que debe llevar las instalaciones eléctricas estarán prescritas en el Reglamento para Líneas Eléctricas de Alta Tensión. Dicha señalización previene del riesgo que supone la electricidad, prohibiendo tocar los conductores y apoyos. Esta señalización se coloca en los apoyos.

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 V:- PRESUPUESTO Y MEDICIONES



PRESUPUESTO Y MEDICIONES



CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 01 APOYOS</b>									
01.01	ud PÓRTICO								
	Ud. Pórtico formado por dos apoyos metálicos galvanizados en caliente, modelo SIROC-CO-110-15u o similar.								
	PÓRTICO 1	1					1,00		
	PÓRTICO 2	1					1,00		
							2,00	14.260,55	28.521,10
	<b>TOTAL CAPÍTULO 01 APOYOS.....</b>								<b>28.521,10</b>

PRESUPUESTO Y MEDICIONES



CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 02 CIMENTACIONES</b>									
02.01	CIMENTACION DE APOYOS								
	m3. Desbroce, Excavación por medios mecánicos, hormigón de limpieza, colocación de enano, hormigonado de enano según planos, incluso extendido de terreno sobrante. Unidad totalmente ejecutada.								
	APOYO 1	27,2					27,20		
	APOYO 2	27,1					27,10		
							54,40	60,98	3.317,31
	<b>TOTAL CAPÍTULO 02 CIMENTACIONES.....</b>								<b>3.317,31</b>

PRESUPUESTO Y MEDICIONES



CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 03 PUESTA A TIERRA APOYOS</b>									
03.01	PUESTA TIERRA APOYOS	2					2,00		
							2,00	97,29	194,58
	<b>TOTAL CAPÍTULO 03 PUESTA A TIERRA APOYOS.....</b>								<b>194,58</b>

PRESUPUESTO Y MEDICIONES



CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 04 CONDUCTORES</b>									
04.01	CONDUCTOR DE PROTECCIÓN OPGW-48 ml. Suministro de conductor de protección OPGW-48.	2	249,64			499,28			
							499,28	1,25	624,10
04.02	CONDUCTOR LA-455 ml. Suministro de conductor LA-455.	3	249,64			748,92			
							748,92	3,98	2.980,70
<b>TOTAL CAPÍTULO 04 CONDUCTORES .....</b>									<b>3.604,80</b>



CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 05 CADENAS, HERRAJES, ANTICOLISIÓN</b>									
05.01	CONJUNTO AMARRE COND. PROTECCIÓN OPGW48								
	ud. Suministro conjunto amarre para OPGW48 formado por:								
	4 uds. Grillete recto tipo GN-16T								
	2 uds. tirante tipo TA-1/600								
	2 uds. Horquilla guardacabos G-16								
	2 uds Empalme de protección EPAW FO 12/L/2600								
	2 uds. Retención de anclaje RAAW FO 18.5/D								
	1 ud. Grapa de conexión a tierra GCSAL-8/14								
	APOYO 1	2					2,00		
	APOYO 2	2					2,00		
							4,00	30,21	120,84
05.02	CADENA DE AMARRE CONDUCTOR LA-455								
	ud. Suministro cadena de amarre formada por:								
	1 uds. AISLADOR POLIMÉRICO COMP-220-160-2380								
	2 uds. GRILLETE GNT								
	1 ud. CONJ.DESC.SUP.DS 375/240_220KV								
	1 ud. CONJ.RAQUETA RI 375/130_220KV								
	1 ud. ROTULA LARGA RLP-20/4								
	1 ud. GRAPA AMARRE GA-4/T								
	APOYO 1	6					6,00		
	APOYO 2	6					6,00		
							12,00	164,23	1.970,76
05.03	DISPOSITIVOS ANTICOLISION AVIFAUNA								
							25,00	17,20	430,00
	<b>TOTAL CAPÍTULO 05 CADENAS, HERRAJES, ANTICOLISIÓN.....</b>								<b>2.521,60</b>

PRESUPUESTO Y MEDICIONES



CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 06 MANO DE OBRA</b>									
06.01	<b>MONTAJE, ARMADO E IZADO DE APOYOS</b> Mano de obra para montaje, armado e izado de apoyos, incluyendo medios de elevación y todo lo necesario. Totalmente terminado.								
							2,00	3.873,63	7.747,26
06.02	<b>EXCAVACIÓN Y HORMIGONADO</b> Mano de obra para excavación y hormigonado de apoyos, incluyendo medios de elevación, maquinaria y todo lo necesario. Totalmente terminado.								
							2,00	1.328,45	2.656,90
06.03	<b>TENDIDO, TENSADO Y ENGRAPADO DEL CONDUCTOR DE FASE</b> ml. de mano de obra de tendido, tensado y engrapado de conductor de fase incluyendo maquinaria, medios de elevación. totalmente terminado.								
		3	249,64						748,92
							748,92	1,50	1.123,38
06.04	<b>TENDIDO, TENSADO Y ENGRAPADO DEL CONDUCTOR DE PROTECCIÓN</b> ml. de mano de obra de tendido, tensado y engrapado de conductor de protección incluyendo maquinaria, medios de elevación. totalmente terminado.								
		2	249,64						499,28
							499,28	4,10	2.047,05
06.05	<b>COLOCACIÓN DE DISPOSITIVOS ANTICOLISIÓN EN PROTECCIÓN</b>								
							25,00	8,78	219,50
	<b>TOTAL CAPÍTULO 06 MANO DE OBRA.....</b>								<b>13.794,09</b>

PRESUPUESTO Y MEDICIONES



CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 07 SEGURIDAD Y SALUD</b>									
07.01	SEGURIDAD Y SALUD								
							1,00	850,00	850,00
	TOTAL CAPÍTULO 07 SEGURIDAD Y SALUD.....								850,00



CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 08 GESTION DE RESIDUOS</b>									
08.01	GESTION DE RESIDUOS								
							1,00	137,72	137,72
	TOTAL CAPÍTULO 08 GESTION DE RESIDUOS.....								137,72
	TOTAL.....								52.941,20



# RESUMEN DE PRESUPUESTO



CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
1	APOYOS.....	28.521,10	53,87
2	CIMENTACIONES.....	3.317,31	6,27
3	PUESTA A TIERRA APOYOS.....	194,58	0,37
4	CONDUCTORES.....	3.604,80	6,81
5	CADENAS, HERRAJES, ANTICOLISIÓN.....	2.521,60	4,76
6	MANO DE OBRA.....	13.794,09	26,06
7	SEGURIDAD Y SALUD.....	850,00	1,61
8	GESTION DE RESIDUOS.....	137,72	0,26
<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>		<b>52.941,20</b>	
13,00% Gastos generales.....		6.882,36	
6,00% Beneficio industrial.....		3.176,47	
SUMA DE G.G. y B.I.		<b>10.058,83</b>	
		<b>63.000,03</b>	
<b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</b>		<b>63.000,03</b>	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de SESENTA Y TRES MIL EUROS con TRES CÉNTIMOS

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 VI:- PLANOS

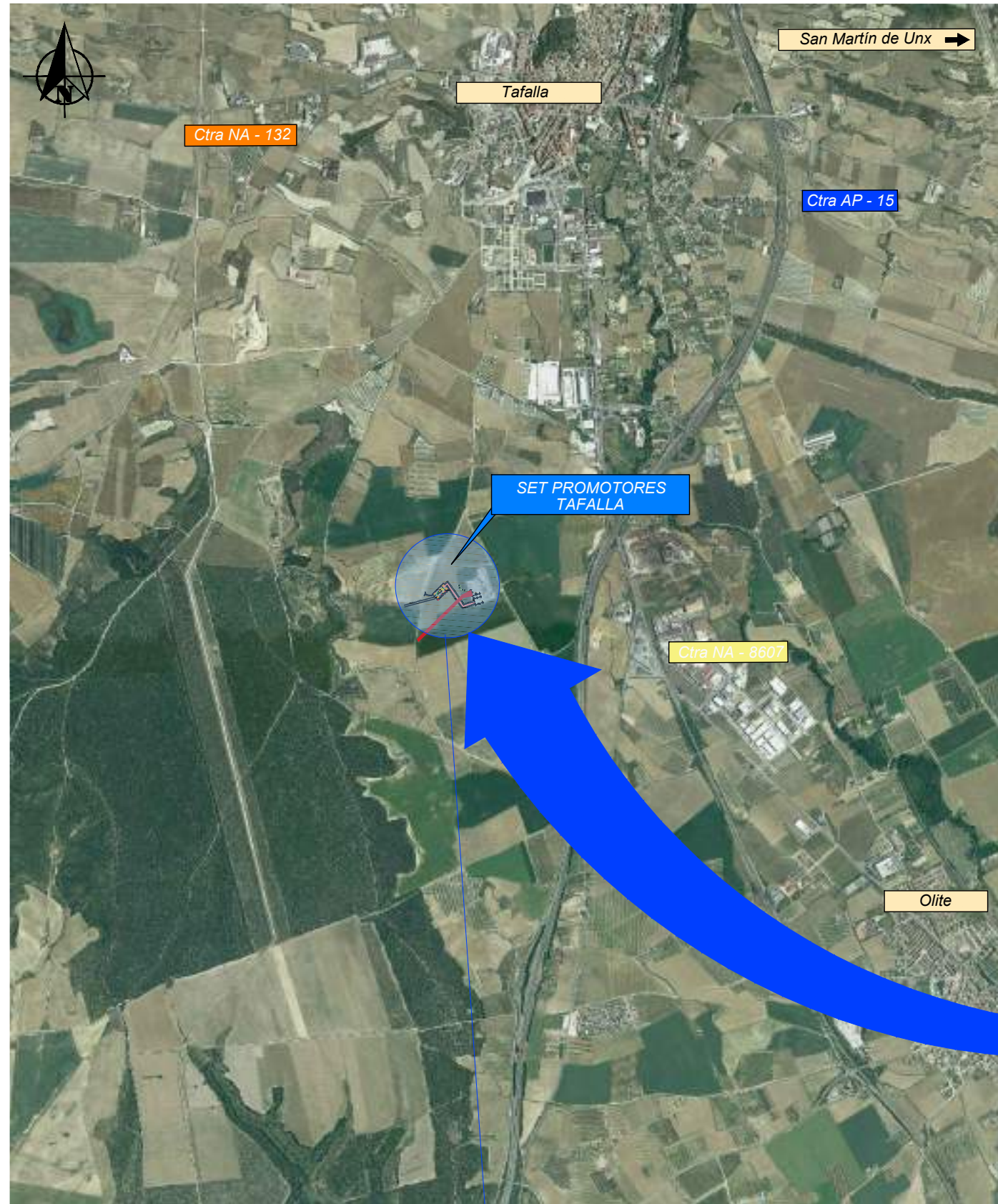
---



## 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

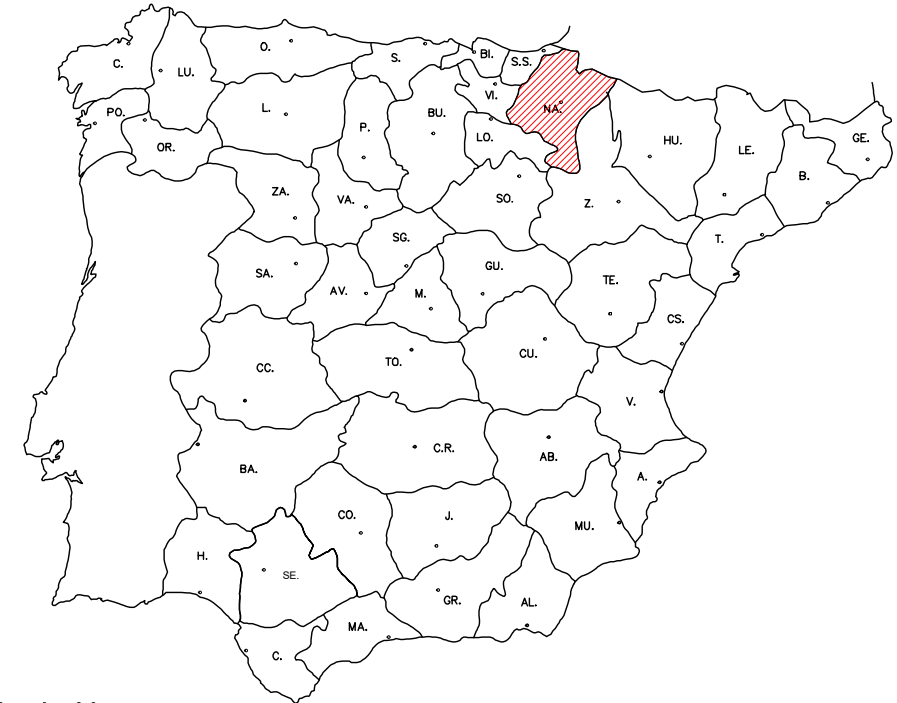


Localización  
Escala: 1/30.000

Localización

Coordenadas UTM ETRS89		
X	Y	Zona
607930,28	4706334,26	30N

Nacional  
Escala: 1/5.000.000

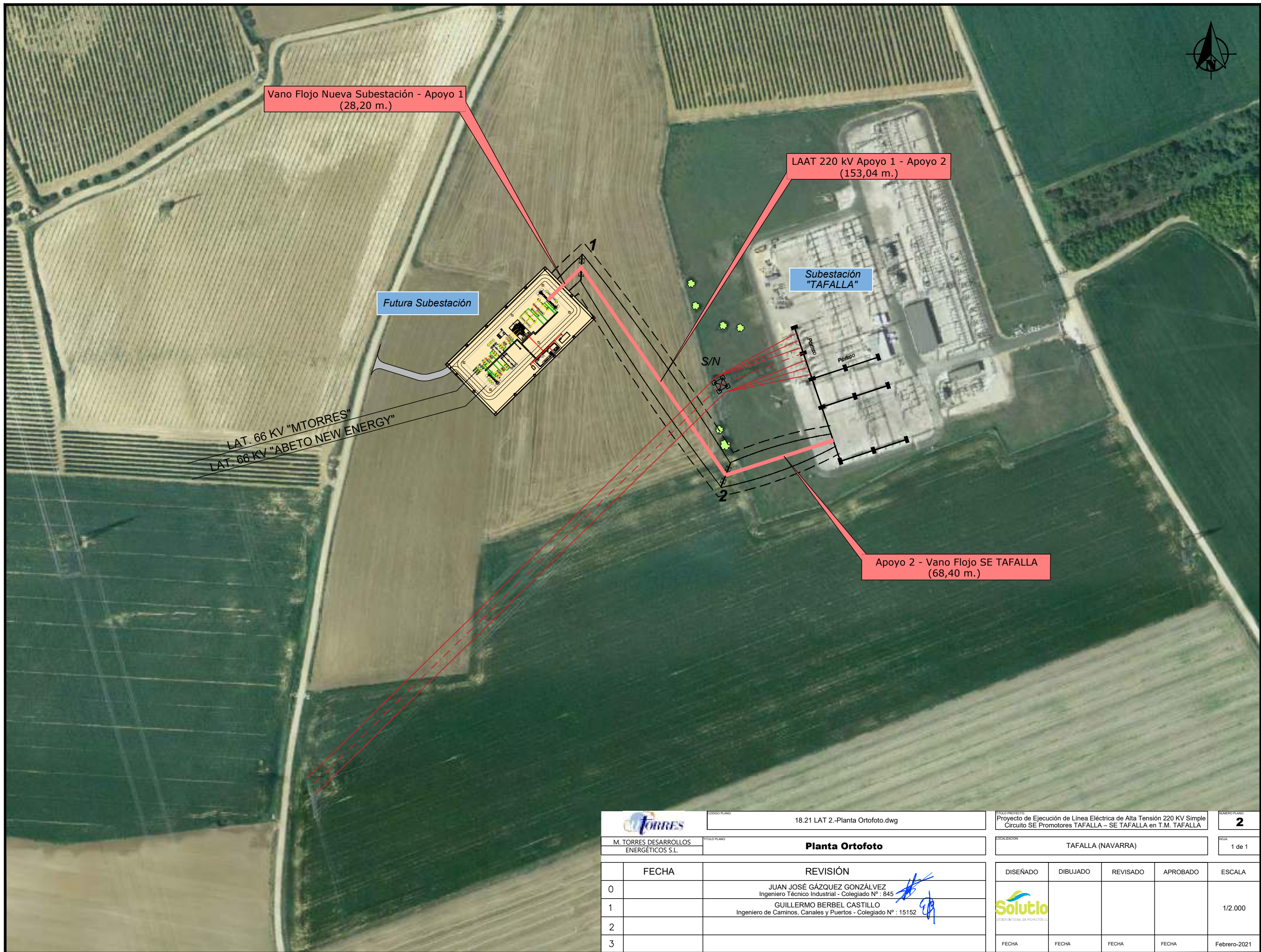


Provincia de Navarra  
Escala: 1/1.500.000



Situación

		CÓDIGO PLANO: 18.21_20 LAT1.-Situación y Emplazamiento		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>1</b>																								
M. TORRES DESARROLLOS ENERGÉTICOS S.L.		<b>Situación y Emplazamiento</b>		LOCALIZACIÓN: TAFALLA (NAVARRA)		HOJA: 1 de 1																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>FECHA</th> <th>REVISIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº : 845</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº : 15152</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		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		<table border="1"> <thead> <tr> <th>DISEÑADO</th> <th>DIBUJADO</th> <th>REVISADO</th> <th>APROBADO</th> <th>ESCALA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Indicadas</td> </tr> <tr> <td>FECHA</td> <td>FECHA</td> <td>FECHA</td> <td>FECHA</td> <td>Febrero-2021</td> </tr> </tbody> </table>		DISEÑADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	ESCALA					Indicadas	FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	Febrero-2021		
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																										
				Indicadas																										
FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	Febrero-2021																										



		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.		<b>Planta Ortofoto</b>	LOCALIZACIÓN: TAFALLA (NAVARRA)	
		<b>REVISIÓN</b>	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: 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	
				Febrero-2021			

**PLANTA**

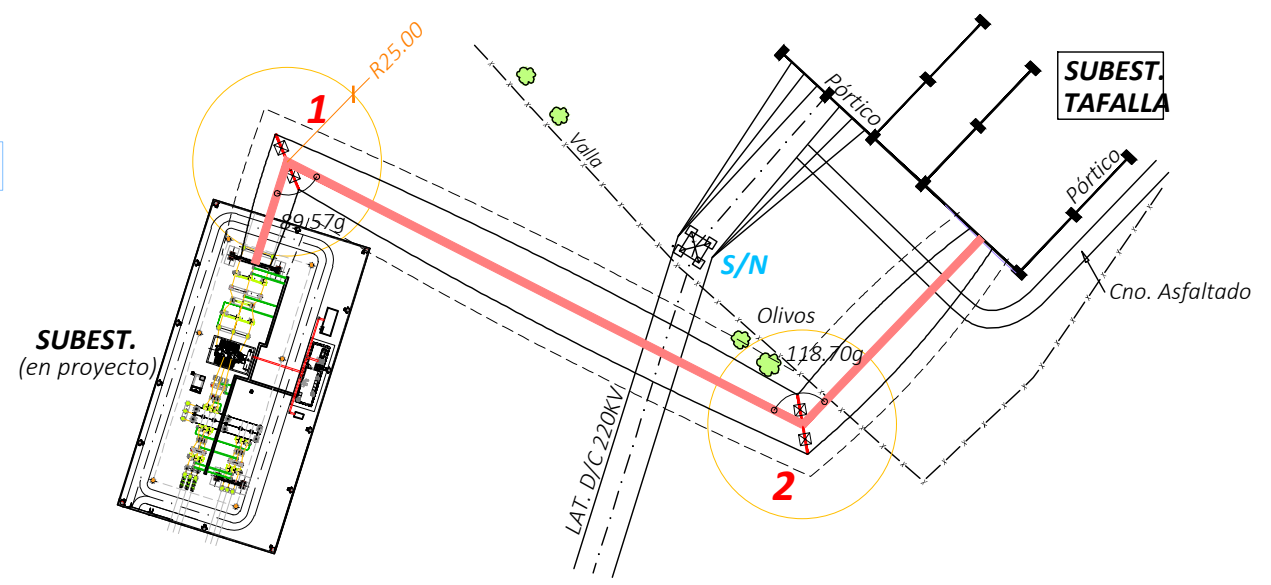


Tabla Tensiones y Flechas

Conductor/es : LA 455 (1)					OPGW 48 (1)				
Condición	Ten. (daN)	F (m)	Ten. (daN)	F (m)	Condición	Ten. (daN)	F (m)	Ten. (daN)	F (m)
-5°	322	0.46	304	0.2	-5°	312	2.8	245	1.46
0°	304	0.49	257	0.24	0°	309	2.83	238	1.5
5°	288	0.52	224	0.27	5°	306	2.86	232	1.55
10°	274	0.54	200	0.3	10°	303	2.89	226	1.59
15°	262	0.57	182	0.34	15°	300	2.92	220	1.63
20°	251	0.59	167	0.36	20°	297	2.95	215	1.67
25°	242	0.61	155	0.39	25°	294	2.98	210	1.7
30°	233	0.64	146	0.42	30°	291	3.01	206	1.74
35°	225	0.66	138	0.44	35°	288	3.03	202	1.78
40°	219	0.68	131	0.47	40°	286	3.06	198	1.81
45°	212	0.7	125	0.49	45°	283	3.09	194	1.85
50°	206	0.72	119	0.51	50°	281	3.12	190	1.88

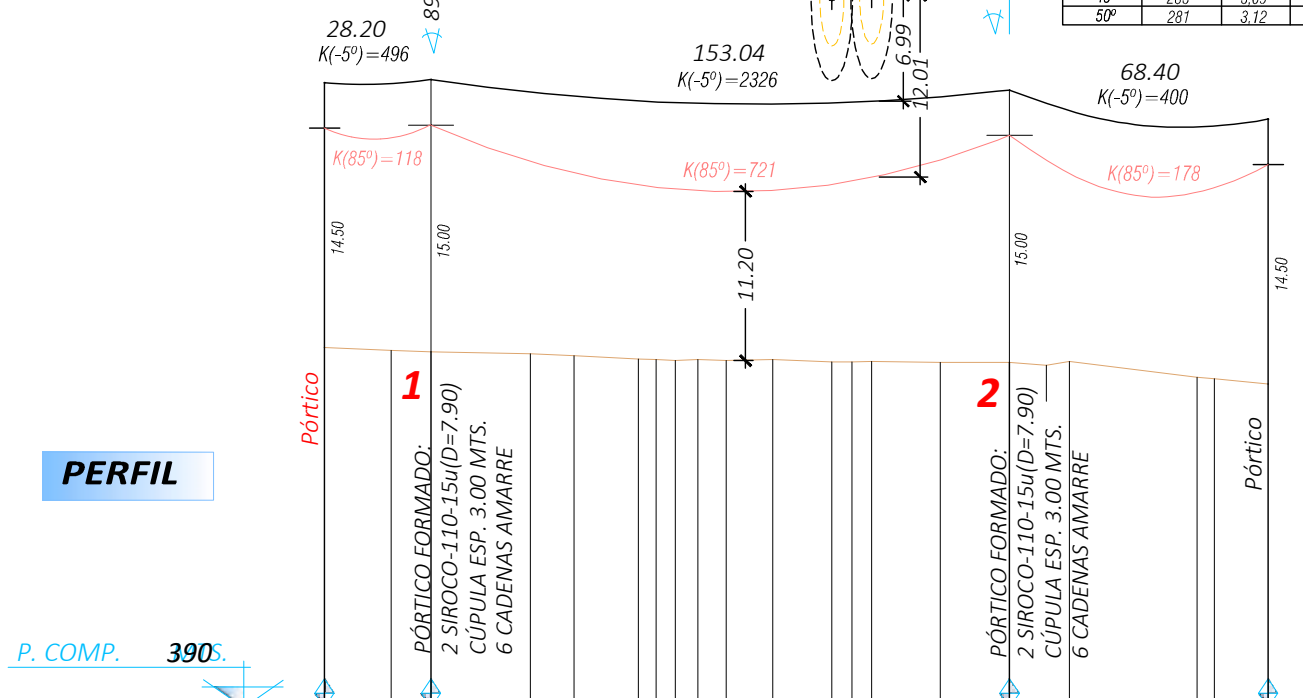
Tabla Tensiones y Flechas

Conductor/es : LA 455 (1)					OPGW 48 (1)				
Condición	Ten. (daN)	F (m)	Ten. (daN)	F (m)	Condición	Ten. (daN)	F (m)	Ten. (daN)	F (m)
-5°	2133	2.05	1424	1.26	-5°	312	2.8	245	1.46
0°	2014	2.17	1325	1.35	0°	309	2.83	238	1.5
5°	1906	2.29	1233	1.45	5°	306	2.86	232	1.55
10°	1810	2.41	1150	1.56	10°	303	2.89	226	1.59
15°	1723	2.54	1076	1.67	15°	300	2.92	220	1.63
20°	1644	2.66	1009	1.78	20°	297	2.95	215	1.67
25°	1574	2.78	949	1.89	25°	294	2.98	210	1.7
30°	1510	2.89	895	2	30°	291	3.01	206	1.74
35°	1452	3.01	848	2.11	35°	288	3.03	202	1.78
40°	1399	3.13	806	2.23	40°	286	3.06	198	1.81
45°	1350	3.24	768	2.34	45°	283	3.09	194	1.85
50°	1306	3.35	734	2.44	50°	281	3.12	190	1.88

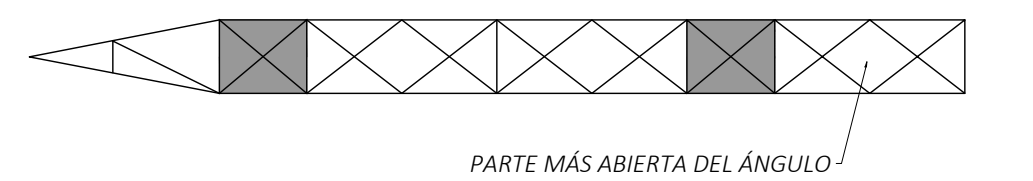
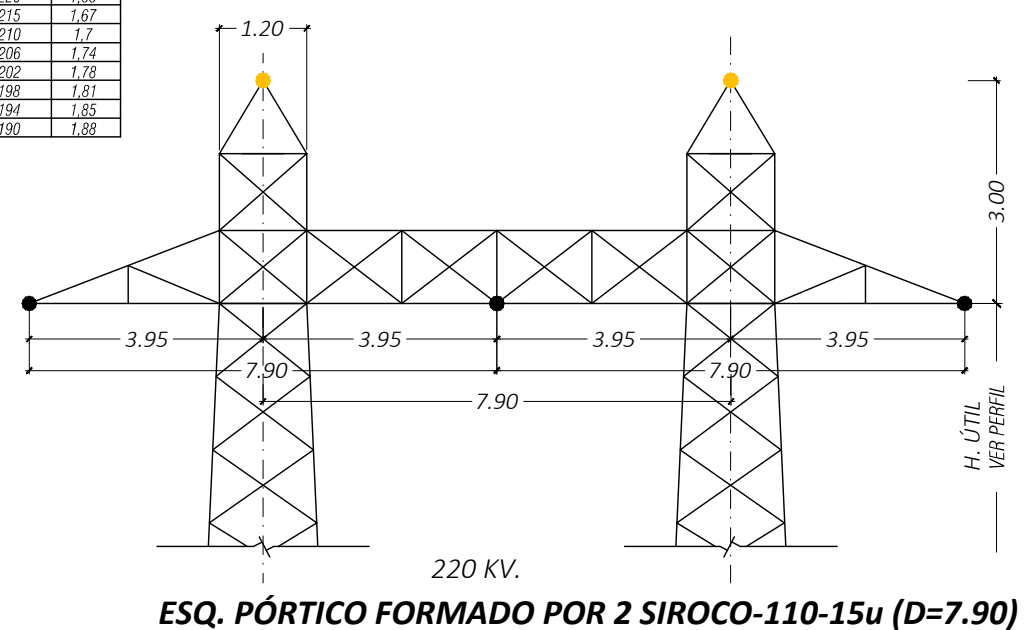
Tabla Tensiones y Flechas

Conductor/es : LA 455 (1)					OPGW 48 (1)				
Condición	Ten. (daN)	F (m)	Ten. (daN)	F (m)	Condición	Ten. (daN)	F (m)	Ten. (daN)	F (m)
-5°	312	2.8	245	1.46	-5°	312	2.8	245	1.46
0°	309	2.83	238	1.5	0°	309	2.83	238	1.5
5°	306	2.86	232	1.55	5°	306	2.86	232	1.55
10°	303	2.89	226	1.59	10°	303	2.89	226	1.59
15°	300	2.92	220	1.63	15°	300	2.92	220	1.63
20°	297	2.95	215	1.67	20°	297	2.95	215	1.67
25°	294	2.98	210	1.7	25°	294	2.98	210	1.7
30°	291	3.01	206	1.74	30°	291	3.01	206	1.74
35°	288	3.03	202	1.78	35°	288	3.03	202	1.78
40°	286	3.06	198	1.81	40°	286	3.06	198	1.81
45°	283	3.09	194	1.85	45°	283	3.09	194	1.85
50°	281	3.12	190	1.88	50°	281	3.12	190	1.88

**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
	0.00	28.20	181.24	249.64
Distancia de Vanos		28.20	153.04	68.40
Parcela proyecto y Longitud				
Parcela - Catastro				



**Leyenda**

- C. transformación existente
- Traza de línea A.T. aérea
- Tramo de línea A.T. a dismantlar
- Apoyo metálico de A.T. existente
- Apoyo metálico de A.T. a instalar
- Apoyo de A.T. a dismantlar
- 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**

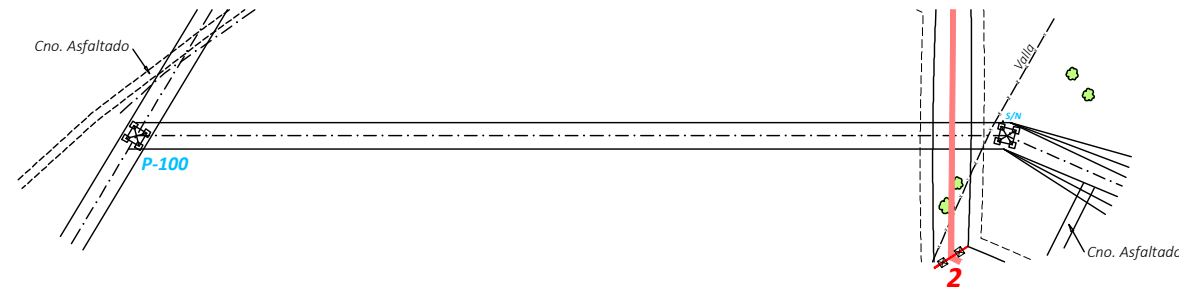
Conductor = LA-455 (402-AL1/52-ST1A)  
Tense máximo A -5° C+V = 2835 daN  
Zona = A  
Cable tierra = OPGW-48  
Tense máximo A -5°+V= 1962 daN  
Longitud Cadena = 2.30 m.  
Aislador de composite: COMP-220-160-2380  
- Los apoyos seleccionados corresponden al modelo POSTEMEL para una constante del terreno 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)

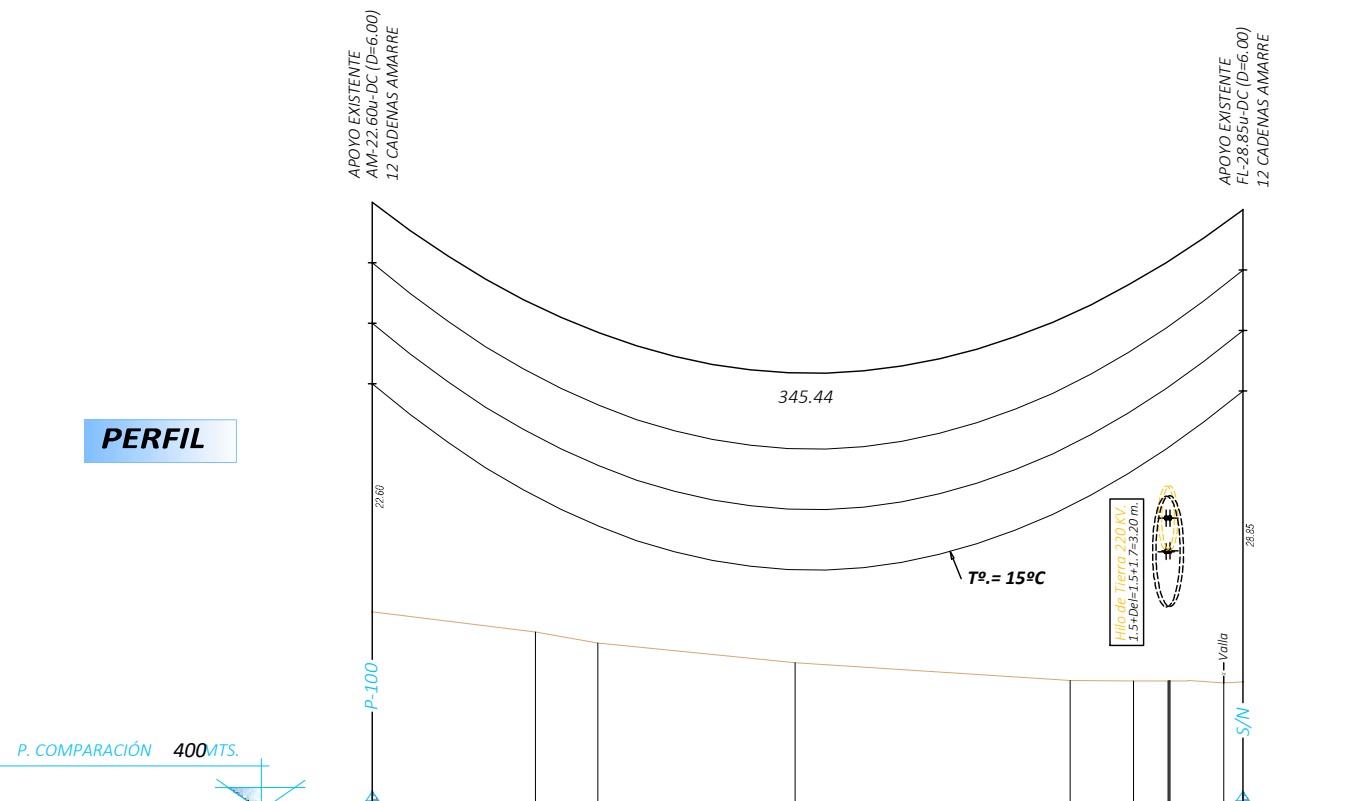
Poste	X	Y	Observ.
Pórtico	607938.56	4706383.97	EXIST.
P1	607956.62	4706401.53	FL-ANG
P2	608043.97	4706275.87	AN-ANG
Pórtico	608109.04	4706296.99	EXIST

		CODIGO 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	
M. TORRES DESARROLLOS ENERGÉTICOS S.L.		TÍTULO PLANO: <b>Planta y Perfil Longitudinal</b>		LOCALIZACIÓN: TAFALLA (NAVARRA)		Hoja: 1 de 2	
FECHA: 0		REVISIÓN: JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº : 845		DISEÑADO:		DIBUJADO:	
FECHA: 1		REVISIÓN: GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº : 15152		REVISADO:		APROBADO:	
FECHA: 2		FECHA:		FECHA:		FECHA:	
FECHA: 3		FECHA:		FECHA:		FECHA:	
ESCALA: E.H: 1/2.000 E.V: 1/500				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	0 km.	
Parcela - Catastro	0 km.	

**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**

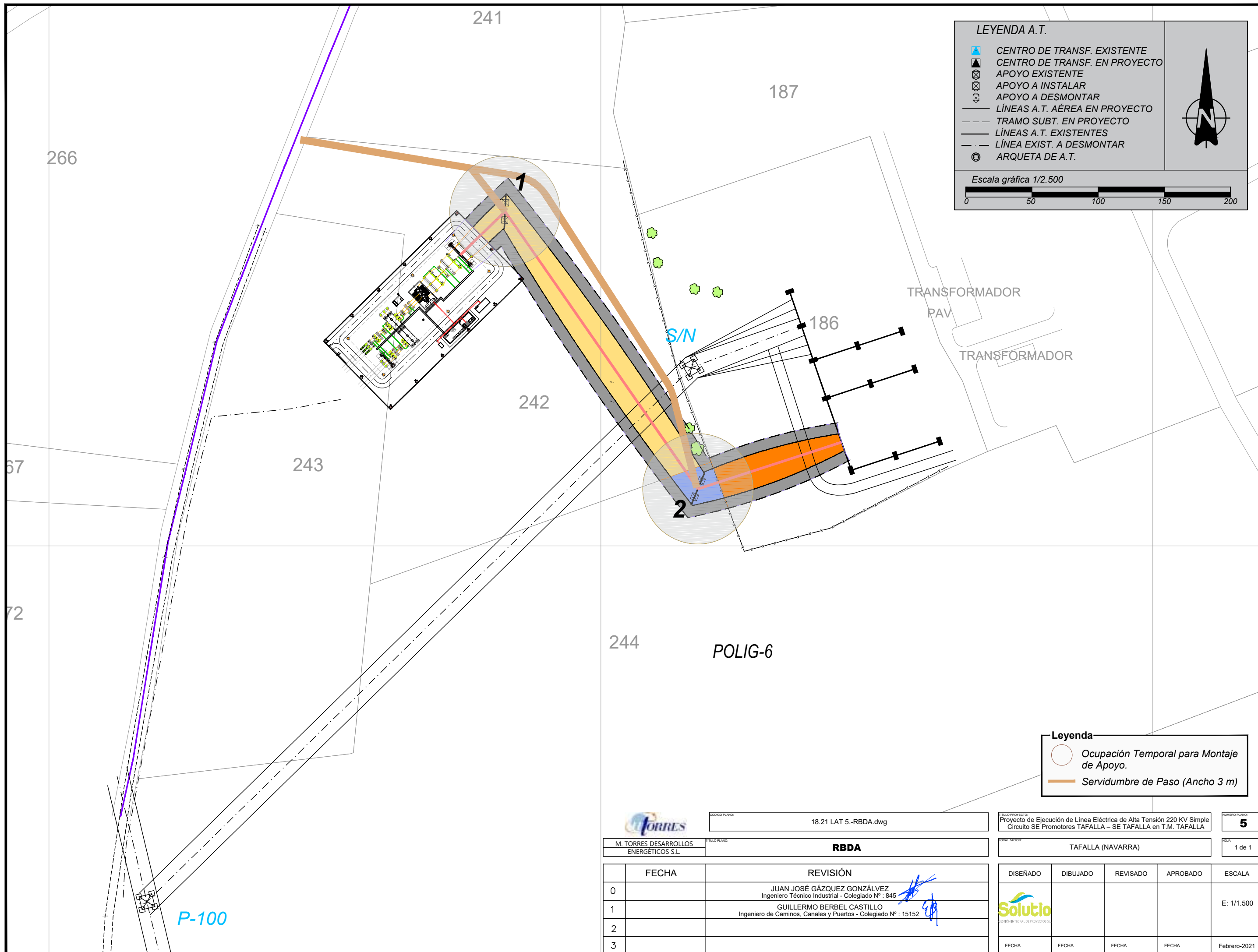
Conductor = LA-455 (402-AL1/52-ST1A)  
Tense máximo A -5º C+V= 2835 daN  
Zona = A  
Cable tierra = OPGW-48  
Tense máximo A -5º+V= 1962 daN  
Longitud Cadena = 3.00 m.  
Aislador de composite: COMP-220-160-2380  
- Los apoyos seleccionados corresponden al modelo POSTEMEL para una constante del terreno 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.

		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. Afección REE</b>		LOCALIZACIÓN: TAFALLA (NAVARRA)		
M. TORRES DESARROLLOS ENERGÉTICOS S.L.		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		(Empty)		
3		(Empty)		
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
- TRAMO SUBT. EN PROYECTO
- LÍNEAS A.T. EXISTENTES
- LÍNEA EXIST. A DESMONTAR
- ARQUETA DE A.T.

Escala gráfica 1/2.500

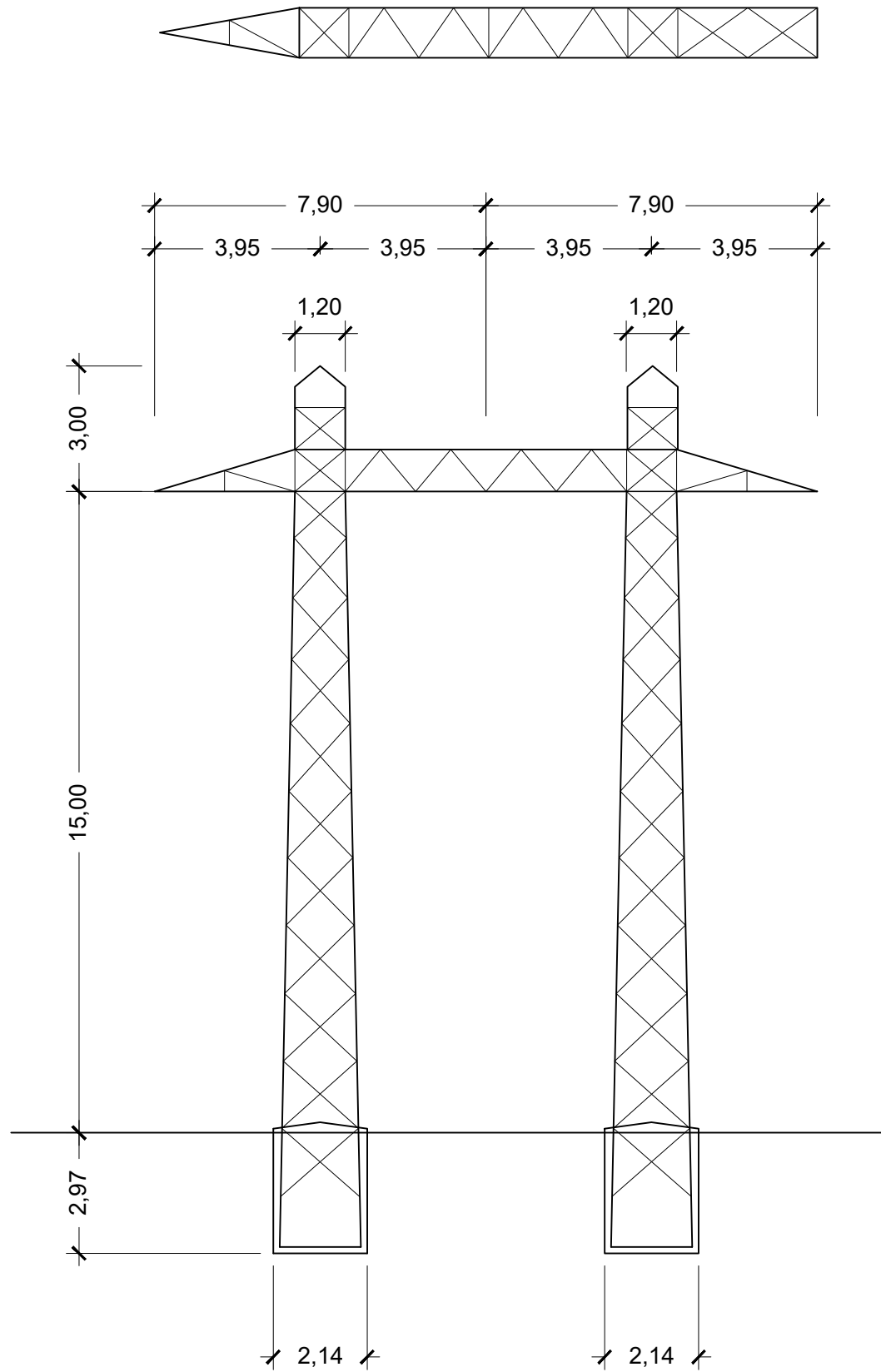
0 50 100 150 200

**Leyenda**



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

		CODIGO PLANO: 18.21 LAT 5.-RBDA.dwg	TITULO 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.		TITULO PLANO: RBDA	LOCALIZACION: 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	ESCALA
					E: 1/1.500
					Febrero-2021

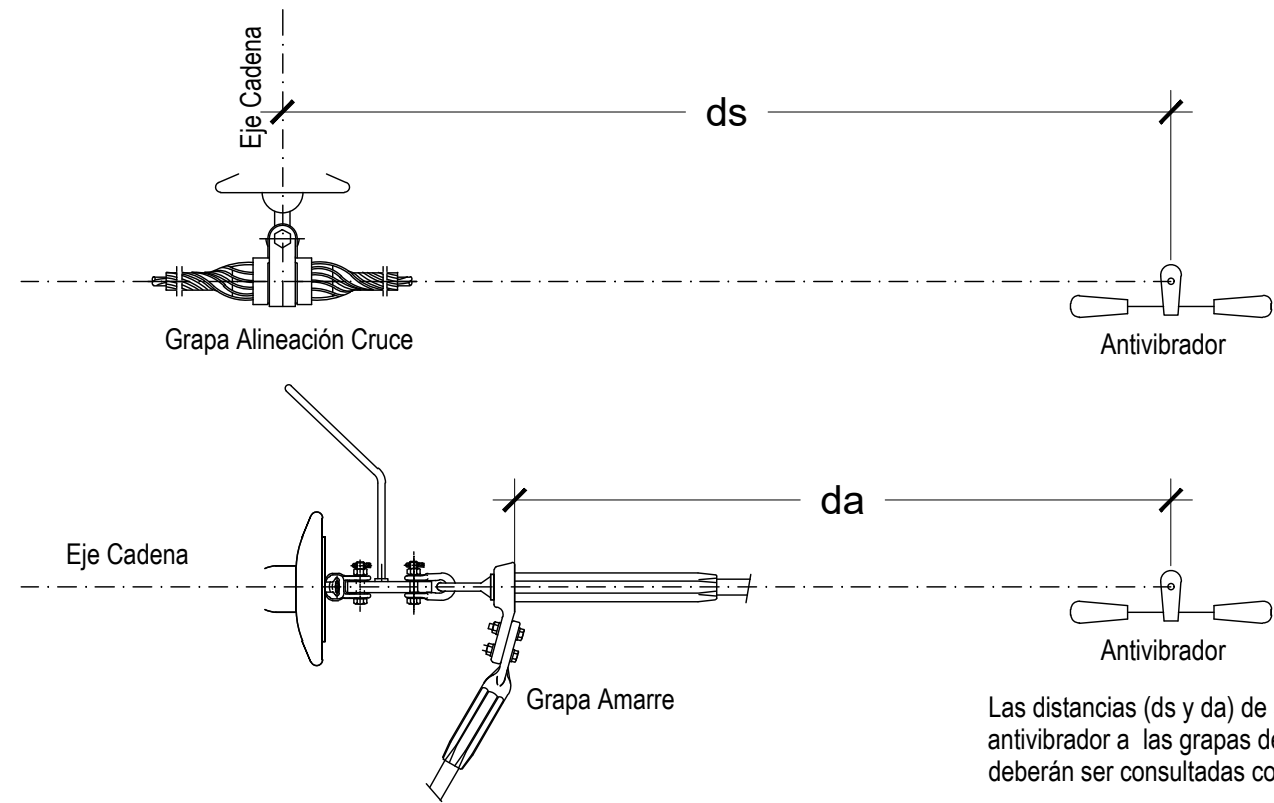
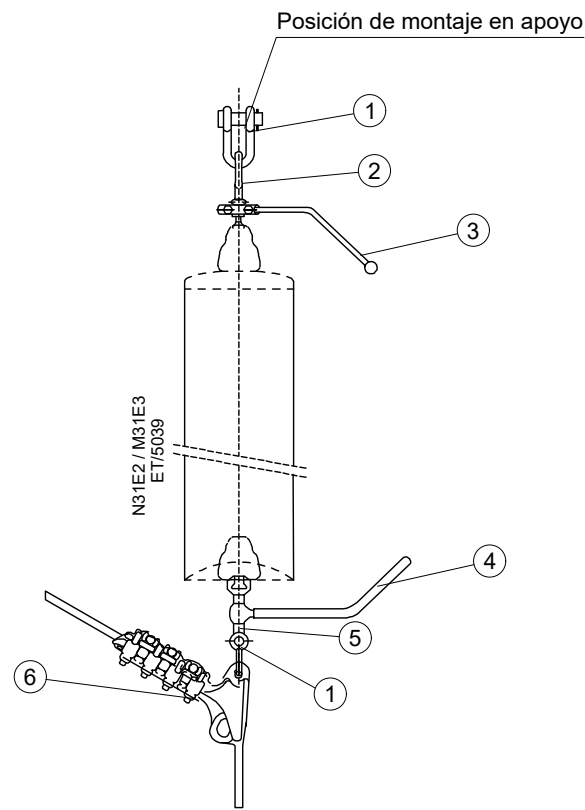
**ESQ. PÓRTICO FORMADO POR 2 SIROCO-110-15u (D=7.90)  
CUPULA DE 3.00 M**



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

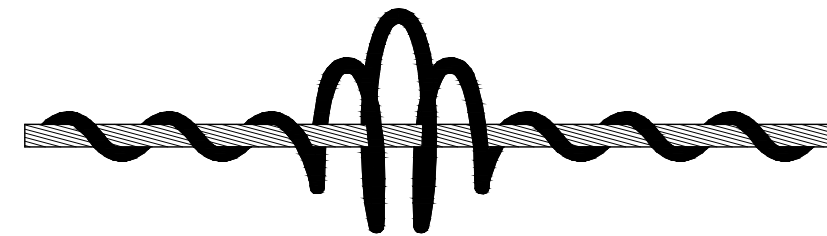
		CÓDIGO PLANO: 18.21_19 LAT 6.- Detalle Apoyo.dwg	TÍTULO PROYECTO: Proyecto de Ejecución de Línea Eléctrica de Alta Tensión 220 KV Simple Círculo SE Promotores TAFALLA – SE TAFALLA en T.M. TAFALLA	NÚMERO PLANO: <b>6</b>
M. TORRES DESARROLLOS ENERGÉTICOS S.L.		TÍTULO PLANO: <b>Detalle Apoyo</b>	LOCALIZACIÓN: TAFALLA (NAVARRA)	
		FECHA:		HOJA: 1 de 1
		REVISIÓN:		ESCALA: 1/150
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				FECHA: Febrero-2021

Cadena de Amarre Simplex 220 Kv



Lista de Materiales

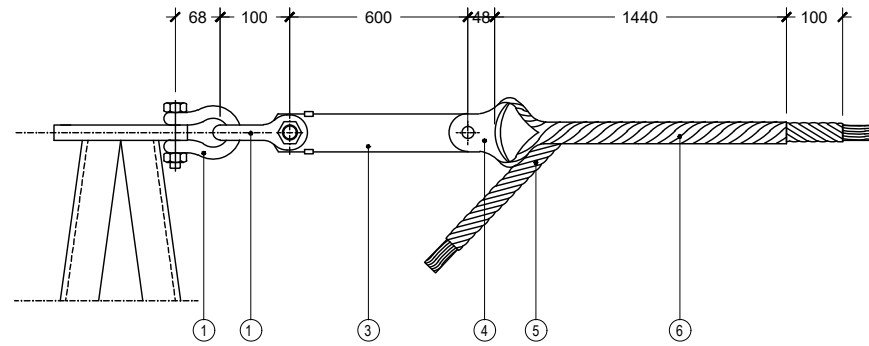
Número	Herraje	Tipo	Cantidad	Carga de Rotura (kg)
1	GRILLETE	GNT	2	18000
2	ANILLA BOLA	ABP 20	1	21500
3	DESCARGADOR SUPERIOR		1	
4	DESCARGADOR INFERIOR		1	
5	ROTULA LARGA	RLP 20/4	1	21500
6	GRAPA AMARRE	GA- 4/T	1	13500



Salvapajaros

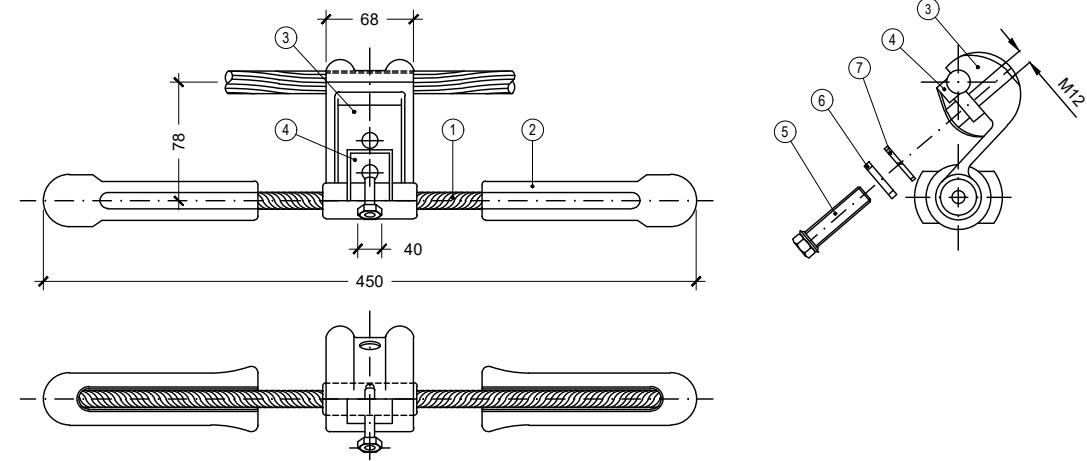
Tamaño mínimo 30 cm de diámetro y 1 metro de longitud

		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)		HOJA: 1 de 2
	FECHA	REVISIÓN			DISEÑADO 
0		JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº: 845			ESCALA: Sin Escala
1		GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº: 15152			
2					
3					FECHA: Febrero-2021



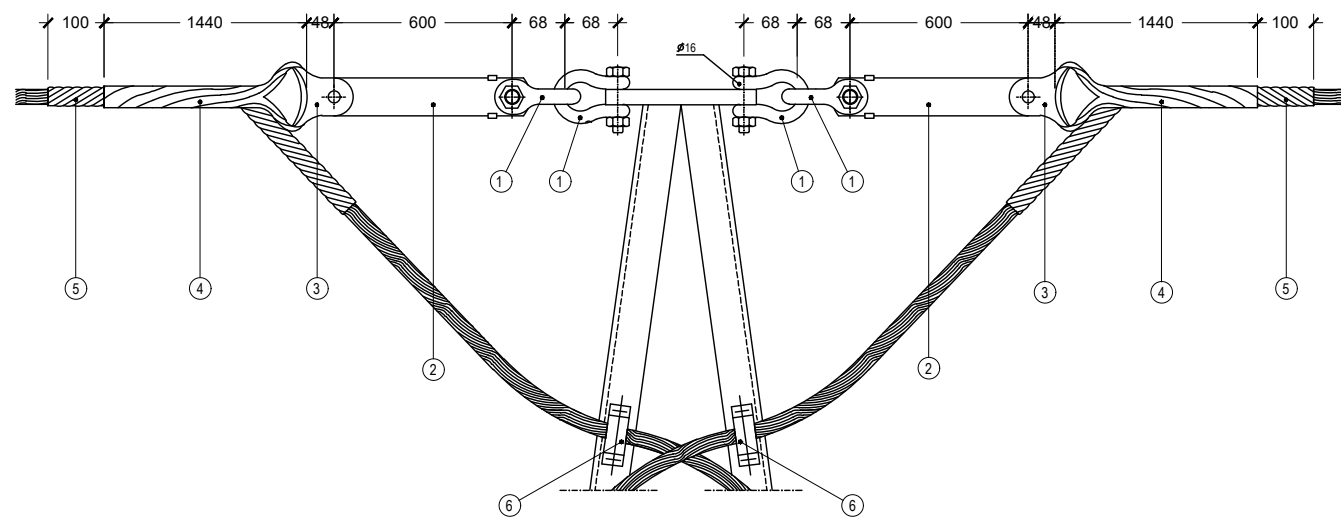
Cadena de Amarre Final para Cable OPGW

POSIC.	REFERENCIA	CANTIDAD	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-1800
1	GRILLETE RECTO	2	13500	GN-16T



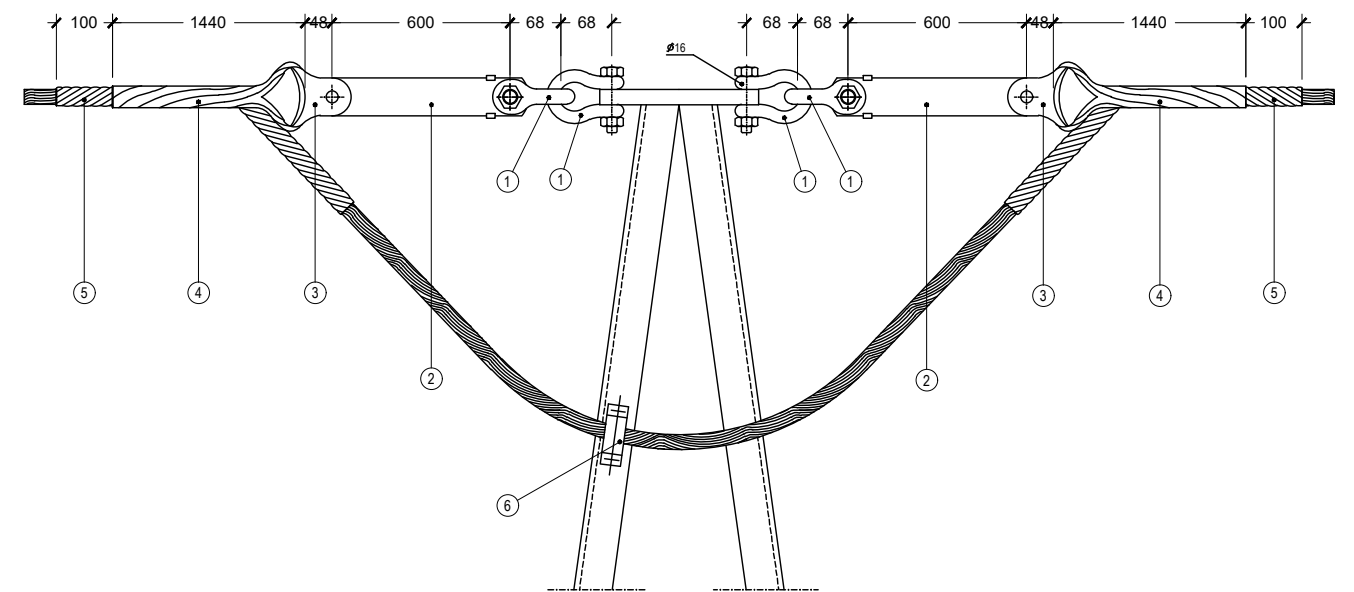
Antivibrador para Conductor

POSIC.	REFERENCIA	CANTIDAD	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



Cadena de Amarre Bilateral Bajante para Cable OPGW

POSIC.	REFERENCIA	CANTIDAD	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-1800
1	GRILLETE RECTO	4	13500	GN-16T



Cadena de Amarre Bilateral Pasante Cable OPGW

POSIC.	REFERENCIA	CANTIDAD	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-1800
1	GRILLETE RECTO	4	13500	GN-16T

		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)	
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