



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

**LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN CON
ENTRADA SALIDA EN
PRE-PARQUE PARA
ALIMENTACIÓN DE SUBESTACIÓN
FERROVIARIA DE C.C. 3,3 KV**

Alumno: José Ramón Aguilar Jiménez

Tutor: Manuel Ortega Armenteros
Depto.: Ingeniería eléctrica

Octubre, 2017



Universidad de Jaén

Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo fin de grado

**LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN CON
ENTRADA SALIDA EN
PRE-PARQUE PARA
ALIMENTACIÓN DE SUBESTACIÓN
FERROVIARIA DE C.C. 3,3KV**

Estudiante:

Una firma manuscrita en tinta negra, que parece ser "B. P. Linares", sobre un fondo blanco.

Vº Bº Tutor:

ÍNDICE

1. MEMORIA.....	9
1.1. OBJETIVO DEL PROYECTO	9
1.2. ALCANCE	9
1.3. ANTECEDENTES	9
1.4. EMPLAZAMIENTO	10
1.5. NORMAS Y REGLAMENTACIÓN APLICABLE.....	11
1.5.1. Electricidad.....	11
1.5.2. Seguridad e higiene en el trabajo	11
1.5.3. Medio ambiente	14
1.5.4. Avifauna.....	15
1.6. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y SUS CARACTERÍSTICAS.....	16
1.6.1. Línea aérea de media tensión	16
1.6.1.1. Punto de entronque.....	16
1.6.1.2. Trazado de la línea y cruzamientos	16
1.6.1.3. Distancias mínimas de seguridad.....	17
1.6.1.4. Características del conductor	18
1.6.1.5. Niveles de aislamiento y cadenas de aisladores.....	18
1.6.1.6. Apoyos de la línea.....	20
1.6.1.7. Puesta a tierra en apoyos	21
1.6.2. Pre-parque	22
1.6.2.1. Características del conductor	23
1.6.2.2. Características del embarrado	23
1.6.2.3. Distancias de seguridad.....	24
1.6.2.4. Elementos que conforman el pre-parque.....	25
1.6.2.5. Puesta a tierra del pre-parque	29
1.7. PROGRAMAS EMPLEADOS	30
1.8. BIBLIOGRAFÍA Y CONSULTAS REALIZADAS.....	30
2. ANEXOS A LA MEMORIA.....	32
2.1. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.....	32
2.1.1. Cálculos eléctricos para línea aérea de 45 kv.....	32
2.1.1.1. Características del conductor	32
2.1.1.2. Densidad máxima de corriente en los conductores	32
2.1.1.3. Parámetros eléctricos de la línea	33
2.1.1.4. Caída de tensión	35

2.1.1.5.	Potencia admisible	35
2.1.1.6.	Pérdidas de potencia.....	37
2.1.2.	<i>Cadenas de aisladores para línea aérea de 45 kv.....</i>	<i>37</i>
2.1.2.1.	Cálculo eléctrico de cadenas de aisladores.....	37
2.1.2.2.	Cálculo mecánico de cadenas de aisladores	38
2.1.2.1.	Cadenas de aisladores adoptadas	39
2.1.3.	<i>Cálculos mecánicos para línea aérea de 45 kv</i>	<i>41</i>
2.1.3.1.	Constante de catenaria	42
2.1.3.2.	Vano de regulación	43
2.1.3.3.	Componente horizontal máxima.....	44
2.1.3.4.	Ecuación de cambio de condiciones.....	45
2.1.3.5.	Resultado de tensiones	46
2.1.3.6.	Cálculo de flechas	47
2.1.3.7.	Fenómenos vibratorios (EDS y THF)	48
2.1.3.8.	Tabla de tendido	49
2.1.4.	<i>Cálculo de apoyos para línea aérea de 45 kv</i>	<i>51</i>
2.1.4.1.	Esfuerzo equivalente.....	51
2.1.4.2.	Esfuerzos verticales que actúan sobre los apoyos. Hipótesis de viento.....	52
2.1.4.3.	Esfuerzos producidos por la acción de los conductores sobre los apoyos.	53
2.1.4.4.	Cálculo de los esfuerzos que actúan sobre los apoyos	56
2.1.4.5.	Resultados de eolovanos y gravivanos	64
2.1.4.6.	Resultados del cálculo de apoyos.....	66
2.1.4.7.	Elección de apoyos.....	70
2.1.5.	<i>Cálculo de cimentaciones para línea aérea de 45 kv</i>	<i>74</i>
2.1.6.	<i>Cálculo de puesta a tierra para línea aérea de 45 kv.....</i>	<i>77</i>
2.1.6.1.	Apoyos no frecuentados.....	78
2.1.6.2.	Apoyos frecuentados con calzado.....	78
2.1.7.	<i>Distancias mínimas de seguridad, cruzamiento y paralelismos</i>	<i>83</i>
2.1.7.1.	Distancias de aislamiento eléctrico para evitar descargas.....	83
2.1.7.2.	Distancias en el apoyo.....	84
2.1.7.3.	Distancias al terreno, caminos, sendas y a cursos de agua no navegables	86
2.1.7.4.	Distancias a otras líneas aéreas	86
2.1.7.5.	Distancias a carreteras	87
2.1.7.6.	Distancias adoptadas en el proyecto para cruzamientos.....	88
2.1.8.	<i>Cálculos del pre-parque</i>	<i>88</i>
2.1.8.1.	Conductores	88
2.1.8.2.	Cadenas de aisladores.....	90
2.1.8.3.	Embarrado rígido	91
2.1.8.4.	Aislamiento del embarrado	99
2.1.8.5.	Seccionadores.....	103
2.1.8.6.	Autoválvulas	105
2.1.8.7.	Pararrayos	108

2.1.8.8.	Interruptor automático	110
2.1.8.9.	Transformadores de tensión para medida.....	111
2.1.8.10.	Transformadores de intensidad para medida	114
2.1.8.11.	Transformadores de intensidad para protección y medida	118
2.1.8.12.	Alumbrado.....	120
2.1.8.13.	Puesta a tierra del pre-parque.....	120
2.1.8.14.	Distancias de seguridad.....	125
2.2.	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	130
2.2.1.	<i>Objeto</i>	130
2.2.2.	<i>Ámbito de aplicación</i>	130
2.2.3.	<i>Normas de seguridad y salud aplicables a la obra</i>	130
2.2.3.1.	Plan de seguridad y salud en el trabajo	130
2.2.3.2.	Obligaciones de los contratistas y subcontratistas.....	131
2.2.3.3.	Obligaciones de los trabajadores autónomos.....	131
2.2.3.4.	Obligaciones del director facultativo de la obra.....	132
2.2.3.5.	Libro de incidencias.....	133
2.2.3.6.	Paralización de los trabajos	133
2.2.4.	<i>Riesgos de la obra</i>	134
2.2.4.1.	Identificación de riesgos laborales en la obra	134
2.2.4.2.	Propuesta de medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir los riesgos laborales en la obra.....	134
2.3.	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	143
2.3.1.	<i>Objeto</i>	143
2.3.2.	<i>Descripción general del proyecto</i>	143
2.3.2.1.	Localización del proyecto	143
2.3.2.2.	Suelo ocupado por los apoyos	144
2.3.2.3.	Suelo ocupado por el pre-parque	144
2.3.2.4.	Franja de suelo sobrevolada por los conductores	144
2.3.2.5.	Altitud	144
2.3.2.6.	Altura de los conductores sobre el terreno	145
2.3.2.7.	Características de la línea	145
2.3.2.8.	Características del pre-parque.....	146
2.3.3.	<i>Acciones a realizar</i>	147
2.3.3.1.	Accesos y evacuación.....	147
2.3.3.2.	Desbroce y despeje de superficie.....	148
2.3.3.3.	Cimentaciones	148
2.3.3.4.	Armado e izado.....	148
2.3.3.5.	Tendido, tense y regulado	149
2.3.4.	<i>Maquinaria empleada</i>	149
2.3.5.	<i>Análisis de los residuos, vertidos y emisiones</i>	150
2.3.5.1.	Durante la fase de construcción.....	150

2.3.5.2.	Durante la fase de explotación	150
2.3.6.	<i>Identificación de los impactos</i>	151
2.3.6.1.	Fase de construcción	151
2.3.6.2.	Fase de funcionamiento	153
2.3.7.	<i>Valoración de los impactos</i>	155
2.3.7.1.	Impactos sobre el suelo	158
2.3.7.2.	Impactos sobre el aire	160
2.3.7.3.	Impactos sobre el agua	161
2.3.7.4.	Impactos sobre la vegetación	161
2.3.7.5.	Impactos sobre la fauna	162
2.3.7.6.	Aumento de incendios	163
2.3.7.7.	Impactos sobre el paisaje	163
2.3.7.8.	Impactos sobre usos productivos	164
2.3.7.9.	Impactos sobre vías pecuarias	164
2.3.7.10.	Impactos sobre el empleo, servicios y economía	165
2.3.7.11.	Tabla resumen de la importancia de los impactos	166
2.3.8.	<i>Clasificación de los impactos</i>	167
2.3.8.1.	Impactos beneficiosos	167
2.3.8.2.	Impactos compatibles	167
2.3.8.3.	Impactos moderados	167
2.3.8.4.	Impactos severos	167
2.3.8.5.	Impactos críticos	167
2.3.9.	<i>Medidas protectoras, correctoras y compensatorias</i>	167
2.3.9.1.	Medidas protectoras y/o preventivas adoptadas	168
2.3.9.2.	Medidas correctoras adoptadas	171
2.3.9.3.	Medidas compensatorias adoptadas	171
2.3.10.	<i>Conclusión al análisis</i>	171
2.4.	PROTECCIÓN AVIFAUNA	172
2.4.1.	<i>Objeto</i>	172
2.4.2.	<i>Emplazamiento</i>	172
2.4.3.	<i>Características de la línea y pre-parque</i>	173
2.4.3.1.	Resumen de los tipos de apoyos	173
2.4.4.	<i>medidas contra la electrocución</i>	174
2.4.4.1.	Medidas antielectrocución adoptadas	175
2.4.5.	<i>medidas contra la colisión</i>	175
2.4.5.1.	Medidas anticolidión adoptadas	176
3.	PLANOS	177
3.1.	PLANO DE SITUACIÓN	178
3.2.	PLANO DE EMPLAZAMIENTO	179
3.3.	ORTOFOTO DE LA ZONA	180

3.4.	LÍNEA AÉREA DE 45 KV	181
3.5.	LÍNEA AÉREA DE 45 KV APOYOS DEL 1 AL 6.....	182
3.6.	LÍNEA AÉREA DE 45 KV APOYOS DEL 6 AL 9.....	183
3.7.	LÍNEA AÉREA DE 45 KV APOYOS DEL 9 AL 11.....	184
3.8.	LÍNEA AÉREA DE 45 KV APOYOS DEL 12 AL 14.....	185
3.9.	LÍNEA AÉREA DE 45 KV DISTANCIAS A CRUZAMIENTOS	186
3.10.	PUESTA A TIERRA DE APOYOS NO FRECUENTADOS.....	187
3.11.	PUESTA A TIERRA DE APOYOS FRECUENTADO.....	188
3.12.	ALZADO DEL PRE-PARQUE	189
3.13.	PLANTA DEL PRE-PARQUE	190
3.14.	PUESTA A TIERRA DEL PRE-PARQUE.....	191
3.15.	ESQUEMA UNIFILAR PRE-PARQUE.....	192
3.16.	CADENA DE SUSPENSIÓN	193
3.17.	CADENA DE AMARRE	194
3.18.	CADENA DE AMARRE DOBLE	195
3.19.	HORQUILLA DE BOLA EN V.....	196
3.20.	AISLADOR VIDRIO	197
3.21.	RÓTULA	198
3.22.	GRAPA DE SUSPENSIÓN	199
3.23.	GRAPA DE AMARRE	200
3.24.	YUGO DOBLE TRIANGULAR	201
3.25.	ANILLA DE BOLA	202
3.26.	SECCIONADOR	203
3.27.	AUTOVÁLVULA.....	204
3.28.	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO	205
3.29.	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD MEDIDA Y PROTECCIÓN	206
3.30.	TRANSFORMADOR DE TENSIÓN PARA MEDIDA	207
3.31.	AISLADOR DE COLUMNA	208
3.32.	SOPORTE BARRAS	209
3.33.	TAPÓN BARRAS	210
3.34.	PARARRAYOS.....	211
3.35.	PUNTO DE ENTRONQUE.....	212
4.	PLIEGO DE CONDICIONES	213
4.1.	CONDICIONES GENERALES	213
4.1.1.	<i>Objeto.....</i>	213
4.1.2.	<i>Campo de aplicación.....</i>	213
4.1.3.	<i>Disposiciones generales.....</i>	213

4.1.3.1.	Condiciones facultativas legales	213
4.1.3.2.	Seguridad en el trabajo	214
4.1.3.3.	Seguridad pública.....	214
4.1.4.	<i>Organización del trabajo</i>	214
4.1.4.1.	Datos de la obra.....	215
4.1.4.2.	Replanteo de la obra	215
4.1.4.3.	Normas y variaciones del proyecto	215
4.1.4.4.	Recepción del material.....	215
4.1.4.5.	Organización.....	216
4.1.4.6.	Facilidades para la inspección.....	216
4.1.4.7.	Limpieza y seguridad en las obras.....	216
4.1.4.8.	Medios auxiliares	216
4.1.4.9.	Ejecución de las obras	217
4.1.4.10.	Subcontratación de las obras.....	217
4.1.4.11.	Plazo de ejecución	217
4.1.4.12.	Recepción provisional	218
4.1.4.13.	Periodos de garantía	218
4.1.4.14.	Recepción definitiva.....	218
4.1.4.15.	Pago de obras	218
4.1.4.16.	Abono de materiales acopiados.....	219
4.1.5.	<i>Disposición final</i>	219
4.2.	CONDICIONES TÉCNICAS	219
4.2.1.	<i>Objeto y campo de aplicación</i>	219
4.2.2.	<i>Ejecución del trabajo</i>	219
4.2.2.1.	Replanteo	219
4.2.2.2.	Apertura de hoyos	219
4.2.2.3.	Transporte, acarreo y acopio a pie de hoyo.....	220
4.2.2.4.	Cimentaciones	220
4.2.2.5.	Drenaje.....	221
4.2.2.6.	Armado e izado de apoyos y estructuras.....	222
4.2.2.7.	Protección de las superficies metálicas	222
4.2.2.8.	Tendido, tensado y engrapado de los conductores.....	222
4.2.2.9.	Reposición del terreno	224
4.2.2.10.	Numeración de apoyos. Aviso de peligro eléctrico	225
4.2.2.11.	Tomas de tierra.....	225
4.2.2.12.	Embarrados y conexiones.....	226
4.2.2.13.	Vallado perimetral	226
4.2.3.	<i>Materiales</i>	226
4.2.3.1.	Reconocimiento y admisión de materiales	226
4.2.3.2.	Conductores	226
4.2.3.3.	Apoyos y estructuras.....	227
4.2.3.4.	Aisladores	227

4.2.3.5.	Herrajes.....	227
4.2.3.6.	Autoválvulas	227
4.2.3.7.	Interruptor automático	227
4.2.3.8.	Transformador de tensión e intensidad para medida	228
4.2.4.	<i>Recepción de obra</i>	228
5.	PRESUPUESTO	229
5.1.	MEDICIONES.....	229
5.2.	PRECIO UNITARIO	237
5.3.	PRESUPUESTO PARCIAL.....	245
5.4.	PRESUPUESTO TOTAL.....	258

1. MEMORIA

1.1. OBJETIVO DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene por objeto el establecimiento y justificación de todos los datos necesarios para que las instalaciones descritas en él puedan ser ejecutadas, así como, exponer ante los organismos competentes que la red de media tensión proyectada y el pre-parque para la alimentación de una subestación de tracción, reúnen las condiciones y garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente, con el fin de obtener la autorización administrativa y la ejecución de la instalación.

1.2. ALCANCE

El proyecto, destinado a la alimentación de una subestación ferroviaria, comprende tanto la línea aérea de media tensión como el pre-parque. Incluyéndose la descripción de todos los elementos ubicados tanto a lo largo de la línea como en el pre-parque. Se tendrá en cuenta la obra civil a realizar para la línea aérea, no siendo objeto del presente proyecto la obra civil asociada al pre-parque (cimientos y saneamiento). Así como tampoco el sistema de control y mando del mismo.

1.3. ANTECEDENTES

Se dispone de una subestación de tracción existente, con una línea de llegada a la misma.

Para aumentar el flujo de transporte mediante ferrocarril tanto para mercancía como para el transporte de personas, se realizará una nueva línea aérea y un pre-parque, para mejorar así el suministro, mallado de la red y maniobrabilidad de la misma. Conservando la línea existente que terminará junto con la línea proyectada en el pre-parque.

1.4.EMPLAZAMIENTO

La línea eléctrica de media tensión discurrirá desde el punto de entronque ubicado cercano a la localidad de Mengíbar hasta el pre-parque, el cual estará ubicado cercano al parque empresarial Geolit.

Ambos puntos son pertenecientes al municipio de Mengíbar (Jaén). Las coordenadas de inicio y fin de la línea son las mostradas a continuación.

Coordenadas UTM inicio: x=429251,28 y=4201624,52

Coordenadas UTM fin: x=431277,54 y=4199977,48

La parcela catastral donde se proyecta el pre-parque (*Figura 1.1*) está situada en Aljibejos, polígono 13, parcela 5, de Mengíbar (Jaén).

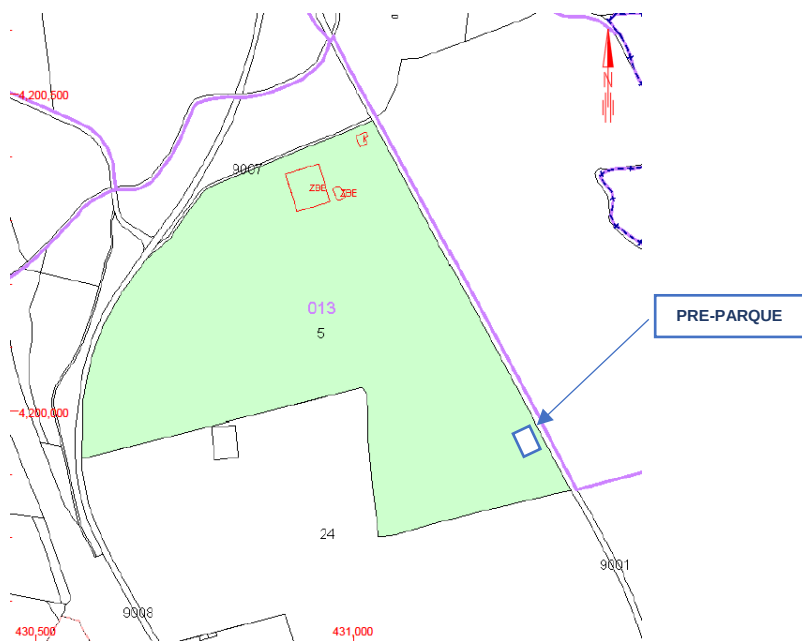


Figura 1.1

El emplazamiento y recorrido de la línea, así como el emplazamiento del pre-parque se muestra con mayor detalle en los planos de emplazamiento (*Plano 2*) y ortofoto de la zona (*Plano 3*).

1.5. NORMAS Y REGLAMENTACIÓN APLICABLE

1.5.1. ELECTRICIDAD

- Real decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real decreto 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.
 - Corrección de errores (BOE. Núm. 174 de 19-07-2008).
 - Se modifica artículo 13.1, 16, 19, la ITC-LAT 03, se sustituye lo indicado, y se añaden las disposiciones adicionales 1 a 4 por el R. D. 560/2010, de 7 de mayo (BOE. Núm. 125 de 22-05-2010).

1.5.2. SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO

- Ley 31 de 8-11-1995, de prevención de riesgos laborales (BOE. Núm. 269 de 10-11-1995).
 - Se modifica el artículo 30.5 y se añade la disposición adicional 17, por ley 14/2013, de 27 de septiembre (BOE. Núm. 233 de 28-09-2013).
 - Se modifica el artículo 32, por la ley 35/2014, de 26 de diciembre (BOE. Núm. 314 de 29-12-2014).
- Ley 54/2003 de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales (BOE. Núm. 298 de 13-12-2003).

- Ley 32/2006 de 18 de octubre, de subcontratación en el sector de la construcción (BOE. Núm. 250 de 19-10-2006).
 - R. D. 1109/2007 de 24 de agosto, desarrolla la ley 32/2006 (BOE. Núm. 219 de 12-09-2007).
 - R. D. 337/2010, modifica el R. D. 1109/2007 (BOE. Núm. 71 de 23-03-2010).
- R. D. 39/1997, reglamento de los servicios de prevención (BOE. Núm. 27 de 31-01-1997).
 - R. D. 780/1998, modificación del R. D. 39/1997 (BOE. Núm. 104 de 01-05-1998).
 - R. D. 298/2009, por el que se modifica el R. D. 39/1997 (BOE. Núm. 57 de 07-03-2009).
- R. D. 1627/1997 de 24 de octubre, disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras. Obligación del estudio de seguridad y salud o del estudio básico de seguridad y salud (BOE. Núm. 265 de 25-10-1997).
 - R. D. 337/2010, por el que se modifican el R. D. 39/1997 y R. D. 1627/1997 (BOE. Núm. 71 de 23-03-2010).
- R. D. 67/2010 de 29 de enero, de adaptación de la legislación de prevención de riesgos laborales a la administración general del estado (BOE. Núm. 36 de 10-02-2010).
- R. D. 486/2010 de 23 de abril, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a radiaciones ópticas artificiales (BOE. Núm. 99 de 24-04-2010).
 - Corrección de errores (BOE. Núm. 110 de 06-05-2010).

- R. D. 1311/2005 de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas (BOE. Núm. 265 de 05-11-2005).
 - R. D. 330/2009, por el que modifica el R. D. 1311/2005 (BOE. Núm. 73 de 26-03-2009).
- R. D. 681/2003 de 12 de junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo (BOE. Núm. 145 de 18-06-2003).
- R. D. 374/2001 de 6 de abril, protección de la salud de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo (BOE. Núm. 104 de 01-05-2001).
 - Corrección de erratas (BOE. Núm. 129 de 30-05-2001) y (BOE. Núm. 149 de 22-06-2001).
- R. D. 614/2001 de 8 de junio, disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente a riesgo eléctrico (BOE. Núm. 148 de 21-06-2001).
- R. D. 485/1997 de 14 de abril, disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo (BOE. Núm. 97 de 23-04-1997).
 - R. D. 598/2015, de 3 de julio, por el que se modifica el R. D. 485/1997 (BOE. Núm. 159 de 04-07-2015)
- R. D. 773/1997 de 30 de mayo, disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual (BOE. Núm. 140 de 12-06-1997).
 - Corrección de errores (BOE. Núm. 171 de 18-07-1997).
- R. D. 1215/1997 de 18 de julio, disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo (BOE. Núm. 188 de 07-08-1997).

- R. D. 2177/2004, por el que se modifica el R. D. 1215/1997 (BOE. Núm. 274 de 13-11-2004).
- R. D. 1407/1992 de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual (BOE. Núm. 311 de 28-12-1992).
 - Rectificaciones (BOE. Núm. 47 de 24-02-1993).
 - R. D. 159/1995 de 27 de octubre, modificación del R. D. 1407/1992 (BOE. Núm. 57 de 08-03-1995).
 - Rectificaciones (BOE. Núm. 69 de 22-03-1993).
- R. D. 1316/1989 de 27 de octubre, protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de exposición al ruido (BOE. Núm. 263 de 02-11-1989).
 - Rectificaciones (BOE. Núm. 295 de 09-12-1989) y (BOE. Núm. 126 de 26-05-1990).
- R. D. 286/2006 de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra riesgos relacionados con la exposición al ruido (BOE. Núm. 60 de 11-03-2006).
 - Corrección de errores (BOE. Núm. 62 de 14-03-2006) y (BOE. Núm. 71 de 24-03-2006).

1.5.3. MEDIO AMBIENTE

- Ley 7/1994, de 18 de mayo, de la Junta de Andalucía, de protección ambiental.
 - Se modifica el anexo II, por ley 5/2001, de 4 de junio (BOE. Núm. 158 de 03-06-2001).

- Se modifica lo indicado por ley 6/2002, de 16 de diciembre (BOE. Núm. 11 de 13-01-2003).
- Ley 2/89, de 18 de julio, inventario de espacios naturales protegidos.
 - Se modifica el artículo 20 por ley 6/1996, de 18 de julio (BOE. Núm. 195 de 13-08-1996).
 - Se modifica el artículo 26 por Decreto ley 3/2009, de 22 de diciembre (BOE. Núm. 250 de 24-12-2009).
 - Se modifica el artículo 15 y 26.2 por ley 3/2010, de 21 de mayo (BOE. Núm. 151 de 22-06-2010).
- Ley 2/92 de 15/6/92, ley forestal de Andalucía (BOJA 57, 23/6/92).
 - Se deja sin efecto el artículo 67 y se modifica el artículo 77 por ley 3/2010, de 21 de mayo (BOE. Núm. 151 de 22-06-2010).
- Ley 7/2007, de 9 de julio, de gestión integrada de la calidad ambiental (BOJA. Núm. 143 de 20-07-2007).
 - Decreto-ley 3/2015 de 3 de marzo, por el que se modifica la ley 7/2007 (BOJA. Núm. 48 de 11-03-2015).

1.5.4. AVIFAUNA

- Decreto 178/2006 de 10-10-2006 de normas de protección de la avifauna para las instalaciones eléctricas de alta tensión (BOJA. Núm. 209 de 27-10-2006).
- Real Decreto 1432/2008. de 29 de agosto, medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en las líneas eléctricas de alta tensión (BOE. Núm. 222 de 13-09-2008).

1.6. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y SUS CARACTERÍSTICAS

1.6.1. LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN

Características de la línea aérea proyectada:

- Tensión: 45 kV.
- Tensión más elevada: 52 kV.
- Sistema: Corriente alterna trifásica.
- Número de circuitos: 1.
- Zona: A.
- Intensidad máxima de cortocircuito: 16 kA.
- Tiempo de desconexión: 0,5 segundos.
- Previsión de carga: 2 transformadores de 3,3 MVA. = 6,6 MVA.
- Intensidad nominal: 84,68 A.

1.6.1.1. Punto de entronque

El apoyo de la línea existente, en la cual se conectará la línea proyectada, es de tipo montaje en tresbolillo.

El punto de entronque se realizará como se indica en el plano correspondiente (*Plano 35*), cumpliendo con lo establecido en el capítulo VI de las normas particulares de compañía.

1.6.1.2. Trazado de la línea y cruzamientos

El trazado de la línea discurre desde el punto de entronque hasta la llegada al pre-parque proyectado. Siendo su longitud de 20 metros desde el punto de conexión hasta el primer apoyo, 2623,82 metros desde el apoyo 1 hasta el apoyo 14 y de 10 metros hasta la llegada al pre-parque. Siendo su trazado total de 2653,82 metros.

A lo largo de su recorrido, los cruzamientos existentes con la línea proyectada son:

CRUZAMIENTO	ENTRE APOYOS
Camino	2 y 3
Camino	3 y 4
Camino	4 y 5
Autovía A-44	8 y 9
Arroyo	10 y 11
Carretera N-323 a	10 y 11
L.A.A.T. 132 kV Geolit-Andújar	10 y 11
Camino	10 y 11

Tabla 1.1

1.6.1.3. Distancias mínimas de seguridad

Las distancias mínimas de seguridad a cumplir para la línea eléctrica se determinan en el apartado 5 de la ITC-LAT 07. Siendo estas distancias las siguientes:

Distancia	Metros
Terreno, camino y cursos de agua no navegables	6
Líneas aéreas de tensión más elevada (distancia horizontal a apoyo)	2
Líneas aéreas de tensión más elevada (distancia vertical conductores)	3,3
Carreteras (distancia horizontal al apoyo)	25
Carreteras (distancia vertical conductores)	7
Autovías (distancia horizontal al apoyo)	50
Autovías (distancia vertical conductores)	7

Tabla 1.2

1.6.1.4. Características del conductor

La línea proyectada se realizará con conductores desnudos de aluminio-acero galvanizado. Cuyas características se describen a continuación:

LA-110 (94-ALI / 22-ST1A)

Denominación: LA-110 (94-ALI / 22-ST1A)

Sección: 116,2 mm².

Diámetro: 14 mm.

Radio: 7 mm.

Número de hilos de aluminio: 30.

Número de hilos de acero: 7.

Carga de rotura: 4,400 daN.

Peso propio kg/km: 432,5 kg/km.

Peso propio daN/m: 0,424 daN/m.

Módulo de elasticidad: 8200 daN/mm².

Coeficiente de dilatación: 17,74 *10⁻⁶ °C⁻¹.

Resistencia kilométrica (Ω /km): 0,314

1.6.1.5. Niveles de aislamiento y cadenas de aisladores

El nivel de aislamiento mínimo correspondiente a la tensión más elevada de la línea, en nuestro caso 52 kV, según se indica en la tabla 13 de la ITC-LAT-07, es:

Tensión más elevada para el material (kV) (valor eficaz)	Tensión soportada normalizada de corta duración a frecuencia industrial (kV) (valor eficaz)	Tensión soportada normalizada a los impulsos tipo rayo (kV) (valor de cresta)
52	95	250

Tabla 1.3

La línea de fuga específica nominal mínima, según tabla 4 de la ITC-LAT-07, correspondiente a un nivel de contaminación ligero (zona agrícola), es de 16 mm/kV.

Las cadenas de aisladores cumplen con las distancias mínimas para la protección de la avifauna, estando constituidas por los siguientes elementos:

1.6.1.5.1. Cadena de suspensión

- Fabricante: Andel.
- Tipo de cadena: Cadena de vidrio y suspensión simple para conductor LA-110 y 45 kV (*Plano 16*).
- Código de cadena: LA-110-45kV-SUS-SIM-VID.
- Número de elementos: 6 elementos.
- Tipo de elementos: U70BS (*Plano 20*).
- Peso: 21,344 daN.
- Longitud: 918 mm.
- Línea de fuga: 1920 mm.
- Carga de destrucción electromecánica: 5000 daN.
- Herrajes:
 - Horquilla de bola en V: HB-11 (*Plano 19*).
 - Rótula: R-11 (*Plano 21*).
 - Grapa de suspensión: GS-2 (*Plano 22*).

1.6.1.5.2. Cadena de amarre

- Fabricante: Andel.
- Tipo de cadena: Cadena de vidrio y anclaje simple para conductor LA-110 y 45 kV. (*Plano 17*).
- Código de cadena: LA-110-45kV-ANC-SIM-VID.
- Número de elementos: 6 elementos.
- Tipo de elementos: U70BS (*Plano 20*).
- Peso: 21,785 daN.
- Longitud: 1013 mm.
- Línea de fuga: 1920 mm.
- Carga de destrucción electromecánica: 5000 daN.
- Herrajes:
 - Horquilla de bola en V: HB-11. (*Plano 19*).
 - Rótula: R-11 (*Plano 21*).
 - Grapa de amarre: GA-2 (*Plano 23*).

1.6.1.5.3. Cadena de amarre de cruce

- Fabricante: Andel.
- Tipo de cadena: Cadena de vidrio y anclaje doble para conductor LA-110 y 45 kV (*Plano 18*).
- Código de cadena: LA-110-45kV-ANC-DOB-VID.
- Número de elementos: 12 elementos.
- Tipo de elementos: U70BS (*Plano 20*).
- Peso: 48,745 daN.
- Longitud: 1387 mm.
- Línea de fuga: 1920 mm.
- Carga de destrucción electromecánica: 5000 daN.
- Herrajes:
 - o Horquilla de bola en V: HB-11(*Plano 19*).
 - o Rótula: R-11 (4 unidades) (*Plano 21*).
 - o Yugo triangular doble: YD (2 unidades) (*Plano 24*).
 - o Anilla bola: AB-11 (3 unidades) (*Plano 25*).
 - o Grapa de amarre: GA-2 (*Plano 23*).

1.6.1.6. Apoyos de la línea

El total de apoyos que formarán la línea aérea es de 14 apoyos. Estos serán metálicos, estando formados por perfiles de acero, protegidos mediante galvanizado en caliente, armados entre sí para conseguir la disposición indicada en este proyecto.

La cruceta de los mismos será de tipo montaje en tresbolillo con una distancia entre sus brazos que permita que las distancias entre conductores y partes a tierra cumplan con las mínimas distancias calculadas y las mínimas distancias indicadas para la protección de la avifauna.

Todos ellos dispondrán, a una altura de 2,5 metros desde el suelo, de una placa de señalización de peligro eléctrico, así como de la numeración correspondiente a cada apoyo.

La cimentación para todos los apoyos será de tipo monobloque.

1.6.1.7. Puesta a tierra en apoyos

La puesta a tierra de los apoyos se realizará teniendo en cuenta lo indicado en la ITC-LAR-07 del R.A.T.

En este caso habrá dos tipos de apoyos, los frecuentados con calzado y los no frecuentados.

1.6.1.7.1. Apoyos frecuentados con calzado

El total de apoyos de este tipo son 3. Correspondiendo a los apoyos número 4, 11 y 14.

Para este tipo de apoyos se dispondrá de mallazo electrosoldado y acerado perimetral (losa de hormigón) con el fin de cumplir con las tensiones de paso y contacto establecidas.

El mallazo estará embebido dentro de la losa de hormigón hasta 1 metro del borde del apoyo, tendrá por encima al menos 10 cm de hormigón y estará conectado al electrodo de tierra mediante dos puntos opuestos.

La losa de hormigón para el acerado perimetral tendrá un espesor total de 20 cm como mínimo, y sobresaldrá 1,2 metros desde el borde de la base del apoyo.

El electrodo de tierra estará formado por un conductor de cobre desnudo de 50 mm² de sección y 8 picas de 2 metros de longitud y 14 mm de diámetro, enterrado a 50 cm como mínimo, formando un cuadrado de 4 x 4 metros alrededor de la cimentación del apoyo y se unirá al apoyo mediante un conductor de la misma sección. Este conductor de unión entre el apoyo y el electrodo de tierra discurrirá por el interior de un tubo de PVC de 30 mm de diámetro.

En el *plano 11* se muestra la conexión a tierra para apoyos frecuentados con calzado.

1.6.1.7.2. Apoyos no frecuentados

El total de apoyos no frecuentados es de 11 apoyos. Siendo estos los apoyos número 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12 y 13.

La puesta a tierra para estos apoyos se realizará mediante dos picas de 2 metros y 14 mm de diámetro unidas entre sí y al apoyo mediante cable

de cobre desnudo de 50 mm² de sección, separado al menos 60 centímetros de la cimentación y a una profundidad de al menos 0,5 metros.

El conductor de unión entre el apoyo y el electrodo de tierra discurrirá por el interior de un tubo de PVC de 30 mm de diámetro.

La separación entre picas será como mínimo de 1,5 veces la longitud de estas, en este caso la separación mínima será de 3 metros.

En el *plano 10* se muestra la conexión a tierra para apoyos frecuentados con calzado.

1.6.2. PRE-PARQUE

Las características del pre-parque son:

- Tensión: 45 kV.
- Tensión más elevada de la red: 52 kV.
- Tensión soportada normalizada de corta duración a frecuencia industrial: 95 kV.
- Tensión soportada a los impulsos tipo rayo: 250 kV.
- Intensidad de cortocircuito: 16 kA.
- Tiempo de desconexión: 0,5 segundos.
- Potencia nominal: 6,6 MVA.

Las dimensiones del pre-parque son de 16 x 23 metros. Siendo el área ocupada por este de 368 m².

El pre-parque estará vallado en todo su perímetro, mediante valla metálica de 3 metros de altura y con medidas antiescalo en la parte superior de la misma.

Se instalarán placas señalizadoras de peligro eléctrico en el vallado, una por cada lado del pre-parque más otra en la puerta de acceso (5 en total), a una altura de 2,5 metros.

1.6.2.1. Características del conductor

Se emplearán conductores desnudos de aluminio-acero galvanizado. Cuyas características se describen a continuación:

LA-110 (94-ALI / 22-ST1A)

Denominación: LA-110 (94-ALI / 22-ST1A)

Sección: 116,2 mm².

Diámetro: 14 mm.

Radio: 7 mm.

Número de hilos de aluminio: 30.

Número de hilos de acero: 7.

Carga de rotura: 4,400 daN.

Peso propio kg/km: 432,5 kg/km.

Peso propio daN/m: 0,424 daN/m.

Módulo de elasticidad: 8200 daN/mm².

Coeficiente de dilatación: $17,74 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$.

Resistencia kilométrica (Ω /km): 0,314.

1.6.2.2. Características del embarrado

El embarrado se realizará mediante tres tubos rígidos de aluminio de diámetros homologados por Red Eléctrica de España.

Los tubos se dimensionarán de manera que resistan todos los esfuerzos eléctricos como mecánicos a los que puedan estar sometidos.

Los extremos de los tubos se taparán con los elementos adecuados para evitar la acumulación de agua u otros elementos en su interior.

Las barras descansarán sobre aisladores de tipo columna colocados uno en cada extremo y otro en la parte central. Estos aisladores serán diseñados de manera que cumplan con las tensiones de aislamiento, que soporten todos los esfuerzos mecánicos a los que estén sometidos, y de manera que se respete la distancia mínima entre las barras (partes en tensión) y la estructura (partes puesta a tierra).

Se respetará la distancia mínima vertical de estos al suelo establecida en la ITC-RAT-15.

La unión entre las barras y los aisladores se realizará con los elementos adecuados para este fin.

En este caso se emplearán tubos de aluminio de 63 mm de diámetro exterior y 47 mm de diámetro interior, con una longitud de 8,7 metros.

Las características de estas barras se detallan a continuación:

- Fabricante: Bronmetal.
- Tipo aleación: EN-AW-6063.
- Diámetro interior: 47 mm.
- Diámetro exterior: 63 mm.
- Peso teórico: 3,73 kg/m.
- Resistencia a la tracción (mínimo): 215 N/mm².
- Límite 0,2 % convencional: 170 N/mm².
- Módulo de elasticidad: 69500 N/mm².
- Alargamiento: 6%.
- Conductividad térmica: 200 W/m*K.
- Conductividad eléctrica específica a 20°C: 33 m/Ω*mm².
- Dureza (mínima): 70.

1.6.2.3. Distancias de seguridad

Las distancias de seguridad a adoptar en el pre-parque cumplirán con lo establecido en la ITC-RAT-12 e ITC-RAT-15.

Siendo las distancias mínimas calculadas para este proyecto las indicadas a continuación:

	Distancia mínima (m)	Distancia mínima calculada (m)	Distancia mínima adoptada (m)
Entre elementos en tensión y elementos a tierra	0,48	0,48	0,5
Entre elementos en tensión	0,48	0,864	1
Anchura de pasillos	0,8 a 1,2	1,38	1,4
Altura de cualquier elemento en pasillos	2,5	2,5	2,5
Altura de partes en tensión en pasillos	2,98	2,98	3,3
Altura de partes en tensión al suelo	2,846	2,846	3,3

Altura mínima de parte aislante inferior de elementos al suelo	2,3	2,3	2,3
Altura de las barras al suelo	2,846	5,546	8,67
Altura conductores en pórticos	6	5,312	12
Distancia horizontal a vehículos	1,132	1,132	2,1

Tabla 1.4

1.6.2.4. Elementos que conforman el pre-parque

1.6.2.4.1. Seccionador

Se instalarán elementos de corte visible en el pre-parque que consistirán en un conjunto de seccionadores unipolares con las siguientes características:

- Fabricante: Coelme – Egic.
- Tipo apertura: Vertical.
- Tensión nominal: 52 kV.
- Tensión soportada a frecuencia industrial: 95 kV.
- Tensión soportada a impulsos tipo rayo: 250 kV.
- Corriente nominal permanente: Hasta 3150 A.
- Corriente de corta duración admisible: Hasta 63 kA / 3 segundos.
- Valor cresta de la corriente admisible: Hasta 160 kA.

1.6.2.4.2. Autoválvula

Se dispondrá de autoválvulas, una por cada fase, instaladas a la entrada del pre-parque. Presentas las características siguientes:

- Fabricante: ABB.
- Designación: PEXLIM R41- YV052.
- Tensión de servicio continuo de 41 kV.
- Sobretensión, durante 10 segundos, de 56,1 kV.
- Sobretensión, durante 1 segundo, de 58,6 kV.
- Tensión máxima de la red: 52 kV.
- Tensión nominal: 51 kV.

- Revestimiento: YV052.
- Distancia de fuga: 1863 mm.
- Altura: 641 mm.
- Diámetro máximo aislamiento: 186 mm.
- Peso: 14 kg.

1.6.2.4.3. Interruptor automático

Será necesaria la instalación de un interruptor automático por cada calle.

Teniendo en cuenta los parámetros de intensidad nominal, tensión soportadas a frecuencia industrial, tensión soportada a impulsos tipo rayo e intensidad de cortocircuito, el interruptor automático tendrá los siguientes parámetros:

- Fabricante: ABB.
- Tipo: LTB 72,5 D1/B.
- Tensión nominal: 72,5 kV.
- Frecuencia nominal: 50/60 Hz.
- Tensión soportada a frecuencia industrial: 140 kV.
- Tensión soportada a impulsos tipo rayo: 325 kV.
- Corriente nominal de servicio: 3150 A.
- Corriente nominal de servicio en cortocircuito: 40 kA.
- Aislamiento: SF6.
- Aisladores: Porcelana.

1.6.2.4.4. Transformador para protección y medida

Se instalará tras el interruptor un transformador de intensidad para protección y medida.

Este transformador alojará el devanado destinado a la medida y otro devanado destinado a la protección. Las características del transformador son las mostradas a continuación:

- Fabricante: ARTECHE.
- Modelo: CA-52.
- Tensión de servicio: 52 kV.

- Tensión a frecuencia industrial: 95 kV.
- Tensión a impulsos tipo rayo: 250 kV.
- Intensidad del primario: 100 A.
- Intensidad del secundario: 5 A.
- Intensidad de cortocircuito: Hasta 120 kA.
- Aislamiento: papel-aceite.
- Línea de fuga estándar: 1300 mm.
- Altura total: 1625 mm.
- Altura base a conexiones: 1185 mm.
- Devanado de medida:
 - o Grado de precisión: Clase 0,5.
 - o Potencia del secundario: 25 VA.
- Devanado de protección:
 - o Grado de precisión: 5P.
 - o Potencia del secundario: 50 VA.

1.6.2.4.5. Transformadores para medida

Para la medida de energía será necesario disponer de un transformador de tensión y un transformador de intensidad.

Estos se instalarán tras el embarrado, realizando la medida a la salida del pre-parque.

Estos transformadores serán monofásicos, instalándose uno por cada fase.

El grado de precisión será el indicado para la función a la que están destinados.

Siendo las características para el transformador de tensión:

- Fabricante: ARTECHE.
- Modelo: UTB-52.
- Tensión de servicio: 52 kV.
- Tensión a frecuencia industrial: 95 kV.
- Tensión a impulsos tipo rayo: 250 kV.
- Línea de fuga estándar: 1300 mm.
- Tensión del primario: 45 kV.
- Tensión del secundario: 110 V.
- Grado de precisión: Clase 0,5.

- Potencia del secundario: 30 VA.
- Potencia térmica: 1500 VA.
- Aislamiento: papel-aceite.
- Altura total: 1335 mm.
- Anchura base: 300x300 mm.
- Peso: 95 kg.

Y para el transformador de intensidad:

- Fabricante: ARTECHE.
- Modelo: CA-52.
- Tensión de servicio: 52 kV.
- Tensión a frecuencia industrial: 95 kV.
- Tensión a impulsos tipo rayo: 250 kV.
- Intensidad del primario: 100 A.
- Intensidad del secundario: 5 A.
- Grado de precisión: Clase 0,5.
- Potencia del secundario: 25 VA.
- Intensidad de cortocircuito: Hasta 120 kA.
- Aislamiento: papel-aceite.
- Línea de fuga estándar: 1300 mm.
- Altura total: 1625 mm.
- Altura base a conexiones: 1185 mm.
- Peso: 260 kg.

1.6.2.4.6. Pararrayos

El pre-parque contará con elementos pasivos para la protección frente a rayos. Estos elementos serán puntas Franklin.

El número de puntas Franklin se determinará con uno de los tres métodos que se indican en la CEI 62305-3. Siendo el método de la esfera rodante el escogido para el cálculo en este proyecto.

Siendo un total de tres puntas Franklin las que se instalarán sobre los pórticos de la subestación.

Estas estarán conectadas a la malla de tierra mediante conductores de cobre de 120 mm² de sección. Las características de las puntas escogidas son las siguientes:

- Fabricante: Ingesco.
- Material puntas: Cobre.
- Material soporte: Acero cobreado.
- Longitud punta principal: 480 mm.
- Número de puntas auxiliares: 4.
- Altura total: 2584 mm.
- Espesor base: 10 mm.
- Diámetro de punta: 20 mm.

1.6.2.5. Puesta a tierra del pre-parque

La puesta a tierra del pre-parque se tendrá en cuenta lo contemplado en la ITC-RAT-13. Teniendo en cuenta que:

- La resistividad del terreno es de: 300 Ω /m.
- Profundidad de enterramiento de electrodos: 0,5 m.
- Tiempo de despeje de la falta: 0,5 segundos.
- Intensidad de cortocircuito 16 kA

Se realizará de manera que cumpla con las tensiones de paso y de contacto admisibles.

El electrodo empleado será un conductor de cobre desnudo de 120 mm² de sección. El electrodo formará una malla que cubrirá la superficie del pre-parque. La malla estará formada por cuadrados de 0,5x0,5 metros. La profundidad mínima a la que estará enterrada es de 0,5 metros.

La resistencia de puesta a tierra no será superior al valor de 10 Ω .

Todos los elementos, estructuras y partes puestas a tierra se conectarán a esta malla mediante cable de cobre de 120 mm² de sección.

1.7. PROGRAMAS EMPLEADOS

Para la realización del proyecto se han empleado los programas informáticos siguientes:

- Andelec 2016: Empleado para la realización de cálculos pertenecientes a la línea aérea de media tensión.
- AutoCAD 2014: Software empleado para la realización de todos los planos incluidos en el proyecto.
- Presto 8.8: Este software ha sido empleado para la confección de las mediciones, y presupuestos.
- Excel: Herramienta de cálculo empleada para la realización de cálculos pertenecientes al pre-parque.

1.8. BIBLIOGRAFÍA Y CONSULTAS REALIZADAS

GILBERTO ENRÍQUEZ HARPER. *Elementos de diseño de subestaciones eléctricas*. Méjico: Limusa, 2010.

JULIÁN MORENO CLEMENTE. *Cálculo de líneas eléctricas aéreas de alta tensión*. Málaga: T.G. ARTE, Juberías y CIA, 1999.

MARIANO SEOANEZ CALVO. *Ingeniería del medio ambiente aplicada al medio natural*. Madrid: Mundi-Prensa, 1999.

PASCUAL SIMÓN COMÍN, FERNANDO GARNACHO VECINO, JORGE MORENO MOHÍNO, ALBERTO GONZALEZ SANZ. *Cálculo y diseño de líneas eléctricas de alta tensión*. Madrid: Ibergarceta publicaciones, 2011.

UNESA. *Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría*. Madrid: Asociación electrotécnica y electrónica española, 1989.

VICENTE CONESA FERNÁNDEZ-VITORIA. *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. Madrid: Mundi-Prensa, 2003.

2. ANEXOS A LA MEMORIA

2.1. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

2.1.1. CÁLCULOS ELÉCTRICOS PARA LÍNEA AÉREA DE 45 KV

2.1.1.1. Características del conductor

La línea proyectada se realizará con conductores desnudos de aluminio-acero galvanizado.

Con la capacidad de transporte de los conductores que se emplean, se cubren las necesidades de distribución previstas.

Características del conductor:

LA-110 (94-ALI / 22-ST1A)

Denominación: LA-110 (94-ALI / 22-ST1A)

Sección: 116,2 mm².

Diámetro: 14 mm.

Radio: 7 mm.

Número de hilos de aluminio: 30.

Número de hilos de acero: 7.

Carga de rotura: 4,400 daN.

Peso propio kg/km: 432,5 kg/km.

Peso propio daN/m: 0,424 daN/m.

Módulo de elasticidad: 8200 daN/mm².

Coeficiente de dilatación: 17,74 *10⁻⁶ °C⁻¹.

Resistencia kilométrica (Ω /km): 0,314

2.1.1.2. Densidad máxima de corriente en los conductores

En la tabla 11 del apartado 4.2. de la ICT-LAT 07 del RLAT, se obtiene, para una frecuencia de 50 Hz y conductor de aluminio, la densidad máxima admisible correspondiente a la sección del conductor objeto de estudio.

Esta densidad de corriente se obtiene mediante interpolación, siendo el resultado:

$$D_{al} = 2,988 \text{ A/mm}^2$$

Teniendo presente la composición del cable, que es 30+7, el coeficiente de reducción (CR) a aplicar será de 0,916, con lo que la densidad máxima de corriente viene dada por la expresión siguiente:

$$D_{al*cr} = D_{al} * CR$$

(Ecuación 1)

La intensidad máxima admisible en este conductor es:

$$I_{m\acute{a}x} = D_{al*cr} * Secci\acute{o}n$$

(Ecuación 2)

Siendo los resultados para la intensidad máxima admisible los obtenidos en la tabla 2.1.

Intensidad máxima		
densidad máxima de corriente (A/mm ²)	sección del conductor (mm ²)	Intensidad máx. (A)
2,737	116,20	318,04

Tabla 2.1

Por lo que este conductor es perfectamente válido, ya que soporta sobradamente la intensidad de 84,68 amperios que demanda la instalación.

2.1.1.3. Parámetros eléctricos de la línea

2.1.1.3.1. Autoinducción kilométrica

La autoinducción que presenta la línea, por cada kilómetro de longitud de la misma, viene calculada por la expresión siguiente:

$$L_k = \frac{1}{N_c} * \left[\frac{\mu}{2 * n} + 4,605 * \log_{10} \frac{DMG}{r'} \right] * 10^{-4}$$

(Ecuación 3)

Siendo:

L_k= Autoinducción kilométrica (H/km).

DMG= Distancia media geométrica (m).

r' = radio conductor (mm).

Nc= Número de circuitos de la línea.

n= Número de conductores por fase.

μ = Permeabilidad magnética del conductor. Con valor de 1 para aluminio-acero.

Autoinducción kilométrica				
Nc	n	DMG (mm)	r' (mm)	L_k (H/km)
1	1	3245	7	$1,277746 \cdot 10^{-3}$

Tabla 2.2

2.1.1.3.2. Reactancia kilométrica

La reactancia que presenta la línea, por cada kilómetro de longitud de la misma, viene calculada por la fórmula mostrada a continuación:

$$X_k = \omega * L_k = 2 * \pi * f * L_k$$

(Ecuación 4)

Siendo:

X_k = Reactancia (Ω /km).

f = Frecuencia de la red (Hz).

L_k = Autoinducción kilométrica (H/km).

Reactancia kilométrica			
f (Hz)	DMG (mm)	L_k (H/km)	X_k (Ω /km)
50	3245	$1,277746 \cdot 10^{-3}$	0,401

Tabla 2.3

2.1.1.4. Caída de tensión

La caída de tensión se ha obtenido mediante el uso de la fórmula mostrada a continuación:

$$\Delta V = I * (R_k * \cos(\varphi) + X_k * \sin(\varphi)) * L$$

(Ecuación 5)

Siendo:

ΔV = Caída de tensión (V).

I= Intensidad de la línea (A).

X_k = Reactancia kilométrica (Ω/km).

R_k = Resistencia kilométrica (Ω/km).

L= Longitud de la línea (km).

φ = Ángulo de fase ($^\circ$).

Caída de tensión						
Resistencia kilométrica (Ω/km)	Reactancia kilométrica (Ω/km)	Intensidad de línea (A)	Longitud de línea (km)	Factor de potencia	Caída de tensión	
					(V)	(%)
0,314	45	84,7	2,624	0,8	189,35	0,42

Tabla 2.4

Es admisible un 5% de caída de tensión en la línea, por lo que la caída de tensión que se dará en la instalación de 0,42 cumple perfectamente.

2.1.1.5. Potencia admisible

La potencia que podrá transportar la línea se encuentra delimitada en primer lugar por la intensidad máxima que puede circular por los conductores y en segundo lugar por la caída de tensión máxima admisible. A continuación, se muestra el cálculo de la potencia admisible atendiendo a ambos criterios.

2.1.1.5.1. Potencia admisible por intensidad máxima

La potencia máxima que podrá transportar la línea según la intensidad máxima se ha obtenido mediante:

$$P_{m\acute{a}x} = \sqrt{3} * I_{m\acute{a}x} * V * \cos \varphi$$

(Ecuación 6)

Siendo:

$P_{m\acute{a}x}$ = Potencia activa máxima admisible (W).

$I_{m\acute{a}x}$ = Intensidad máxima admisible (A).

V= Tensión de la línea (V).

φ = Ángulo desfase (°).

Potencia admisible
Potencia admisible por intensidad máxima (MW)
20

Tabla 2.5

2.1.1.5.2. Potencia admisible por caída de tensión

La potencia máxima a transportar por la línea atendiendo al criterio de caída de tensión es:

$$P_{m\acute{a}x} = \frac{\Delta V\% * V^2}{L * (R_k + X_k * \tan \varphi) * 100}$$

(Ecuación 7)

Siendo:

$P_{m\acute{a}x}$ = Potencia activa máxima admisible (MW).

V= Tensión de la línea (kV).

$\Delta V\%$ = Caída de tensión en %.

L= Longitud de la línea (km).

X_k = Reactancia kilométrica (Ω /km).

R_k = Resistencia kilométrica (Ω /km).

φ = Ángulo desfase (°).

Potencia admisible
Potencia admisible por caída de tensión 5% (MW)
62,7

Tabla 2.6

2.1.1.6. Pérdidas de potencia

Las pérdidas de potencia en la línea por efecto Joule son determinadas de la siguiente manera:

$$AP_{\%} = \frac{3 * I^2 * R_k * L}{\sqrt{3} * V * I_c * \cos \varphi} * 100$$

(Ecuación 8)

Siendo:

$AP_{\%}$ =Pérdida de potencia en %.

I = Intensidad que circula por la línea (A).

I_c = Intensidad que se entrega a la carga (A).

R_k = Resistencia kilométrica (Ω/km).

L = Longitud de la línea (km).

V = Tensión de la línea (V).

φ = Ángulo desfase ($^{\circ}$).

Pérdidas de potencia	
Valor (kW)	Porcentaje (%)
17,72	0,34

Tabla 2.7

2.1.2. CADENAS DE AISLADORES PARA LÍNEA AÉREA DE 45 KV

2.1.2.1. Cálculo eléctrico de cadenas de aisladores

Para los cálculos eléctricos se empleará la fórmula siguiente:

$$N^{\circ} \text{aisladores} = \frac{Tme * Lfm}{Lfa}$$

(Ecuación 9)

Siendo:

Tme = Tensión más elevada (kV).

Lfm = Línea de fuga mínima (mm/kV).

Lfa = Línea de fuga del aislador (mm).

Obteniendo el resultado mostrado a continuación:

Tme (kV)	Lfm (mm/kV)	Lfa (mm)	Nº aisladores calculado	Nº aisladores escogido
52	16	303	2,74 » 3	6

Tabla 2.8

El número de aisladores según el cálculo eléctrico es de tres aisladores.

Pero se han escogido cadenas de aisladores con 6 aisladores para cumplir con los cálculos mecánicos, como a continuación se muestra.

2.1.2.2. Cálculo mecánico de cadenas de aisladores

Para los cálculos mecánicos se tendrá en cuenta el coeficiente de seguridad, indicado en la ITC-LAT 07, el cual no será inferior a 3.

Se tendrán en cuenta las cargas normales y las cargas anormales. Ambas serán calculadas según las fórmulas que se muestran a continuación:

Cargas normales:

$$3 \leq \frac{Q_{rot}}{P_{cond} + P_{aisl} + P_{herr}}$$

(Ecuación 10)

Cargas anormales:

$$3 \leq \frac{Q_{rot}}{T_{maz}}$$

(Ecuación 11)

Siendo:

Q_{rot} = Carga de rotura (daN).

P_{cond} = Peso del conductor (daN).

P_{aisl} = Peso de aisladores (daN).

P_{herr} = Peso de herrajes (daN).

T_{maz} = Tensión máxima (daN).

Nº de apoyo	Tipo	Cálculo mecánico				
		Datos			C. Normal	C. Anorma.
		C. Rotura (daN)	Pesos (daN)	T. Máx. (daN)		
1	P. Línea	5000	88	1216	56,81	4,11
2	Ali-Ama	5000	94	1263	53,19	3,96
3	Ali-Sus	5000	172	631	29,06	7,92
4	Ali-Ama	5000	109	1312	45,87	3,81
5	Ang-Anc	5000	123	1304	40,65	3,83
6	Ali-Sus	5000	157	574	31,84	8,70
7	Ali-Sus	5000	83	574	60,24	8,70
8	Ali-Ama	5000	204	1277	24,50	3,92
9	Ang-Anc	5000	331	1264	15,10	3,96
10	Ali-Ama	5000	232	1301	21,55	3,84
11	Ang-Anc	5000	264	1298	18,93	3,85
12	Ali-Sus	5000	87	599	57,47	8,35
13	Ali-Ama	5000	192	1286	26,04	3,89
14	F. Línea	5000	37	1286	135,13	3,89

Tabla 2.9

2.1.2.1. Cadenas de aisladores adoptadas

Nº de apoyo	Tipo	Cadena adoptada
1	P. Línea	LA110-45kV-ANC-SIM-VID
2	Ali-Ama	LA110-45kV-ANC-SIM-VID
3	Ali-Sus	LA110-45kV-SUS-SIM-VID
4	Ali-Ama	LA110-45kV-ANC-SIM-VID
5	Ang-Anc	LA110-45kV-ANC-SIM-VID
6	Ali-Sus	LA110-45kV-SUS-SIM-VID
7	Ali-Sus	LA110-45kV-SUS-SIM-VID
8	Ali-Ama	LA110-45kV-ANC-DOB-VID

9	Ang-Anc	LA110-45kV-ANC-DOB-VID
10	Ali-Ama	LA110-45kV-ANC-DOB-VID
11	Ang-Anc	LA110-45kV-ANC-DOB-VID
12	Ali-Sus	LA110-45kV-SUS-SIM-VID
13	Ali-Ama	LA110-45kV-ANC-SIM-VID
14	F. Línea	LA110-45kV-ANC-SIM-VID

Tabla 2.10

2.1.2.1.1. Cadena de suspensión

- Fabricante: Andel.
- Tipo de cadena: Cadena de vidrio y suspensión simple para conductor LA-110 y 45 kV (*Plano 16*).
- Código de cadena: LA-110-45kV-SUS-SIM-VID.
- Número de elementos: 6 elementos.
- Tipo de elementos: U70BS (*Plano 20*).
- Peso: 21,344 daN.
- Longitud: 918 mm.
- Línea de fuga: 1920 mm.
- Carga de destrucción electromecánica: 5000 daN.
- Herrajes:
 - Horquilla de bola en V: HB-11 (*Plano 19*).
 - Rótula: R-11 (*Plano 21*).
 - Grapa de suspensión: GS-2 (*Plano 22*).

2.1.2.1.2. Cadena de amarre

- Fabricante: Andel.
- Tipo de cadena: Cadena de vidrio y anclaje simple para conductor LA-110 y 45 kV. (*Plano 17*).
- Código de cadena: LA-110-45kV-ANC-SIM-VID.
- Número de elementos: 6 elementos.
- Tipo de elementos: U70BS (*Plano 20*).
- Peso: 21,785 daN.
- Longitud: 1013 mm.
- Línea de fuga: 1920 mm.

- Carga de destrucción electromecánica: 5000 daN.
- Herrajes:
 - Horquilla de bola en V: HB-11. (*Plano 19*).
 - Rótula: R-11 (*Plano 21*).
 - Grapa de amarre: GA-2 (*Plano 23*).

2.1.2.1.3. Cadena de amarre de cruce

- Fabricante: Andel.
- Tipo de cadena: Cadena de vidrio y anclaje doble para conductor LA-110 y 45 kV (*Plano 18*).
- Código de cadena: LA-110-45kV-ANC-DOB-VID.
- Número de elementos: 12 elementos.
- Tipo de elementos: U70BS (*Plano 20*).
- Peso: 48,745 daN.
- Longitud: 1387 mm.
- Línea de fuga: 1920 mm.
- Carga de destrucción electromecánica: 5000 daN.
- Herrajes:
 - Horquilla de bola en V: HB-11(*Plano 19*).
 - Rótula: R-11 (4 unidades) (*Plano 21*).
 - Yugo triangular doble: YD (2 unidades) (*Plano 24*).
 - Anilla bola: AB-11 (3 unidades) (*Plano 25*).
 - Grapa de amarre: GA-2 (*Plano 23*).

2.1.3. CÁLCULOS MECÁNICOS PARA LÍNEA AÉREA DE 45 KV

El punto más elevado del terreno por el cuál discurre la línea está situado a 342,13 metros sobre el nivel del mar. Por ello, al ser inferior a 500 metros, la zona en la que se encuentra la línea para determinar las hipótesis a las que será sometida en el cálculo, será la zona A. Por encontrarse en zona A no se tendrá en cuenta para estos cálculos la 2ª hipótesis (hielo).

2.1.3.1. Constante de catenaria

La expresión mostrada a continuación determina la constante de catenaria:

$$C = \frac{T}{P_p}$$

(Ecuación 12)

Siendo:

C= Constante de catenaria (m).

T= Tensión mecánica (daN).

P_p= Peso del conductor (daN/m)

La curva de catenaria a emplear será aquella que produzca las máximas flechas verticales, estas flechas máximas se producirán para la hipótesis considerando la temperatura máxima y el peso propio del conductor, debido a que nos encontramos en la zona A.

$$C_{temp} = \frac{T_t}{P_p}$$

(Ecuación 13)

Siendo:

C_{temp}= Constante de catenaria (m).

T_t= Tensión mecánica en las condiciones de temperatura máxima fijada para el conductor (daN).

P_p= Peso del conductor sin sobrecarga (daN/m).

Los resultados obtenidos han sido los siguientes:

Tramo	Vano (m)	Desnivel (m)	Constante de catenaria
1 – 2	190	-9,22	1168
2 – 3	277	10,01	1255
3 – 4	152	-10,65	
4 – 5	316	-3,84	1340
5 – 6	158	4,04	1027
6 – 7	120	-14,81	
7 – 8	112	-16,66	

8 – 9	259	-5,15	1280
9 – 10	149	-18,28	1069
10 – 11	296	-5,44	1321
11 – 12	197	7,57	1131
12 – 13	127	5,43	
13 – 14	272	-19,86	1296

Tabla 2.11

2.1.3.2. Vano de regulación

Para este cálculo se ha empleado la ecuación siguiente:

$$a_r = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{b_i^3}{a_i^2}}{\sum_{i=1}^n \frac{b_i^2}{a_i}} * \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n a_i^3}{\sum_{i=1}^n \frac{b_i^2}{a_i}}}$$

(Ecuación 14)

Siendo:

a_r = Longitud del vano de regulación (m).

a_i = Longitud real de cada uno de los vanos que componen el vano de regulación (m).

b_i = Longitud proyectada de cada uno de los vanos que componen el vano de regulación (m).

Los resultados obtenidos han sido los siguientes:

Tramo	Vano (m)	Desnivel (m)	Vano de regulación (m)
1 – 2	190	-9,22	190
2 – 3	277	10,01	240
3 – 4	152	-10,65	
4 – 5	316	-3,84	316
5 – 6	158	4,04	135
6 – 7	120	-14,81	
7 – 8	112	-16,66	

8 – 9	259	-5,15	259
9 – 10	149	-18,28	149
10 – 11	296	-5,44	296
11 – 12	197	7,57	173
12 – 13	127	5,43	
13 – 14	272	-19,86	272

Tabla 2.12

2.1.3.3. Componente horizontal máxima

La siguiente ecuación se emplea para el cálculo de las componentes horizontales máximas para cada una de las alineaciones de que consta la línea. Aplicándose a cada uno de los vanos y escogiendo la componente horizontal con el valor más pequeño, ya que este valor más pequeño da lugar a flechas verticales mayores.

$$T_0 = \frac{\left(T_A - \frac{p * |h|}{2}\right) + \sqrt{\left(T_A - \frac{p * |h|}{2}\right)^2 - \frac{b^2 * p^2}{2}}}{2 * \frac{b}{a}}$$

(Ecuación 15)

Siendo:

T_0 = Componente horizontal máxima (daN).

T_A = Tensión en el punto más elevado de fijación del conductor, correspondiente a la carga de rotura del conductor dividida por un coeficiente de seguridad de la línea (daN).

a = Longitud proyectada del vano (m).

b = Longitud real del vano (m).

h = Desnivel del vano (m).

p = Sobrecarga correspondiente a la zona de cálculo (daN/m).

2.1.3.4. Ecuación de cambio de condiciones

Esta ecuación de cambio de condiciones mostrada a continuación de emplea para el cálculo de las tensiones en la línea eléctrica cuyos resultados se muestran en el apartado 2.1.3.5:

$$\delta * a * (t - t_0) + \frac{a}{S * E} * (T - T_0) = \frac{a^3}{24} * \left(\frac{p^2}{T^2} - \frac{p_0^2}{T_0^2} \right)$$

(Ecuación 16)

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

(Ecuación 17)

$$A = \delta * (t - t_0) * S * E - T_0 + \frac{a^3}{24} * \frac{p_0^2}{T_0^2} * S * E$$

(Ecuación 18)

$$B = \frac{a^2 * p^2}{24} * S * E$$

(Ecuación 19)

Siendo:

δ = Coeficiente de dilatación lineal ($^{\circ}\text{C}^{-1}$).

a = Longitud proyectada del vano (m).

t = Temperatura en condiciones finales de cálculo de la tensión ($^{\circ}\text{C}$)

t_0 = Temperatura correspondiente a la zona de cálculo ($^{\circ}\text{C}$).

S = Sección del conductor (mm^2).

E = Módulo de elasticidad (daN/mm^2).

T = Componente horizontal en condiciones finales de cálculo (daN).

T_0 = Componente horizontal máxima en cada alineación (daN).

p = Peso del conductor en las condiciones finales de cálculo (daN/m).

p_0 =Sobrecarga correspondiente a la zona de cálculo (daN/m).

2.1.3.5. Resultado de tensiones

Los resultados de las tensiones obtenidos han sido los siguientes:

Tramo	Vano (m)	Desnivel (m)	Vano de reg. (m)	Const. de cat.	Tensiones (daN)	
					Tracc. Máx. viento	T.viento ½ (120 km/h)
1 – 2	190	-9,22	190	1168	1216	941
2 – 3	277	10,01	240	1255	1263	933
3 – 4	152	-10,65				
4 – 5	316	-3,84	316	1340	1312	926
5 – 6	158	4,04	135	1027	1149	952
6 – 7	120	-14,81				
7 – 8	112	-16,66				
8 – 9	259	-5,15	259	1280	1277	931
9 – 10	149	-18,28	149	1069	1169	949
10 – 11	296	-5,44	296	1321	1301	927
11 – 12	197	7,57	173	1131	1198	944
12 – 13	127	5,43				
13 – 14	272	-19,86	272	1296	1286	930

Tabla 2.13

Tramo	Vano (m)	Desnivel (m)	Vano de reg. (m)	Const. de cat.	Tensiones (daN)	
					T. 15°C+V (120 km/h)	Tensión 50°C
1 – 2	190	-9,22	190	1168	1090	495
2 – 3	277	10,01	240	1255	1160	531
3 – 4	152	-10,65				
4 – 5	316	-3,84	316	1340	1235	567
5 – 6	158	4,04	135	1027	986	435
6 – 7	120	-14,81				
7 – 8	112	-16,66				
8 – 9	259	-5,15	259	1280	1182	542
9 – 10	149	-18,28	149	1069	1016	453
10 – 11	296	-5,44	296	1321	1218	559

11 – 12	197	7,57	173	1131	1062	479
12 – 13	127	5,43				
13 – 14	272	-19,86	272	1296	1196	549

Tabla 2.14

2.1.3.6. Cálculo de flechas

Mediante el desarrollo en serie por la fórmula de Mac Laurin, se obtiene la ecuación que permite el cálculo de la flecha.

$$y = c * ch \frac{x}{c}$$

(Ecuación 20)

Desarrollando por Mac Laurin esta función, se obtiene la expresión a utilizar para el cálculo de flechas.

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

(Ecuación 21)

Siendo:

x= Longitud (m).

c= Constante de la catenaria.

f= Flecha (m).

a= Longitud proyectada del vano (m).

b= Longitud real del vano (m).

p= Peso del conductor en la hipótesis de cálculo (daN/m).

T= Valor de la tensión en las condiciones de cálculo (daN)

Los resultados de las flechas son los mostrados en la siguiente tabla:

Tramo	Vano (m)	Desnivel (m)	Vano de reg. (m)	Const. de cat.	Flechas (m)	
					T. 15°C+V (120 km/h)	Tensión 50°C
1 – 2	190	-9,22	190	1168	3,90	3,87
2 – 3	277	10,01	240	1255	7,79	7,66
3 – 4	152	-10,65			2,35	2,31

4 – 5	316	-3,84	316	1340	9,52	9,33
5 – 6	158	4,04	135	1027	2,98	3,04
6 – 7	120	-14,81			1,73	1,77
7 – 8	112	-16,66			1,51	1,54
8 – 9	259	-5,15	259	1280	6,68	6,56
9 – 10	149	-18,28	149	1069	2,59	2,62
10 – 11	296	-5,44	296	1321	8,47	8,30
11 – 12	197	7,57	173	1131	4,30	4,30
12 – 13	127	5,43			1,79	1,79
13 – 14	272	-19,86	272	1296	7,30	7,16

Tabla 2.15

2.1.3.7. Fenómenos vibratorios (EDS y THF)

EDS: Every Day Stress

THF: Tensión en Horas Frías

Los resultados obtenidos han sido los siguientes:

Tramo	Vano (m)	Desnivel (m)	Vano de reg. (m)	E.D.S.			T.H.F
				Cálculo (%)	V. Máx (%)	Temp (°C)	%
1 – 2	190	-9,22	190	15	15	15	18,20
2 – 3	277	10,01	240	15	15	15	17,25
3 – 4	152	-10,65					
4 – 5	316	-3,84	316	15	15	15	16,39
5 – 6	158	4,04	135	15	15	15	19,72
6 – 7	120	-14,81					
7 – 8	112	-16,66					
8 – 9	259	-5,15	259	15	15	15	16,98
9 – 10	149	-18,28	149	15	15	15	19,29
10 – 11	296	-5,44	296	15	15	15	16,57
11 – 12	197	7,57	173	15	15	15	18,62
12 – 13	127	5,43					
13 – 14	272	-19,86	272	15	15	15	16,82

Tabla 2.16

2.1.3.8. Tabla de tendido

Los resultados obtenidos para la tabla de tendido son los mostrados a continuación:

Tramo	Vano (m)	Desnivel (m)	Vano de regulación (m)	Tensiones (daN)					
				-5°C	0°C	5°C	10°C	15°C	20°C
1 – 2	190	-9,22	190	785	746	710	677	647	619
2 – 3	277	10,01	240	744	717	692	668	647	627
3 – 4	152	-10,65							
4 – 5	316	-3,84	316	707	691	675	661	647	634
5 – 6	158	4,04	135	851	794	741	692	647	606
6 – 7	120	-14,81							
7 – 8	112	-16,66							
8 – 9	259	-5,15	259	732	709	687	666	647	629
9 – 10	149	-18,28	149	832	780	679	687	647	610
10 – 11	296	-5,44	296	714	696	70	662	647	632
11 – 12	197	7,57	173	803	759	718	681	647	616
12 – 13	127	5,43							
13 – 14	272	-19,86	272	725	704	684	665	647	630

Tabla 2.17

Tramo	Vano (m)	Desnivel (m)	Vano de regulación (m)	Tensiones (daN)					
				25°C	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C
1 – 2	190	-9,22	190	594	570	549	529	511	495
2 – 3	277	10,01	240	608	591	574	559	545	531
3 – 4	152	-10,65							
4 – 5	316	-3,84	316	621	609	598	587	577	567
5 – 6	158	4,04	135	469	536	506	480	456	435
6 – 7	120	-14,81							
7 – 8	112	-16,66							
8 – 9	259	-5,15	259	612	596	581	567	554	542
9 – 10	149	-18,28	149	577	547	519	495	473	453
10 – 11	296	-5,44	296	618	605	593	581	570	559

11 – 12	197	7,57	173	587	561	538	516	497	479
12 – 13	127	5,43							
13 – 14	272	-19,86	272	614	600	586	573	560	549

Tabla 2.18

Tramo	Vano (m)	Desnivel (m)	Vano de regulación (m)	Flechas (m)					
				-5°C	0°C	5°C	10°C	15°C	20°C
1 – 2	190	-9,22	190	2,44	2,56	2,69	2,83	2,96	3,09
2 – 3	277	10,01	240	5,47	5,67	5,88	6,08	6,29	6,49
3 – 4	152	-10,65		1,65	1,71	1,77	1,83	1,90	1,96
4 – 5	316	-3,84	316	7,48	7,66	7,83	8,01	8,18	8,35
5 – 6	158	4,04	135	1,55	1,67	1,78	1,91	2,04	2,18
6 – 7	120	-14,81		0,90	0,97	1,04	1,11	1,19	1,27
7 – 8	112	-16,66		0,79	0,85	0,91	0,97	1,04	1,11
8 – 9	259	-5,15	259	4,85	5,01	5,17	5,33	5,49	5,65
9 – 10	149	-18,28	149	1,42	1,52	1,62	1,72	1,83	1,94
10 – 11	296	-5,44	296	6,49	6,67	6,84	7,01	7,18	7,34
11 – 12	197	7,57	173	2,56	2,71	2,86	3,02	3,18	3,34
12 – 13	127	5,43		1,06	1,13	1,19	1,25	1,32	1,39
13 – 14	272	-19,86	272	5,41	5,58	5,75	5,91	6,07	6,23

Tabla 2.19

Tramo	Vano (m)	Desnivel (m)	Vano de regulación (m)	Flechas (m)					
				25°C	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C
1 – 2	190	-9,22	190	3,22	3,35	3,49	3,62	3,74	3,87
2 – 3	277	10,01	240	6,69	6,89	7,08	7,28	7,47	7,66
3 – 4	152	-10,65		2,02	2,08	2,14	2,19	2,25	2,31
4 – 5	316	-3,84	316	8,52	8,68	8,85	9,01	9,17	9,33
5 – 6	158	4,04	135	2,32	2,47	2,61	2,76	2,90	3,04
6 – 7	120	-14,81		1,35	1,43	1,52	1,60	1,68	1,77
7 – 8	112	-16,66		1,18	1,25	1,33	1,40	1,47	1,54
8 – 9	259	-5,15	259	5,81	5,96	6,11	6,26	6,41	6,56

9 – 10	149	-18,28	149	2,05	2,17	2,28	2,39	2,51	2,62
10 – 11	296	-5,44	296	7,51	7,67	7,83	7,99	8,14	8,30
11 – 12	197	7,57	173	3,50	3,66	3,92	3,98	4,14	4,30
12 – 13	127	5,43		1,45	1,52	1,59	1,65	1,72	1,79
13 – 14	272	-19,86	272	6,39	6,55	6,71	6,86	7,01	7,16

Tabla 2.20

2.1.4. CÁLCULO DE APOYOS PARA LÍNEA AÉREA DE 45 KV

Al estar en zona A. Las hipótesis a tener en cuenta para el cálculo de los apoyos serán 1ª hipótesis (viento), 3ª hipótesis (desequilibrio de tracciones) y 4ª hipótesis (rotura de conductores). La 2ª hipótesis (hielo, hielo+viento) no se tiene en cuenta para esta zona.

2.1.4.1. Esfuerzo equivalente

Este esfuerzo equivalente se puede calcular mediante la expresión:

$$F = F^l \left(\cos(\alpha) + \frac{d_1}{d_2} * \sin(\alpha) \right) = F_x^l + \frac{d_1}{d_2} * F_y^l$$

(Ecuación 22)

Siendo:

F= Esfuerzo equivalente en la dirección del eje de simetría (daN).

F^l= Esfuerzo actuante que no se encuentra en la dirección del eje de simetría (daN).

d₁ y d₂= Distancia entre perfiles en las caras del apoyo (m).

F_x^l y F_y^l= Componentes del esfuerzo en los ejes de simetría del apoyo (daN).

α= Ángulo formado por el esfuerzo con el eje de simetría.

2.1.4.2. Esfuerzos verticales que actúan sobre los apoyos. Hipótesis de viento

$$V_{viento} = p * \left(\frac{a_1 + a_2}{2} + C_v * [\tan(n_1) \pm \tan(n_2)] \right) + P_{cad} * N_{cad}$$

(Ecuación 23)

$$C_v = \frac{T_v}{P_v}$$

(Ecuación 24)

$$P_v = \sqrt{p^2 + (v * d)^2}$$

(Ecuación 25)

$$\tan(n_1) = \frac{h_1}{a_1}$$

(Ecuación 26)

$$\tan(n_2) = \frac{h_2}{a_2}$$

(Ecuación 27)

Siendo:

V_{viento} = Cargas verticales por conductor y fase (daN).

p = Peso por metro lineal del conductor (daN/m).

a_1 = Longitud proyectada del vano anterior al apoyo (m).

a_2 = Longitud proyectada del vano posterior al apoyo (m).

C_v = Constante de catenaria a -5°C , y sobrecarga por viento.

n_1 = Pendiente del vano anterior.

n_2 = Pendiente del vano posterior.

P_{cad} = Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo (daN).

N_{cad} = N° de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

T_v = Componente horizontal de la tensión a la temperatura de -5°C .

P_v = Sobrecarga del conductor en las condiciones de viento (daN/m).

v = Presión del viento sobre conductores.

d = Diámetro del conductor (m).

h_1 = Desnivel del vano anterior al apoyo (m).

h_2 = Desnivel del vano posterior al apoyo (m).

2.1.4.3. Esfuerzos producidos por la acción de los conductores sobre los apoyos.

2.1.4.3.1. Esfuerzo del viento.

La ecuación que permite el cálculo de estos esfuerzos para los apoyos de alineación, principio y fin de línea es la siguiente:

$$E_v = \frac{a_1 + a_2}{2} * v * d + E_{vcad} * N_{cad}$$

(Ecuación 28)

Para apoyos de ángulo la ecuación a emplear es la siguiente:

$$E_v = \frac{a_1 + a_2}{2} * v * d * \cos\left(\frac{\beta - \alpha}{2}\right) + E_{vcad} * N_{cad}$$

(Ecuación 29)

Siendo:

E_v = Esfuerzo del viento sobre los conductores de la línea (daN).

d = Diámetro del conductor (m).

v = Presión del viento sobre conductores.

a_1 = Longitud proyectada del vano anterior al apoyo (m).

a_2 = Longitud proyectada del vano posterior al apoyo (m).

N_{cad} = N° de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

E_{vcad} = Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores (daN).

α = Ángulo interno formado por las dos alineaciones.

β = Valor del ángulo llano.

En grados sexagesimales=180

En grados centesimales=200

2.1.4.3.2. Desequilibrio de tracciones

El desequilibrio de tracciones actúa en la dirección de la línea y se calcula mediante la expresión:

$$D_T = \%P * T_0$$

(Ecuación 30)

Siendo:

D_T = Esfuerzo producido por desequilibrio de tracciones (daN).

$\%P$ = Porcentaje de cálculo según ITC-LAT 07.

8% para apoyos alineación y ángulo con cadenas suspensión.

15% para apoyos alineación y ángulo con cadenas amarre.

50% para apoyos de anclaje.

100% para apoyos de final y principio de línea.

T_0 = Componente horizontal máxima de la tensión (daN).

2.1.4.3.3. Rotura de conductores

Para el cálculo del esfuerzo de torsión producido por rotura de conductores se ha empleado la ecuación siguiente:

$$R_c = \%P * T_0$$

(Ecuación 31)

Siendo:

R_c = Esfuerzo producido por la rotura de conductores (daN).

$\%P$ = Porcentaje de cálculo según ITC-LAT 07.

50% para apoyos de suspensión de alineación o ángulo

100% para apoyos de final y principio de línea.

100% para apoyos de amarre.

100% para apoyos de anclaje.

T_0 = Componente horizontal máxima de la tensión (daN).

2.1.4.3.4. Resultante de ángulo

Para los apoyos de ángulo se calculará la resultante de ángulo para la hipótesis 1ª. Por encontrarse en zona A no se tendrá en cuenta la 2ª hipótesis. Las ecuaciones para el cálculo son las siguientes:

Hipótesis de viento

La siguiente ecuación se aplicará en la 1ª, 3ª y 4ª hipótesis.

$$R_{av} = \sqrt{\left[(T_{v1} + T_{v2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right]^2 + \left[(T_{v1} - T_{v2}) * \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right]^2}$$

(Ecuación 32)

Siendo:

R_{av} =Resultante de ángulo en las condiciones de viento (daN).

T_v =Componete horizontal de la tensión a la temperatura de -5°C, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07, en los vanos de regulación anterior (subíndice 1) y posterior (subíndice 2).

α = Ángulo interno formado por las dos alineaciones en las unidades correspondientes.

2.1.4.3.5. Desviación de la cadena de aisladores en apoyos de alineación-suspensión por acción del viento

El ángulo que se desvían las cadenas de alineación debido a la acción del viento viene dado por la ecuación siguiente:

$$\tan(\gamma) = \frac{\frac{v}{2} * d * \frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{E_{v cad}}{2}}{p * \frac{a_1 + a_2}{2} + T_{vm} * (\tan(n_1) - \tan(n_2)) + \frac{P_{cad}}{2}}$$

(Ecuación 33)

Siendo:

γ = Ángulo de desviación de la cadena de aisladores en apoyos de alineación bajo acción del viento.

d = Diámetro del conductor (m).

v = Presión del viento de 60 daN/m² (para conductor con menos de 16mm de diámetro).

a_1 = Longitud proyectada del vano anterior al apoyo (m).

a_2 = Longitud proyectada del vano posterior al apoyo (m).

T_{mv} = Componente horizontal de la tensión en las condiciones de temperatura de -5°C y sobrecarga debida a la mitad de la acción del viento, con una velocidad de 120 km/h. (daN).

p = Peso por metro lineal del conductor (daN/m).

n_1 = Pendiente del vano anterior.

n_2 = Pendiente del vano posterior.

P_{cad} = Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo (daN).

E_{Vcad} = Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores (daN).

2.1.4.4. Cálculo de los esfuerzos que actúan sobre los apoyos

2.1.4.4.1. Apoyo de alineación-suspensión

Hipótesis de viento

Para los esfuerzos verticales se ha empleado la ecuación siguiente:

$$V = p * \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + C_v * (\tan(n_1) - \tan(n_2)) \right] + P_{cad} * N_{cad}$$

(Ecuación 34)

Para los esfuerzos transversales se ha empleado esta otra ecuación:

$$T = d * v * \frac{a_1 + a_2}{2} + E_{Vcad} * N_{cad}$$

(Ecuación 35)

Siendo:

V = Cargas verticales por conductor y fase (daN).

v = Presión del viento de 60 daN/m² (para conductor con menos de 16mm de diámetro).

T = Esfuerzo transversal (daN).

p = Peso por metro lineal del conductor (daN/m).

a_1 =Longitud proyectada del vano anterior al apoyo (m).

a_2 =Longitud proyectada del vano posterior al apoyo (m).

n_1 = Pendiente del vano anterior.

n_2 = Pendiente del vano posterior.

P_{cad} = Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo (daN).

N_{cad} = Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

C_v = Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5°C y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-ALT 07.

d = Diámetro del conductor (m).

E_{vcad} = Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores (daN).

Hipótesis desequilibrio de tracciones

Se calcula el esfuerzo correspondiente al desequilibrio de tracciones correspondiente al esfuerzo longitudinal. Con un porcentaje cuyo valor se corresponde con un 8% para líneas de menos de 66kV de tensión nominal.

$$L = \frac{8}{100} * T_0$$

(Ecuación 36)

Siendo:

L = Esfuerzo longitudinal producido por el desequilibrio de tracciones (daN).

T_0 = Componente horizontal máxima de la tensión (daN).

Hipótesis rotura de conductores

El esfuerzo longitudinal se calculará con la siguiente ecuación:

$$L = \frac{50}{100} * T_0$$

(Ecuación 37)

Siendo:

L= Esfuerzo longitudinal producido por el desequilibrio de tracciones (daN).

T₀= Componente horizontal máxima de la tensión (daN).

2.1.4.4.2. Apoyo de alineación-amarre

Hipótesis de viento

Para los esfuerzos verticales se ha empleado la ecuación siguiente:

$$V = p * \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + C_{v1} * (\tan(n_1) - C_{v2} \tan(n_2)) \right] + P_{cad} * N_{cad}$$

(Ecuación 38)

Para los esfuerzos transversales se ha empleado esta otra ecuación:

$$T = d * v * \frac{a_1 + a_2}{2} + E_{Vcad} * N_{cad}$$

(Ecuación 39)

Siendo:

V= Cargas verticales por conductor y fase (daN).

v= Presión del viento según ITC-LAT 07.

T= Esfuerzo transversal (daN).

p= Peso por metro lineal del conductor (daN/m).

a₁=Longitud proyectada del vano anterior al apoyo (m).

a₂=Longitud proyectada del vano posterior al apoyo (m).

n₁= Pendiente del vano anterior.

n₂= Pendiente del vano posterior.

P_{cad}= Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo (daN).

N_{cad}= Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

C_{v1}= Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5°C y sobrecarga de viento según el

apartado 3.1.5 de la ITC-ALT 07. En el vano de regulación anterior.

C_{v2} = Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5°C y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-ALT 07. En el vano de regulación posterior.

d = Diámetro del conductor (m).

E_{vcad} = Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores (daN).

Hipótesis desequilibrio de tracciones

Se calcula el esfuerzo correspondiente al desequilibrio de tracciones correspondiente al esfuerzo longitudinal. Con un porcentaje cuyo valor se corresponde con un 15% para líneas de menos de 66kV de tensión nominal.

$$L = \frac{15}{100} * T_0$$

(Ecuación 40)

Siendo:

L = Esfuerzo longitudinal producido por el desequilibrio de tracciones (daN).

T_0 = Componente horizontal máxima de la tensión (daN).

Hipótesis rotura de conductores

El esfuerzo longitudinal se calculará con la siguiente ecuación:

$$L = \frac{50}{100} * T_0$$

(Ecuación 41)

Siendo:

L = Esfuerzo longitudinal producido por el desequilibrio de tracciones (daN).

T_0 = Componente horizontal máxima de la tensión (daN).

2.1.4.4.3. Apoyo de ángulo-anclaje

Hipótesis de viento

Para los esfuerzos verticales se ha empleado la ecuación siguiente:

$$V = p * \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + C_{v1} * (\tan(n_1) - C_{v2} \tan(n_2)) \right] + P_{cad} * N_{cad}$$

(Ecuación 42)

Para los esfuerzos transversales se ha empleado esta otra ecuación:

$$T = d * v * \frac{a_1 + a_2}{2} * \cos\left(\frac{\beta - \alpha}{2}\right) + E_{Vcad} * N_{cad} + \sqrt{\left[(T_{v1} + T_{v2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 + \left[(T_{v1} - T_{v2}) * \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2}$$

(Ecuación 43)

Siendo:

V= Cargas verticales por conductor y fase (daN).

v= Presión del viento según ITC-LAT 07.

T= Esfuerzo transversal (daN).

p= Peso por metro lineal del conductor (daN/m).

a₁=Longitud proyectada del vano anterior al apoyo (m).

a₂=Longitud proyectada del vano posterior al apoyo (m).

n₁= Pendiente del vano anterior.

n₂= Pendiente del vano posterior.

P_{cad}= Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo (daN).

N_{cad}= Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

C_{v1}= Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5°C y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-ALT 07. En el vano de regulación anterior.

C_{v2} = Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5°C y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-ALT 07. En el vano de regulación posterior.

d = Diámetro del conductor (m).

E_{vcad} = Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores (daN).

T_{v1} = Componente horizontal en las condiciones de viento en el vano de regulación anterior.

T_{v2} = Componente horizontal en las condiciones de viento en el vano de regulación posterior.

β = Valor del ángulo llano. 180 en grados sexagesimales o 200 en grados centesimales.

α = Ángulo interno formado por las dos alineaciones.

Hipótesis desequilibrio de tracciones

Se calcula el esfuerzo correspondiente al desequilibrio de tracciones correspondiente al esfuerzo longitudinal. Con un porcentaje cuyo valor se corresponde con un 50%.

$$L = \frac{50}{100} * T_0$$

(Ecuación 44)

Para el esfuerzo transversal:

$$T = \sqrt{\left[(T_{01} + T_{02}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right]^2 + \left[(T_{01} - T_{02}) * \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right]^2}$$

(Ecuación 45)

Siendo:

L = Esfuerzo longitudinal producido por el desequilibrio de tracciones (daN).

T_0 = Componente horizontal máxima de la tensión (daN).

α = Ángulo interno formado por las dos alineaciones.

T_{01} = Componente horizontal de la tensión en condiciones de tercera hipótesis en el vano de regulación anterior (daN).

T_{02} = Componente horizontal de la tensión en condiciones de tercera hipótesis en el vano de regulación posterior (daN).

Hipótesis rotura de conductores

La expresión quedará de la siguiente manera:

$$L = T_0$$

(Ecuación 46)

Siendo:

L = Esfuerzo longitudinal producido por el desequilibrio de tracciones (daN).

T_0 = Componente horizontal máxima de la tensión (daN).

El esfuerzo vertical corresponderá al mismo que para la tercera hipótesis.

2.1.4.4.4. Apoyo principio/final de línea

Hipótesis de viento

Para los esfuerzos verticales se han empleado las ecuaciones siguientes, diferenciando entre principio y final de línea:

Para principio de línea:

$$V = p * \left[\frac{a_2}{2} - C_{v2} * \tan(n_2) \right] + P_{cad} * N_{cad}$$

(Ecuación 47)

Para final de línea:

$$V = p * \left[\frac{a_1}{2} + C_{v1} * \tan(n_1) \right] + P_{cad} * N_{cad}$$

(Ecuación 48)

Para los esfuerzos transversales se ha empleado esta ecuación:

$$T = d * v * \frac{a}{2} + E_{Vcad} * N_{cad}$$

(Ecuación 49)

Para el esfuerzo longitudinal se ha empleado esta otra ecuación:

$$L = \%P * T_0$$

(Ecuación 50)

Siendo:

V= Cargas verticales por conductor y fase (daN).

v= Presión del viento según ITC-LAT 07.

T= Esfuerzo transversal (daN).

p= Peso por metro lineal del conductor (daN/m).

a₁=Longitud proyectada del vano anterior al apoyo (m).

a₂=Longitud proyectada del vano posterior al apoyo (m).

n₁= Pendiente del vano anterior.

n₂= Pendiente del vano posterior.

P_{cad}= Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo (daN).

N_{cad}= Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

C_{v1}= Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5°C y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-ALT 07. En el vano de regulación anterior.

C_{v2}= Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5°C y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-ALT 07. En el vano de regulación posterior.

d= Diámetro del conductor (m).

E_{Vcad}= Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores (daN).

L= Esfuerzo longitudinal producido por el desequilibrio de tracciones (daN).

T₀= Componente horizontal máxima de la tensión (daN).

Hipótesis desequilibrio de tracciones

En este tipo de apoyos queda integrada dentro de la primera hipótesis (viento) por lo que ya está calculada con la hipótesis anterior.

Hipótesis rotura de conductores

Para el esfuerzo de torsión producido por la rotura de conductores se ha empleado la siguiente expresión al tratarse de montaje tresbolillo:

$$L = T_0 * 2$$

(Ecuación 51)

Siendo:

L= Esfuerzo longitudinal producido por la rotura de conductores (daN).

T₀= Componente horizontal máxima de la tensión (daN).

2.1.4.5. Resultados de eolovanos y gravivanos

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en el cálculo de eolovanos y gravivanos. Los esfuerzos están dados por fase.

Nº apoyo	Tipo	Cota apoyo (m)	Altura libre (m)	Desnivel posterior (m)	Vano posterior (m)	Eolovano (m)
1	P.Línea	342,13	7,49	-9,22	190,1	95,04
2	Ali-Ama	329,20	11,19	10,01	276,5	233,30
3	Ali-Sus	338,28	11,42	-10,65	151,8	214,14
4	Ali-Ama	328,28	11,48	-3,84	316,1	233,91

5	Ang-Anc	325,23	10,69	4,04	158,3	237,16
6	Ali-Sus	328,56	11,40	-14,81	119,7	138,96
7	Ali-Sus	317,06	8,09	-16,66	112,0	115,84
8	Ali-Ama	297,09	11,40	-5,15	258,8	185,40
9	Ang-Anc	292,08	11,26	-18,28	148,5	203,66
10	Ali-Ama	274,84	10,23	-5,44	295,9	222,22
11	Ang-Anc	265,80	13,82	7,57	196,9	246,41
12	Ali-Sus	277,55	9,63	5,43	126,9	161,89
13	Ali-Ama	284,73	7,89	-19,86	272,5	199,67
14	F.Línea	265,75	7,01	-----	-----	136,24

Tabla 2.21

Nº apoyo	Tipo	Eolovano (m)	1ª hipótesis Viento		
			Gravivano (m)	Peso vertical (m)	Tensión (daN)
1	P.Línea	95,04	123,31	116,17	1216,34
2	Ali-Ama	233,30	183,28	172,57	1262,55
3	Ali-Sus	214,14	278,31	262,29	1262,55
4	Ali-Ama	233,91	199,12	187,67	1311,66
5	Ang-Anc	237,16	215,55	203,06	1148,89
6	Ali-Sus	138,96	220,88	208,07	1148,89
7	Ali-Sus	115,84	129,38	121,97	1148,89
8	Ali-Ama	185,40	116,08	109,43	1276,70
9	Ang-Anc	203,66	260,24	245,23	1168,13
10	Ali-Ama	222,22	164,94	155,48	1300,63
11	Ang-Anc	246,41	213,04	200,65	1197,55
12	Ali-Sus	161,89	159,34	150,06	1197,55
13	Ali-Ama	199,67	269,07	253,67	1285,68
14	F.Línea	136,24	36,89	34,70	-----

Tabla 2.22

Nº apoyo	Tipo	Eolovano (m)	Hipótesis de flecha mínima		
			Gravivano (m)	Peso vertical (m)	Tensión (daN)
1	P.Línea	95,04	184,92	78,42	784,93
2	Ali-Ama	233,30	79,89	33,83	743,68
3	Ali-Sus	214,14	400,78	170,04	743,68
4	Ali-Ama	233,91	131,08	55,63	706,93
5	Ang-Anc	237,16	165,65	70,20	850,51
6	Ali-Sus	138,96	438,19	186,06	850,51
7	Ali-Sus	115,84	165,58	70,76	850,51
8	Ali-Ama	185,40	-77,97	-33,15	732,27
9	Ang-Anc	203,66	410,37	174,33	831,78
10	Ali-Ama	222,22	12,16	5,20	714,47
11	Ang-Anc	246,41	142,57	60,40	802,95
12	Ali-Sus	161,89	153,52	65,09	802,95
13	Ali-Ama	199,67	405,49	172,15	725,37
14	F.Línea	136,24	79,94	33,86	-----

Tabla 2.23

2.1.4.6. Resultados del cálculo de apoyos

Las siguientes tablas muestran los resultados obtenidos del cálculo de apoyos.

Nº apoyo	Tipo	Coef. de Seg.	1ª Hipótesis Viento		
			Vertical (daN)	Transversal (daN)	Longitudinal (daN)
1	P.Línea	N	88	98	1216
2	Ali-Ama	N	94	232	-----
3	Ali-Sus	N	172	197	-----
4	Ali-Ama	N	109	233	-----
5	Ang-Anc	N	123	542	-----

6	Ali-Sus	N	157	133	-----
7	Ali-Sus	N	83	114	-----
8	Ali-Ama	R	204	354	-----
9	Ang-Anc	R	331	721	-----
10	Ali-Ama	R	232	385	-----
11	Ang-Anc	R	264	583	-----
12	Ali-Sus	N	87	152	-----
13	Ali-Ama	N	192	204	-----
14	F.Línea	N	37	132	1286

Tabla 2.24

Nº apoyo	Tipo	Coef. de Seg.	3ª Hipótesis Desequilibrio de tracciones		
			Vertical (daN)	Transversal (daN)	Longitudinal (daN)
1	P.Línea	N	-----	-----	-----
2	Ali-Ama	N	94	-----	189
3	Ali-Sus	N	172	-----	101
4	Ali-Ama	N	109	-----	197
5	Ang-Anc	N	123	308	656
6	Ali-Sus	N	157	-----	92
7	Ali-Sus	N	83	-----	92
8	Ali-Ama	R	204	-----	192
9	Ang-Anc	R	331	358	638
10	Ali-Ama	R	232	-----	195
11	Ang-Anc	R	264	182	650
12	Ali-Sus	N	87	-----	96
13	Ali-Ama	N	192	-----	193
14	F.Línea	N	-----	-----	-----

Tabla 2.25

Nº apoyo	Tipo	Coef. de Seg.	4ª Hipótesis Rotura de conductores		
			Fases no afectadas		
			Vertical (daN)	Transversal (daN)	Longitudinal (daN)
1	P.Línea	N	88	-----	2433
2	Ali-Ama	N	94	-----	-----
3	Ali-Sus	N	172	-----	-----
4	Ali-Ama	N	109	-----	-----
5	Ang-Anc	N	123	308	-----
6	Ali-Sus	N	157	-----	-----
7	Ali-Sus	N	83	-----	-----
8	Ali-Ama	R	204	-----	-----
9	Ang-Anc	R	331	358	-----
10	Ali-Ama	R	232	-----	-----
11	Ang-Anc	R	264	182	-----
12	Ali-Sus	N	87	-----	-----
13	Ali-Ama	N	192	-----	-----
14	F.Línea	N	37	-----	2571

Tabla 2.26

Nº apoyo	Tipo	Coef. de Seg.	4ª Hipótesis Rotura de conductores		
			Fases afectadas		
			Vertical (daN)	Transversal (daN)	Longitudinal (daN)
1	P.Línea	N	-----	-----	-----
2	Ali-Ama	N	47	-----	1263
3	Ali-Sus	N	86	-----	631
4	Ali-Ama	N	55	-----	1312
5	Ang-Anc	N	61	308	1304
6	Ali-Sus	N	78	-----	574

7	Ali-Sus	N	42	-----	574
8	Ali-Ama	R	102	-----	1277
9	Ang-Anc	R	165	358	1264
10	Ali-Ama	R	116	-----	1301
11	Ang-Anc	R	132	182	1298
12	Ali-Sus	N	44	-----	599
13	Ali-Ama	N	96	-----	1286
14	F.Línea	N	-----	-----	-----

Tabla 2.27

Nº apoyo	Tipo	Flecha máxima (m)	Alt. Cond. en perfil necesaria (m)	Alt. Cond. Real (m)	Separac. de Cond. (m)
1	P.Línea	3,87	7,49	8,95	1,80
2	Ali-Ama	7,66	11,19	13,29	2,32
3	Ali-Sus	7,66	11,42	12,76	2,43
4	Ali-Ama	9,33	11,48	13,29	2,51
5	Ang-Anc	9,33	10,69	13,03	2,51
6	Ali-Sus	3,04	11,40	13,04	1,82
7	Ali-Sus	1,77	8,09	9,13	1,59
8	Ali-Ama	6,56	11,40	13,42	2,19
9	Ang-Anc	6,56	11,26	13,03	2,19
10	Ali-Ama	8,30	10,23	11,45	2,40
11	Ang-Anc	8,30	13,82	14,97	2,40
12	Ali-Sus	4,30	9,63	11,07	2,01
13	Ali-Ama	7,16	7,89	9,40	2,26
14	F.Línea	7,16	7,01	8,95	2,26

Tabla 2.28

Nº apoyo	Tipo	Coeficientes L, N, S		
		Semi suma Vanos L	Diferencia tangentes N	Coeficiente ángulo S
1	P.Línea	95,00	0,049	-----
2	Ali-Ama	233,50	-0,085	-----
3	Ali-Sus	214,50	0,106	-----
4	Ali-Ama	234,00	-0,058	-----
5	Ang-Anc	237,00	-0,038	0,213
6	Ali-Sus	139,00	0,149	-----
7	Ali-Sus	116,00	0,025	-----
8	Ali-Ama	185,50	-0,129	-----
9	Ang-Anc	204,00	0,103	0,279
10	Ali-Ama	222,50	-0,104	-----
11	Ang-Anc	246,50	-0,057	0,120
12	Ali-Sus	162,00	-0,004	-----
13	Ali-Ama	199,50	0,116	-----
14	F.Línea	136,00	-0,073	-----

Tabla 2.29

2.1.4.7. Elección de apoyos

En las siguientes tablas se muestran los apoyos escogidos para la línea.

Nº apoyo	Tipo	Altura libre (m)	Montaje y sep. Cond. (m)	Esfuerzos de cálculo				Ref. del apoyo
				Hipótesis	Esfuerzo			
					Vertical (daN)	Transve. (daN)	Long. (daN)	
1	P.Línea	7,49	Tresbo. 1,80	1ª	88	98	1216	Unesa A
				3ª	-----	-----	-----	C-4500-
				4ª	88/44	-----	2433	TR
2	Ali-Ama	11,19	Tresbo. 2,32	1ª	94	232	-----	Unesa A
				3ª	94	-----	189	C-2000
				4ª	94/47	-----	1263	
3	Ali-Sus	11,42	Tresbo.	1ª	172	197	-----	Unesa A

			2,43	3 ^a	172	-----	101	C-1000
				4 ^a	172/86	-----	631	
4	Ali-Ama	11,48	Tresbo. 2,51	1 ^a	109	233	-----	Unesa A C-2000
				3 ^a	109	-----	197	
				4 ^a	109/55	-----	1312	
5	Ang- Anc	10,69	Tresbo. 2,51	1 ^a	123	542	-----	Unesa A C-3000
				3 ^a	123	308	656	
				4 ^a	123/61	208/154	1304	
6	Ali-Sus	11,40	Tresbo. 1,82	1 ^a	157	133	-----	Unesa A C-500
				3 ^a	157	-----	92	
				4 ^a	157/78	-----	574	
7	Ali-Sus	8,09	Tresbo. 1,59	1 ^a	83	114	-----	Unesa A C-500
				3 ^a	83	-----	92	
				4 ^a	83/42	-----	574	
8	Ali-Ama	11,40	Tresbo. 2,19	1 ^a	204	354	-----	Unesa A C-2000
				3 ^a	204	-----	192	
				4 ^a	204/102	-----	1277	
9	Ang- Anc	11,26	Tresbo. 2,19	1 ^a	331	721	-----	Unesa A C-3000
				3 ^a	331	358	638	
				4 ^a	331/165	358/179	1264	
10	Ali-Ama	10,23	Tresbo. 2,40	1 ^a	232	385	-----	Unesa A C-2000
				3 ^a	232	-----	195	
				4 ^a	232/116	-----	1301	
11	Ang- Anc	13,82	Tresbo. 2,40	1 ^a	264	583	-----	Unesa A C-3000
				3 ^a	264	182	650	
				4 ^a	264/132	182/91	1298	
12	Ali-Sus	9,63	Tresbo. 2,01	1 ^a	87	152	-----	Unesa A C-500
				3 ^a	87	-----	96	
				4 ^a	87/44	-----	599	
13	Ali-Ama	7,89	Tresbo. 2,26	1 ^a	192	204	-----	Unesa A C-2000
				3 ^a	192	-----	193	
				4 ^a	192/96	-----	1286	
14	F.Línea	7,01	Tresbo. 2,26	1 ^a	37	132	1286	Unesa A C-4500- TR
				3 ^a	-----	-----	-----	
				4 ^a	37/18	-----	2571	

Tabla 2.30

Nº apoyo	Tipo	Árbol de cargas del apoyo						Utilización del apoyo (%)
		Hipó tesis	Coef. seg.	Coef. Seg. real	Esfuerzo			
					Vertical (daN)	Transve. (daN)	Long. (daN)	
1	P.Línea	1ª	1,5	1,82	270	248	1403	78,40
		3ª	1,2	-----	-----	-----	-----	-----
		4ª	1,2	1,36	270/270	-----	2813	86,48
2	Ali-Ama	1ª	1,5	2,54	250	770	-----	30,53
		3ª	1,2	2,12	250	-----	189	23,60
		4ª	1,2	1,46	250/250	-----	1620	77,94
3	Ali-Sus	1ª	1,5	2,25	250	412	-----	50,00
		3ª	1,2	2,09	250	-----	101	25,84
		4ª	1,2	1,50	250/250	-----	840	75,15
4	Ali-Ama	1ª	1,5	2,54	250	770	-----	30,89
		3ª	1,2	2,10	250	-----	197	24,72
		4ª	1,2	1,43	250/250	-----	1620	80,97
5	Ang- Anc	1ª	1,5	2,28	270	1134	-----	47,68
		3ª	1,2	1,46	270	434	781	78,14
		4ª	1,2	1,40	270/270	540/540	1533	82,96
6	Ali-Sus	1ª	1,5	2,01	250	199	-----	66,01
		3ª	1,2	1,90	250	-----	92	41,34
		4ª	1,2	1,58	250/250	-----	840	68,39
7	Ali-Sus	1ª	1,5	2,21	250	199	-----	52,35
		3ª	1,2	1,96	250	-----	92	36,40
		4ª	1,2	1,58	250/250	-----	840	68,39
8	Ali-Ama	1ª	1,5	2,63	250	608	-----	59,69
		3ª	1,2	2,09	250	-----	192	25,94
		4ª	1,2	1,45	250/250	-----	1620	78,81
9	Ang- Anc	1ª	1,5	2,21	331	888	-----	82,33
		3ª	1,2	1,40	331	462	742	83,42
		4ª	1,2	1,43	270/270	540/540	1533	80,62
10	Ali-Ama	1ª	1,5	2,53	250	608	-----	65,18
		3ª	1,2	2,08	250	-----	195	26,88
		4ª	1,2	1,44	250/250	-----	1620	80,29
11		1ª	1,5	2,50	270	898	-----	66,42

	Ang-Anc	3ª	1,2	1,57	270	373	842	69,53
		4ª	1,2	1,42	270/270	540/540	1533	81,80
12	Ali-Sus	1ª	1,5	1,98	250	199	-----	68,18
		3ª	1,2	1,94	250	-----	96	37,97
		4ª	1,2	1,54	250/250	-----	840	71,28
13	Ali-Ama	1ª	1,5	2,56	250	770	-----	29,03
		3ª	1,2	2,09	250	-----	193	25,87
		4ª	1,2	1,45	250/250	-----	1620	79,36
14	F.Línea	1ª	1,5	1,74	270	248	1403	84,02
		3ª	1,2	-----	-----	-----	-----	-----
		4ª	1,2	1,30	270/270	-----	2813	91,41

Tabla 2.31

Nº apoyo	Tipo	Separación de fases normalizada (m)	Altura de referencia (m)	Altura libre real (m)
1	P.Línea	3,10	16	9,52
2	Ali-Ama	3,10	18	11,90
3	Ali-Sus	3,10	20	13,34
4	Ali-Ama	3,10	18	11,90
5	Ang-Anc	3,10	18	11,64
6	Ali-Sus	3,10	20	13,63
7	Ali-Sus	3,10	16	9,71
8	Ali-Ama	3,10	18	12,03
9	Ang-Anc	3,10	20	13,61
10	Ali-Ama	3,10	18	12,03
11	Ang-Anc	3,10	22	15,55
12	Ali-Sus	3,10	18	11,66
13	Ali-Ama	3,10	16	9,97
14	F.Línea	3,10	14	7,61

Tabla 2.32

2.1.5. CÁLCULO DE CIMENTACIONES PARA LÍNEA AÉREA DE 45 KV

Las cimentaciones para los distintos apoyos serán de tipo monobloque. Con los parámetros del terreno y hormigón indicados a continuación:

- Coeficiente de compresibilidad del terreno a 2 metros de profundidad = 8 daN/cm³.
- Peso específico del hormigón = 2200 kg/m³.
- Profundidad máxima del cimiento = 5 m.

Para el cálculo de las cimentaciones monobloque se emplean las ecuaciones mostradas a continuación.

Momento flector debido a la acción del tiro de conductores.

$$M_{vc} = E_{cond} * \left(H_{rc} + \frac{2}{3} * h \right)$$

(Ecuación 52)

Momento de vuelco debido a la acción del viento sobre la superficie del apoyo.

$$M_{vv} = E_{Vapoyo} * \left(\frac{H_t}{2} + \frac{2}{3} * h \right)$$

(Ecuación 53)

Para la cimentación se emplea un método basado en la ecuación de Sulzberger. Con un coeficiente de seguridad de 1,5 para las hipótesis normales, según indica la ITC-LAT 07.

$$M_{abs} = 139 * C_2 * a * p^4 + a^3 * (p + s) * R_h * \left(0,5 - \frac{2}{3} * \sqrt{\frac{1,1 * p}{10 * a * C_2}} \right)$$

(Ecuación 54)

$$M_{vc} + M_{vv} \leq \frac{M_{abs}}{1,5}$$

(Ecuación 55)

Siendo:

M_{vc} = Momento de vuelco debido a la acción del tiro de conductores (daN).

M_w = Momento de vuelco debido a la acción del viento sobre la superficie del apoyo (daN).

H_{rc} = Altura del punto de aplicación del esfuerzo (m).

E_{cond} = Esfuerzo transversal más longitudinal producido por los conductores (daN).

h = Altura del macizo de cimentación (m).

E_{vapoyo} = Esfuerzo producido por el viento sobre la superficie del apoyo (daN).

H_t = Altura de la silueta del apoyo expuesta al viento (m).

M_{abs} = Momento estabilizador absorbido por la cimentación (daN).

a = Anchura del cimiento (m).

b = Largo del cimiento (m).

p = Profundidad del cimiento (m).

C_2 = Coeficiente de compresibilidad del terreno a dos metros de profundidad (daN/cm³).

Los resultados obtenidos en el cálculo de las cimentaciones se muestran a continuación:

Nº apoyo	Tipo	Características de los apoyos			Viento sobre apoyos	
		Esfuerzo útil (daN)	Altura sobre terreno		Esfuerzo (daN)	Altura (m)
			Cogolla (m)	Conductor (m)		
1	P.Línea	4950	13,12	11,32	479	8,92
2	Ali-Ama	2309	15,50	13,70	518	9,67
3	Ali-Sus	1236	17,86	15,14	435	10,43
4	Ali-Ama	2309	15,50	13,70	518	9,67
5	Ang-Anc	3645	15,24	13,44	559	9,84
6	Ali-Sus	598	18,15	15,43	435	10,23
7	Ali-Sus	598	14,23	11,51	340	9,67

8	Ali-Ama	1823	15,63	13,83	518	9,84
9	Ang-Anc	3645	17,21	15,41	641	10,86
10	Ali-Ama	1823	15,63	13,83	518	9,58
11	Ang-Anc	3645	19,15	17,35	724	11,90
12	Ali-Sus	598	16,18	13,46	374	9,21
13	Ali-Ama	2309	13,57	11,77	445	8,62
14	F.Línea	4950	11,21	9,41	400	7,86

Tabla 2.33

Nº apoyo	Tipo	Momentos de vuelco				Coef. Compresibilidad (daN ² /m ²)
		Conductor (daN*m)	Viento sobre apoyos (daN*m)	Total (daN*m)	Total absorbido cimentación (daN*m)	
1	P.Línea	65538	4276	69814	69862	8
2	Ali-Ama	35482	5012	40494	40800	8
3	Ali-Sus	20479	4538	25017	25241	8
4	Ali-Ama	35482	5012	40494	40800	8
5	Ang-Anc	55696	5504	61199	61941	8
6	Ali-Sus	9959	4454	14413	14450	8
7	Ali-Sus	7585	2781	10366	10549	8
8	Ali-Ama	28092	4967	33060	33418	8
9	Ang-Anc	62949	6960	69909	70017	8
10	Ali-Ama	28092	4967	33060	33418	8
11	Ang-Anc	70166	8618	78784	78898	8
12	Ali-Sus	8770	3446	12216	12282	8
13	Ali-Ama	30918	3839	34757	35033	8
14	F.Línea	55786	3140	58927	59211	8

Tabla 2.34

Nº apoyo	Tipo	Cimentación				
		Lado A (m)	Lado B (m)	Alto (m)	Volúmenes	
					Excavación (m³)	Hormigón (m³)
1	P.Línea	1,30	1,30	2,88	4,87	5,21
2	Ali-Ama	1,30	1,30	2,50	4,23	4,56
3	Ali-Sus	1,40	1,40	2,14	4,19	4,59
4	Ali-Ama	1,30	1,30	2,50	4,23	4,56
5	Ang-Anc	1,35	1,35	2,76	5,03	5,39
6	Ali-Sus	1,35	1,35	1,85	3,37	3,74
7	Ali-Sus	1,20	1,20	1,77	2,55	2,84
8	Ali-Ama	1,30	1,30	2,37	4,01	4,34
9	Ang-Anc	1,45	1,45	2,79	5,87	6,29
10	Ali-Ama	1,30	1,30	2,37	4,01	4,34
11	Ang-Anc	1,50	1,50	2,85	6,41	6,86
12	Ali-Sus	1,25	1,25	1,82	2,84	3,16
13	Ali-Ama	1,25	1,25	2,43	3,80	4,11
14	F.Línea	1,25	1,25	2,79	4,36	4,67

Tabla 2.35

2.1.6. CÁLCULO DE PUESTA A TIERRA PARA LÍNEA AÉREA DE 45 KV

Se calculará la puesta a tierra de los apoyos. Para ello se diferenciarán los apoyos en dos tipos: apoyos no frecuentados y apoyos frecuentados.

A su vez los apoyos frecuentados pueden ser frecuentados con calzado o frecuentados sin calzado. Para el cálculo de la puesta a tierra de apoyos frecuentados se ha empleado el método elaborado por UNESA.

2.1.6.1. Apoyos no frecuentados

Se consideran apoyos no frecuentados, aquellos apoyos ubicados en lugares que no son de acceso público o en los que por su ubicación es poco frecuente el acceso de personas.

Los apoyos considerados como no frecuentados son los apoyos número 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12 y 13.

Para estos apoyos se emplearán dos picas de cobre de 2 metros de largo y 14 mm de diámetro enterrada a 0,5 metros y unida al apoyo mediante un cable de cobre de 50 mm² de sección. La pica estará separada de la cimentación 0,6 metros y separadas entre ellas 3 metros.

En el plano de puesta a tierra para apoyos no frecuentados se muestra con más detalle la realización de la misma (*Plano 10*).

2.1.6.2. Apoyos frecuentados con calzado

Se consideran apoyos frecuentados con calzado aquellos apoyos que se encuentren en lugares donde pueda ser posible el acceso al mismo por personas que se encuentren con calzado.

Los apoyos considerados como frecuentados con calzado son los apoyos número 4, 11 y 14.

El cálculo para la puesta a tierra de apoyos frecuentados con calzado se ha realizado de la siguiente manera:

2.1.6.2.1. Tensión de contacto, de paso y de paso en el acceso máxima admisible

La tensión de paso máxima que se producirá en el cuerpo humano:

$$V_p = 10 * \frac{K}{t^n} * \left(1 + \frac{6 * \rho_s}{1000}\right)$$

(Ecuación 56)

La tensión de contacto máxima que se producirá en el cuerpo humano:

$$V_c = \frac{K}{t^n} * \left(1 + \frac{1,5 * \rho_s}{1000}\right)$$

(Ecuación 57)

La tensión de paso en el acceso es la tensión que representa un pie en el terreno y otro en la solera de hormigón:

$$V_{pacc} = 10 * \frac{K}{t^n} * \left(1 + \frac{3 * \rho_s + 3 * \rho_s'}{1000} \right)$$

(Ecuación 58)

Siendo:

t= Tiempo de duración de la falta (s)

K, n= Constantes en función del tiempo de duración de la falta:

0,1 s < t ≤ 0,9 s	K=72	n=1
0,9 s < t ≤ 3 s	K=78,5	n=0,18
3 s < t ≤ 5 s	V _{ca} =64v	V _{pa} =640v
5 s < t	V _{ca} =50v	V _{pa} =500v

ρ_s = Resistividad superficial del terreno (Ω *m).

ρ_s' = Resistividad del hormigón (Ω *m).

Obteniendo como resultado de las tensiones de contacto, de paso y de paso en el acceso aplicadas al cuerpo humano que figuran en la siguiente tabla:

Tensiones de contacto, de paso y de paso en el acceso máximas admisibles aplicadas al cuerpo humano							
t (s)	K	n	ρ_s (Ω /m)	ρ_s' (Ω /m)	V _p (V)	V _c (V)	V _{pacc} (V)
0,5	72	1	300	3000	4032	208,8	15696

Tabla 2.36

2.1.6.2.2. Elección del esquema de tierras

Para la puesta a tierra de los apoyos se empleará la configuración formada por un cuadrado de cable enterrado a 0,5 metros, con 8 picas verticales (Figura 2.1). El cable será de cobre con 50 mm² de sección y las picas serán de cobre con 2 metros de largo y 14 mm de diámetro.

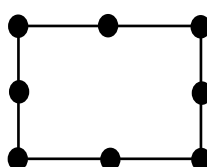


Figura 2.1

Los parámetros característicos de esta configuración de puesta a tierra se muestran en la tabla siguiente:

Configuración de puesta a tierra					
Nº de apoyo	Cimentación cuadrada (m)	Cuadrado tierras (m)	Resistencia K_r ($\Omega/(\Omega*m)$)	Tensión de paso K_p ($V/(\Omega*m)(A)$)	Tensión de paso en acceso $K_{pacc}=K_c$ ($V/(\Omega*m)(A)$)
4	1,30 x 1,30	4 x 4	0,082	0,0181	0,0371
11	1,50 x 1,50	4 x 4	0,082	0,0181	0,0371
14	1,25 x 1,25	4 x 4	0,082	0,0181	0,0371

Tabla 2.37

2.1.6.2.3. Resistencia de tierra del esquema de tierras

Se realizará por la ecuación siguiente:

$$R_t = \rho * K_r$$

(Ecuación 59)

Obteniendo como resultado:

Resistencia de tierra		
ρ ($\Omega*m$)	K_r ($\Omega/(\Omega*m)$)	R_t (Ω)
300	0,082	24,6

Tabla 2.38

2.1.6.2.4. Intensidad de defecto máxima

Al estar ubicada la instalación en zona de la compañía eléctrica ENDESA, para el cálculo de la intensidad de defecto máxima, se considerará la red con neutro conectado a tierra mediante impedancia de 40 Ω y reactancia de 0 Ω . La intensidad de defecto a tierra será calculada mediante la expresión siguiente:

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

(Ecuación 60)

Siendo:

I_d = Intensidad de defecto máxima (A).

U= Tensión (V).

R_t = Resistencia de tierra (Ω).

R_n = Resistencia de la puesta a tierra del neutro de la red (Ω).

X_n = Reactancia de la puesta a tierra del neutro de la red (Ω).

Obteniendo como resultados:

Intensidad de defecto máxima				
U (V)	R_t (Ω)	R_n (Ω)	X_n (Ω)	I_d (A)
45000	24,6	40	0	402,179

Tabla 2.39

2.1.6.2.5. Tensión de contacto, de paso y de paso en el acceso que se producen en el apoyo

La tensión de contacto, tensión de paso y tensión de paso en el acceso se calculan con las siguientes ecuaciones, respectivamente:

$$U_c = K_c * \rho * I_d$$

(Ecuación 61)

$$U_p = K_p * \rho * I_d$$

(Ecuación 62)

$$U_{pacc} = K_{pacc} * \rho * I_d$$

(Ecuación 63)

Siendo:

U_p = Tensión de paso (V).

I_d = Intensidad de defecto máxima (A).

K_p = Coeficiente tensión de paso ($V/(\Omega \cdot m) \cdot (A)$).

Obteniendo como resultados:

Tensiones de contacto, de paso y de paso en el acceso producidas						
I_d (A)	ρ ($\Omega \cdot m$)	K_p ($V/(\Omega \cdot m) \cdot (A)$)	$K_c = K_{pacc}$ ($V/(\Omega \cdot m) \cdot (A)$)	U_c (V)	U_p (V)	U_{pacc} (V)
402,179	300	0,0181	0,0371	4476,252	2183,832	4476,252

Tabla 2.40

2.1.6.2.6. Comparación entre los valores admisibles y los valores que se producen en el apoyo

Los valores de las tensiones que se producen en el apoyo deben ser inferiores a las tensiones máximas admisibles.

Tensiones máximas admisibles		Tensiones producidas en el apoyo	
V_c (V)	No cumple	U_c (V)	
208,8	>	4476,252	
V_p (V)	Cumple	U_p (V)	
4032	>	2183,832	
V_{pacc} (V)	Cumple	U_{pacc} (V)	
15696	>	4476,252	

Tabla 2.41

Como se puede observar, la tensión de contacto no cumple, siendo muy difícil cumplir con esa tensión solamente con los electrodos de tierra. Es por ello que se instalará un mallazo electrosoldado como medida correctora, con lo que la tensión de contacto en el apoyo será nula, al encontrarse la persona al mismo potencial entre la parte del cuerpo que se encuentre en contacto con el apoyo y la parte del cuerpo que esté en contacto con la base de hormigón que cubrirá el mallazo electrosoldado. El mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no superiores a 4 mm

formará una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m, este mallazo tendrá como mínimo 0,10 metros de hormigón por encima, con una pendiente del 4%. El borde de la acera equipotencial estará situado a 1,2 metros de la cimentación tal y como se indica en el plano de tierras en apoyos frecuentados (*Plano 11*).

La tabla siguiente muestra las dimensiones del acerado equipotencial:

Acera equipotencial		
Nº de apoyo	Cimentación (m)	Mallazo y hormigón (m)
4	1,30 x 1,30	3,7 x 3,7
11	1,50 x 1,50	3,9 x 3,9
14	1,25 x 1,25	3,65 x 3,65

Tabla 2.42

2.1.7. DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD, CRUZAMIENTO Y PARALELISMOS

El apartado 5 de la ITC-LAT 07 del reglamento de líneas de alta tensión regula las distancias de seguridad mínimas en paralelismos y cruzamientos.

Se puede hacer una distinción de las distancias en internas y externas. Siendo las primeras únicamente para el diseño de una línea con una aceptable capacidad de resistir las sobretensiones. Las externas determinan las distancias de seguridad entre conductores en tensión y los objetos en las proximidades o debajo de las líneas.

2.1.7.1. Distancias de aislamiento eléctrico para evitar descargas

Para ello se considerarán estos tipos de distancias eléctricas, según se indica en la ITC-LAT 07.

- D_{el} = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido.

- D_{pp} = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido.
- A_{som} = Valor mínimo de la distancia de descarga de la cadena de aisladores, definida como la distancia más corta en línea recta entre las partes en tensión y las partes puestas a tierra.
- D_{add} = Distancia adicional para que las distancias mínimas de seguridad al suelo, a líneas eléctricas, o a zonas de arbolado, etc, se asegure que las personas u objetos no se acerquen a una distancia menor que D_{el} de la línea eléctrica.

En nuestro caso, atendiendo a la tabla 15 del apartado 5 de la ITC-LAT 07, las distancias de aislamiento eléctrico para evitar descargas son:

D_{el} = 0,60 metros.

D_{pp} = 0,80 metros.

2.1.7.2. Distancias en el apoyo

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

2.1.7.2.1. Distancia entre conductores

La distancia entre los conductores de fase del mismo circuito o circuitos distintos debe ser tal que no haya riesgo alguno de cortocircuito entre fases, teniendo presente los efectos de las oscilaciones de los conductores debidas al viento y al desprendimiento de la nieve acumulada.

Para determinar esta separación mínima se empleará la fórmula siguiente:

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

(Ecuación 64)

Siendo:

D = Separación entre conductores de fase (m).

K = Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento.

K'= Coeficiente que depende de la tensión nominal de la línea, siendo para esta línea 0,75.

F= Flecha máxima (m).

L= Longitud de la cadena de suspensión (m). En caso de cadenas de amarre o aisladores rígidos L=0.

D_{pp}= Distancia mínima aérea especificada (m).

Siendo la distancia utilizada en la línea proyectada de 3,10 metros, se cumple con la distancia mínima entre conductores.

2.1.7.2.2. Distancia entre conductores y partes puestas a tierra

La separación mínima entre los conductores y sus accesorios en tensión y los apoyos no será inferior a D_{el} con un mínimo de 2 metros. D_{el}= 0,62 metros.

Para nuestro tipo de instalación el nivel de contaminación se puede catalogar como tipo 1 ligero (tabla 14 del apartado 4 de la ITC-LAT 07), debido a la zona agrícola por la que discurre, por lo que la línea de fuga específica nominal será igual a 16 mm/kV.

En la tabla 12 del apartado 4 de la ITC-LAT 07, dice que el nivel de aislamiento se define por las tensiones soportadas normalizadas de corta duración a frecuencia industrial y la tensión soportada normalizada a impulso de rayo.

En este caso, las tensiones que aplicaremos son las siguientes:

- Tensión más elevada para el material: 52 kV.
- Tensión soportada a impulsos de rayo: 250 kV.
- Tensión soportada de corta duración a frecuencia industrial: 95 kV.

Se emplearán cadenas de aisladores con denominación U 70 BS, cuya línea de fuga nominal es de 320 mm. Siendo su grado de aislamiento:

$$\text{Grado aislamiento} = \frac{N^{\circ} \text{ aisladores} * \text{Línea de fuga}}{\text{tensión más elevada para el material}}$$

(Ecuación 65)

Siendo su grado de aislamiento de 36,923 mm/kV. Por lo que al ser superior a la línea de fuga específica nominal (36,923 mm/kV > 16 mm/kV), cumple perfectamente.

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

Los apoyos tendrán la altura necesaria para que los conductores estén separados del terreno, caminos, sendas o cursos de agua no navegables, la distancia obtenida con la fórmula siguiente, con un mínimo de 6 metros.

$$D = D_{add} + D_{el}$$

(Ecuación 66)

Siendo:

D= distancia (m).

D_{el}= 0,6 metros.

D_{add}= 5,3 metros.

Cuando se atraviesen explotaciones agrícolas o explotaciones ganaderas con cercado, la distancia mínima será de 7 metros.

La distancia adoptada en el proyecto cumple en todo su recorrido con la distancia mínima.

2.1.7.4. Distancias a otras líneas aéreas

Se instalará a mayor altura las líneas eléctricas de tensión más elevada, en caso de cruce con líneas de la misma tensión, se instalará a mayor altura la que sea instalada con posterioridad.

La distancia de la línea situada en la parte inferior y el apoyo de la línea situada en la parte superior no será inferior a lo determinado por la ecuación:

$$D = D_{add} + D_{el}$$

(Ecuación 67)

Siendo:

D= distancia (m).

$D_{el} = 0,6$ metros.

$D_{add} = 1,3$ metros.

Con un mínimo de:

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

La distancia vertical entre conductores de fase de ambas líneas será como mínimo:

$$D_c = D_{add} + D_{pp}$$

(Ecuación 68)

Siendo:

D_c = distancia vertical entre conductores (m).

$D_{pp} = 0,8$ metros.

$D_{add} =$ (Tabla 17 ITC-LAT 07) 2,5 metros.

Obteniendo una distancia mínima vertical entre conductores de 3,3 metros.

La distancia de la línea proyectada con respecto a la línea aérea de alta tensión ya existente de 123 kV. Geolit – Andújar, es de 4,57 metros, cumpliendo perfectamente con la distancia de separación mínima.

2.1.7.5. Distancias a carreteras

Para la instalación de apoyos, tanto para el caso de paralelismo como de cruzamiento, se tendrá en cuenta que:

- La instalación de apoyos, para la red de carreteras del estado, se realizará preferiblemente detrás de la línea límite de edificación y a una distancia a la arista exterior de la calzada superior a vez y media su altura. La línea límite de edificación es la situada a 50 metros en autopistas, autovías y vías rápidas, y a 25 metros en el resto de carreteras de la red de carreteras del estado.

- En el caso de carreteras que no pertenezcan a la red de carreteras del estado, se deberá cumplir la normativa vigente para cada comunidad autónoma.

2.1.7.5.1. Cruzamientos

La mínima distancia existente entre conductores y la rasante de la carretera no será inferior a 7 metros, y se obtiene con la siguiente operación:

$$D = D_{add} + D_{el}$$

(Ecuación 69)

Siendo:

D= distancia (m).

D_{el}= 0,6 metros.

D_{add}= 6,3 metros.

Con un mínimo de 7 metros.

Durante el recorrido de la línea proyectada existen tres cruzamientos con carreteras y autovías. Siendo la altura mínima proyectada de 11,92 y 12,16 metros (una por cada sentido) para la autovía A – 44. Y de 12,19 metros para la carretera N 323-A. Cumpliéndose sobradamente las medidas mínimas.

2.1.7.6. Distancias adoptadas en el proyecto para cruzamientos

En el plano de línea aérea de 45 kV (*Plano 9*), se muestran las distancias adoptadas en el proyecto para los diferentes cruces que se encuentran a lo largo de la línea aérea proyectada. Sin tener en cuenta los caminos, donde la distancia mínima a considerar es la misma que para el resto del terreno.

2.1.8. CÁLCULOS DEL PRE-PARQUE

2.1.8.1. Conductores

Los conductores a emplear serán de la misma composición y diámetro que los conductores empleados en la línea aérea, siendo estos conductores desnudos de aluminio-acero galvanizado. Con las características siguientes:

94-ALI / 22-ST1A (LA-110)

Denominación: 94-ALI / 22-ST1A (LA-110)

Sección: 116,2 mm².

Diámetro: 14 mm.

Radio: 7 mm.

Número de hilos de aluminio: 30.

Número de hilos de acero: 7.

Carga de rotura: 4,400 daN.

Peso propio kg/km: 432,5 kg/km.

Peso propio daN/m: 0,424 daN/m.

Módulo de elasticidad: 8200 daN/mm².

Coefficiente de dilatación: 17,74 *10⁻⁶ °C⁻¹.

Resistencia kilométrica (Ω /km): 0,314

2.1.8.1.1. Densidad máxima de corriente

Se comprobará que la intensidad que soporta el conductor a emplear es superior a la intensidad demandada por la instalación. Para ello se procede a calcular esta intensidad.

De la tabla 11, del apartado 4.2. de la ICT-LAT 07 del RLAT, se obtiene mediante interpolación de los datos la densidad de corriente en el conductor:

$$D_{al} = 2,988 \text{ A/mm}^2$$

Teniendo presente la composición del cable, que es 30+7, el coeficiente de reducción (CR) a aplicar será de 0,916, con lo que la densidad máxima de corriente viene dada por la expresión siguiente:

$$D_{al*cr} = D_{al} * CR$$

(Ecuación 70)

La intensidad máxima admisible en este conductor es:

$$I_{m\acute{a}x} = D_{al*cr} * Secci\acute{o}n$$

(Ecuación 71)

Siendo los resultados para la intensidad máxima admisible los obtenidos en la tabla 2.43.

Intensidad máxima		
densidad máxima de corriente (A/mm ²)	sección del conductor (mm ²)	Intensidad máx. (A)
2,737	116,20	318,04

Tabla 2.43

El conductor puede soportar en régimen permanente una intensidad de 318,04 amperios, que es muy superior a los 84,68 amperios que demanda la instalación, por lo que este conductor es válido.

2.1.8.1.2. Caída de tensión, potencia admisible y pérdidas de potencia

Estos cálculos han sido ya realizados para la línea aérea con una longitud muy superior a la longitud de los conductores en el pre-parque.

Para la longitud de los conductores en el pre-parque, estas pérdidas son inapreciables y, puesto que para la línea aérea se cumple con todos los valores, para el pre-parque se cumplirá sobradamente con los valores admisibles.

2.1.8.2. Cadenas de aisladores

Los aisladores a emplear para las cadenas de aisladores serán del mismo tipo que los aisladores empleados en la línea aérea. Las cadenas serán de amarre, siendo sus características las siguientes:

- Fabricante: Andel.
- Tipo de cadena: Cadena de vidrio y anclaje simple para conductor LA-110 y 45 kV. (*Plano 17*).
- Código de cadena: LA-110-45kV-ANC-SIM-VID.
- Número de elementos: 6 elementos.
- Tipo de elementos: U70BS (*Plano 20*).
- Peso: 21,785 daN.
- Longitud: 1013 mm.
- Línea de fuga: 1920 mm.

- Carga de destrucción electromecánica: 5000 daN.
- Herrajes:
 - Horquilla de bola en V: HB-11. (*Plano 19*).
 - Rótula: R-11 (*Plano 21*).
 - Grapa de amarre: GA-2 (*Plano 23*).

2.1.8.3. Embarrado rígido

El embarrado estará constituido por tubos circulares rígidos de aluminio, apoyados sobre aisladores rígidos verticales. Cuyos diámetros están homologados por Red Eléctrica de España.

Las barras escogidas presentan las siguientes características:

- Fabricante: Bronmetal.
- Tipo aleación: EN-AW-6063.
- Diámetro interior: 47 mm.
- Diámetro exterior: 63 mm.
- Peso teórico: 3,73 kg/m.
- Resistencia a la tracción (mínimo): 215 N/mm².
- Límite 0,2 % convencional: 170 N/mm².
- Módulo de elasticidad: 69500 N/mm².
- Alargamiento: 6%.
- Conductividad térmica: 200 W/m*K.
- Conductividad eléctrica específica a 20°C: 33 m/Ω*mm².
- Dureza (mínima): 70.

Para realizar el dimensionamiento de este embarrado se ha tenido en cuenta la intensidad admisible en las barras y la resistencia térmica ante cortocircuitos. Así como el esfuerzo mecánico por cortocircuitos, despreciándose los esfuerzos producidos por el peso propio y por la acción del viento, ya que estos son insignificantes con respecto al calculado producido por cortocircuitos.

2.1.8.3.1. Intensidad admisible

Se calculará la intensidad nominal en régimen permanente, para un régimen de trabajo del transformador de potencia de un 100%:

$$I_n = \frac{S_n}{\sqrt{3} * V_n}$$

(Ecuación 72)

Según indica la norma CEI 146.463.2, se deberá diseñar la instalación para soportar sobrecargas puntuales, suponiendo para ello un funcionamiento del transformador del 150% durante dos horas y del 300% durante dos minutos.

- 150% durante dos horas:

$$I_n = \frac{S_n * 1,5}{\sqrt{3} * V_n}$$

(Ecuación 73)

- 300% durante dos minutos:

$$I_n = \frac{S_n * 3}{\sqrt{3} * V_n}$$

(Ecuación 74)

Siendo:

I_n = Intensidad nominal para los diferentes regímenes de trabajo (A).

S_n = Potencia (kVA).

V_n = tensión nominal (kV).

La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos:

I_n	I_n	I_n
100%	150%	300%
(A)	(A)	(A)
84,68	127,017	254,034

Tabla 2.44

Teniendo en cuenta la intensidad nominal más desfavorable (254,034 A). La intensidad nominal capaz de soportar las barras debe ser superior a este valor.

Se escogen unas barras de 63 mm de diámetro exterior y de 47 mm de diámetro interior, estas serán de aluminio 6063.

De la tabla 11, del apartado 4.2. de la ITC-LAT 07 del RLAT, se obtiene mediante interpolación de los datos, la densidad de corriente en el conductor:

$$D_{al} = 0,377 \text{ A/mm}^2$$

La intensidad máxima admisible en las barras es:

$$I_{m\acute{a}x} = D_{al} * Secci\acute{o}n$$

(Ecuación 75)

I_n 300% (A)	$I_{m\acute{a}x}$ admisible (A)
254,034	521,1271

Tabla 2.45

La barra escogida puede soportar perfectamente la intensidad que circulará por su través en régimen permanente.

2.1.8.3.1. Resistencia térmica ante cortocircuitos

Considerando que la temperatura final de embarrado será de 65 °C y la temperatura máxima recomendada que, según la norma UNE-EN 60865-1, es de 200 °C.

- Se calcula primeramente la intensidad térmica de cortocircuito.

$$I_t = I_{cc} * \sqrt{m + n}$$

(Ecuación 76)

Siendo:

I_t = Intensidad térmica de cortocircuito (kA).

I_{cc} = Intensidad de cortocircuito (kA). Facilitada por compañía eléctrica. En sus normas particulares, apartado 3.2. capítulo VI especificaciones técnicas para la conexión de suministros en media tensión, se establece una intensidad de cortocircuito de 16 kA.

m = Coeficiente. Considerando un $k=1,8$ y tiempo de eliminación de cortocircuito de 0,5 segundos. (Figura 2.1)

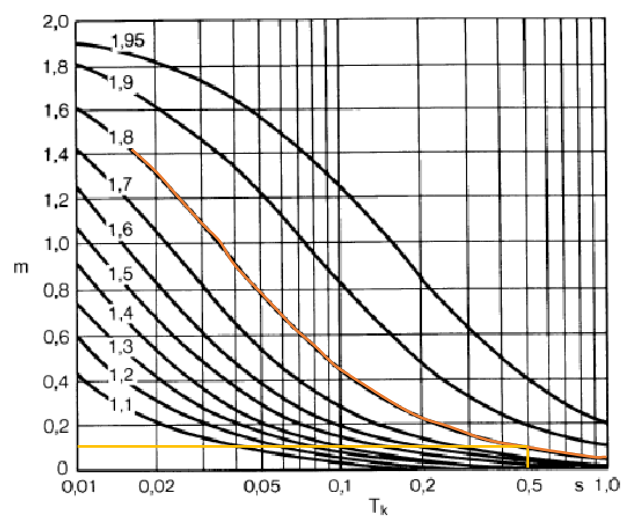


Figura 2.1

n = Coeficiente. Considerando un $k=1,8$ y tiempo de eliminación de cortocircuito de 0,5 segundos. (Figura 2.2)

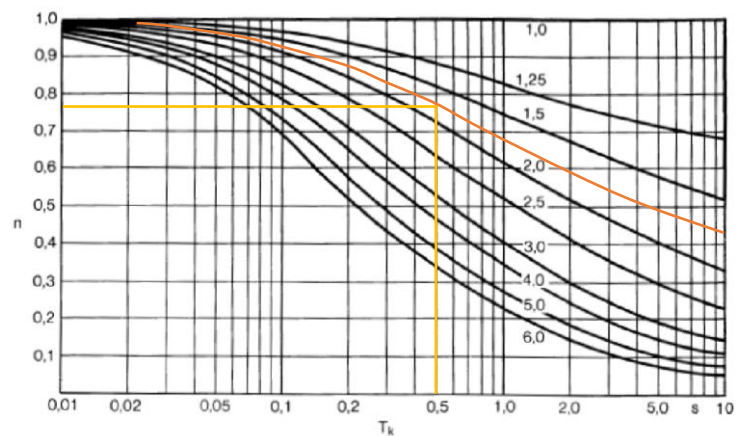


Figura 2.2

Obteniendo como resultado:

I_{cc} (kA)	m	n	I_t (kA)
16	0,05	0,77	14,5

Tabla 2.46

- Conocido el valor de corriente y conocida la sección de las barras, se obtiene ahora la densidad de corriente admisible de cortocircuito en las barras.

$$\delta = \frac{I_t}{Secc}$$

(Ecuación 77)

Siendo:

δ = Densidad de corriente (A/mm²).

I_t = Intensidad térmica de cortocircuito (kA).

Secc= Sección de la barra (mm²). La sección pertenece a una barra de diámetro interior de 47 mm y diámetro exterior de 63 mm.

I_t (A)	Secc (mm ²)	δ (A/mm ²)
14500	1382,3	10,5

Tabla 2.47

- Se obtiene finalmente, de la figura 2.3, el valor de densidad de corriente admisible por las barras. Considerando la temperatura máxima de cortocircuito de 200 °C y la temperatura final de embarrado de 65 °C.

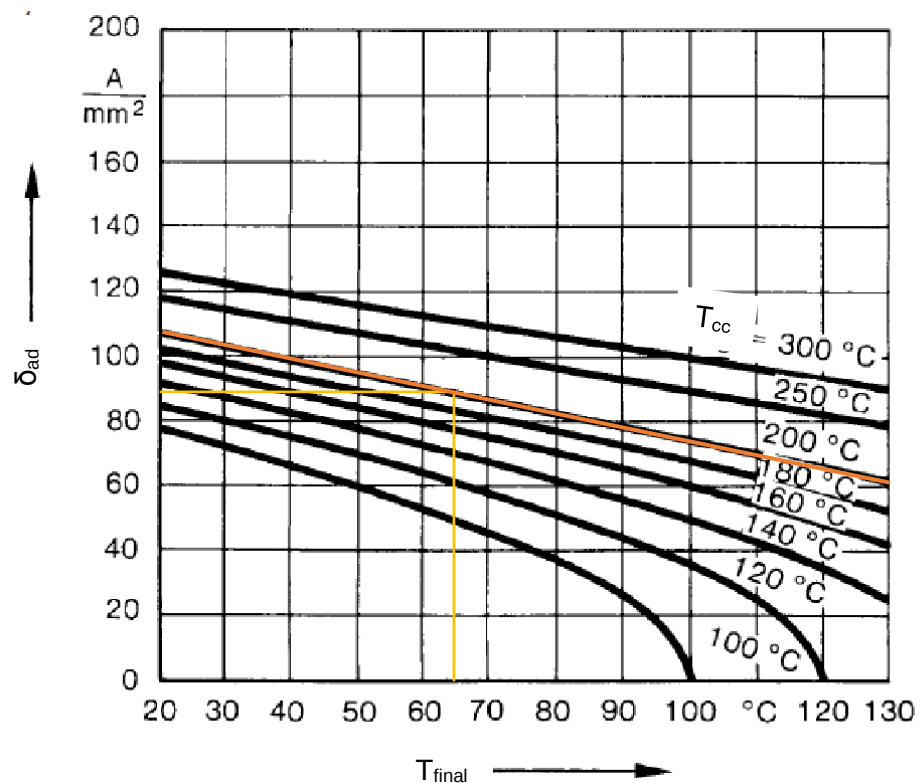


Figura 2.3

Obteniendo de la gráfica anterior (Figura 2.3) el siguiente valor:

T_{final} (°C)	T_{cc} (°C)	δ_{ad} (A/mm ²)
65	200	90

Tabla 2.48

Puesto que la densidad de corriente que puede soportar la barra seleccionada es superior, a la densidad de corriente que circularía por ella en caso de cortocircuito, esta será válida.

2.1.8.3.2. Cálculo mecánico

Se calculará la tensión debida a los esfuerzos producidos por el cortocircuito en el embarrado, despreciándose los producidos por el peso propio y por acción del viento.

Efectos producidos por el cortocircuito

$$T_{cc} = V_t * V_r * \beta * \frac{F_m * L}{8 * W}$$

(Ecuación 78)

$$F_m = \frac{\mu_0}{2 * \pi} * I_{cc}^2 * \frac{L}{a}$$

(Ecuación 79)

$$W = \frac{D^4 - d^4}{D} * \frac{\pi}{4}$$

(Ecuación 80)

Siendo:

T_{cc} = Tensión debida a cortocircuitos (N/m²).

L= Longitud entre apoyos (m).

V_t y V_r = Factores en función de fenómenos dinámicos.

$V_t * V_r$ =1,8 para sistemas trifásicos con reenganche.

β = Factor según la clase de soporte y fijación.

Según CEI-60865, este valor será de 0,73

F_m = Fuerza electrodinámica entre conductores cuando se produce un cortocircuito (N).

W= Módulo resistente del embarrado (m³).

I_{cc} = Intensidad de cortocircuito (A).

μ_0 = Permeabilidad de vacío (N/A²).

Siendo esta de $4 * \pi * 10^{-7}$ N/A²

a= Distancia entre fases (m).

Calculada en el apartado correspondiente, siendo la separación de fases de 1 metro.

d= Diámetro interior de la barra (m).

D= Diámetro exterior de la barra (m).

μ_0 (N/A ²)	L (m)	a (m)	I_{cc} (A)	F_m (N)
$4 * \pi * 10^{-7}$	4,7	1	16000	240,64

Tabla 2.49

D (m)	d (m)	W (m³)
0,063	0,047	0.0001355

Tabla 2.50

$V_r * V_t$	W (m³)	L (m)	F_m (N)	β	T_{cc} (N/m²)
1,8	0.0001355	4,7	179,2	0,73	1370443,84

Tabla 2.51

Esfuerzos soportados por las barras

Ahora se comprobará que las barras soportan esa tensión.

$$T_b = q * L_{0,2}$$

(Ecuación 81)

$$q = 1,7 * \frac{1 - \left(1 - 2 * \frac{s}{D}\right)^3}{1 - \left(1 - 2 * \frac{s}{D}\right)^4}$$

(Ecuación 82)

Siendo:

T_b = Tensión que soportan las barras (N/m²).

q = Factor de corrección según geometría de la barra.

$L_{0,2}$ = Límite elástico de la barra (N/m²).

s = Espesor de la barra (m).

D = Diámetro exterior de la barra (m).

S (m)	D (m)	q
0,008	0,063	1,4402

Tabla 2.52

$L_{0,2}$ (N/m²)	q	T_b (N/m²)
$170 * 10^7$	1,4402	244847955

Tabla 2.53

Puesto que la tensión que soportan las barras es mucho mayor a la tensión que se produce en estas por efecto cortocircuitos, estas barras serán apropiadas mecánicamente.

2.1.8.3.3. Tapones y elementos de sujeción

Los extremos de los tubos se taparán con unos tapones de aluminio (*Plano 33*) con las siguientes características:

- Fabricante: Preformed Line Products.
- Código: 41017201.
- Referencia: ECT63.
- Diámetro: 63 mm.
- Ancho: 39 mm.

Para la sujeción del embarrado a los aisladores verticales se utilizarán unos soportes fijos de aluminio (*Plano 32*) con las siguientes características:

- Fabricante: Preformed Line Products.
- Código: 41007601.
- Referencia: T63P76.
- Diámetro para tubo: 63 mm.
- Ancho: 49 mm.
- Altura: 110 mm.
- Diámetro conexión a aislador: 76 mm.
- Número de taladros base con aislador: 4.
- Diámetro de los taladros: 14 mm.
- Apriete: 50 N*m.

2.1.8.4. Aislamiento del embarrado

El embarrado estará sujeto a sus apoyos mediante aisladores rígidos de porcelana colocados en posición vertical. Estos aisladores deberán soportar los esfuerzos producidos por las barras. Estas reacciones se calculan con las ecuaciones siguientes:

- Para las reacciones en los aisladores de los extremos.

$$R_{extr} = V_f * V_r * a_{extr} * F_m$$

(Ecuación 83)

- Para las reacciones en los aisladores situados en la parte central.

$$R_{cent} = V_f * V_r * a_{cent} * F_m$$

(Ecuación 84)

Siendo:

R_{extr} = Reacción sobre los aisladores de los extremos (N).

R_{cent} = Reacción sobre los aisladores del centro (N).

F_m = Fuerza electrodinámica entre conductores cuando se produce un cortocircuito (N). Calculada anteriormente = 240,64 N.

V_f y V_r = Factores según fenómenos dinámicos.

a_{extr} = Factor dependiente del soporte de los apoyos. Siendo de 0,375.

a_{cent} = Factor dependiente del soporte de los apoyos. Siendo de 1,25.

Se determinan los factores V_f y V_r , pero para ello es necesario calcular algunos parámetros previamente.

- Momento de inercia axial de las barras:

$$J = \frac{\pi}{32} * (D^4 - d^4)$$

(Ecuación 85)

- Frecuencia natural del embarrado:

$$f_n = \frac{y}{L^2} * \sqrt{\frac{E * J}{m}}$$

(Ecuación 86)

Siendo:

J = Momento de inercia axial del embarrado (m^4).

D = Diámetro exterior de la barra (m).

d = Diámetro interior de la barra (m).

f_n = Frecuencia natural del embarrado (Hz).

y = Factor dependiente del tipo de soportes de los apoyos. Para tres apoyos (laterales y central) es de 2,45.

L = Distancia entre apoyos (m). Será de 3,5 metros.

E = Módulo de elasticidad del material (N/mm²). Siendo 69500 N/mm².

m = Peso por metro lineal de tubo (kg/m)

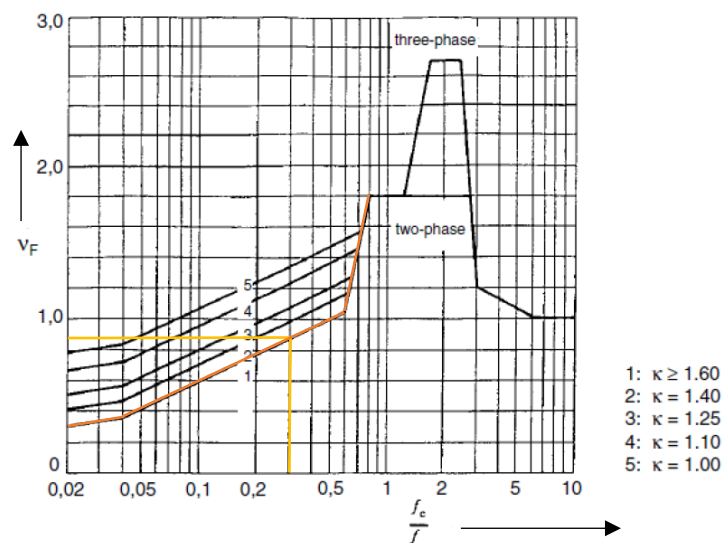
d (m)	D (m)	J (m ⁴)
0.063	0.047	$1,067 \cdot 10^{-6}$

Tabla 2.54

E (N/m ²)	m (kg/m)	J (m ⁴)	y	L (m)	f_n (Hz)
$6,95 \cdot 10^{10}$	3,73	$1,067 \cdot 10^{-6}$	2,45	4,7	15,64

Tabla 2.55

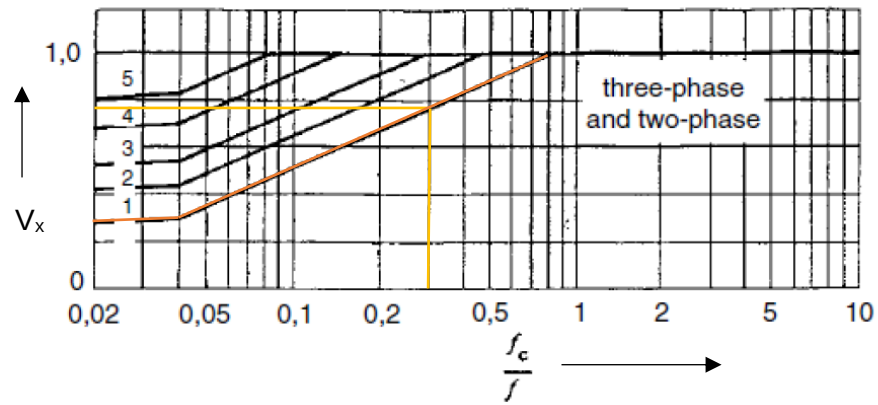
Una vez conocido este valor, teniendo en cuenta que la frecuencia de la red es de 50 Hz y el coeficiente $k=1,8$; en la figura 2.4 de la norma CEI 60865, se obtiene el coeficiente V_f .



(Figura 2.4)

Obteniendo un resultado de $V_f = 0,85$.

Se obtiene ahora el valor de V_x de la gráfica siguiente (Figura 2.5) para, con este valor calcular el valor V_r .



(Figura 2.5)

Obteniendo un resultado de $V_x = 0,76$.

$$V_r = \frac{1,8}{V_x}$$

(Ecuación 87)

V_x	V_f	V_r
0,76	0,85	2,368

Tabla 2.56

Las reacciones en el apoyo central serán superiores a la de apoyos en los extremos, obteniendo los siguientes resultados.

V_f	V_r	a_{extr}	a_{cent}	F_m (N)	R_{extr} (N)	R_{cent} (N)
0,85	2,368	0,375	1,25	240,64	181,63	605,45

Tabla 2.57

Los aisladores escogidos deben ser capaces de soportar estos esfuerzos además de tener la longitud necesaria para que la distancia, entre la base del apoyo y el conductor, sea superior a 0,5 metros.

Las características del aislador escogido (*Plano 31*) son:

- Fabricante: Poinsa.
- Designación: C4-250-PO.
- Material: Porcelana vidriada.
- Dimensiones:
 - o Altura: 560 mm.
 - o Diámetro máximo de la parte aislante: 215 mm.
 - o Diámetro cara del apoyo del herraje: 108 mm.
 - o Diámetro del círculo de fijación: 76 mm.
 - o Diámetro de la rosca: M12 mm.
- Línea de fuga mínima: 832 mm.
- Tensión nominal: 45 kV.
- Tensión máxima: 52 kV.
- Tensión soportada a los impulsos tipo rayo: 250 kV.
- Tensión soportada a frecuencia industrial: 95 kV.
- Carga de rotura a flexión: 6000 N.
- Carga de rotura a la torsión: 2000 N.
- Ensayos según CEI 60168.

2.1.8.5. Seccionadores

Para la elección de los seccionadores se calculará la intensidad nominal en régimen permanente, para un régimen de trabajo del transformador de potencia de un 100%:

$$I_n = \frac{S_n}{\sqrt{3} * V_n}$$

(Ecuación 88)

Según indica la norma CEI 146.463.2, se deberá diseñar la instalación para soportar sobrecargas puntuales, suponiendo para ello un funcionamiento del transformador del 150% durante dos horas y del 300% durante dos minutos.

- 150% durante dos horas:

$$I_n = \frac{S_n * 1,5}{\sqrt{3} * V_n}$$

(Ecuación 89)

- 300% durante dos minutos:

$$I_n = \frac{S_n * 3}{\sqrt{3} * V_n}$$

(Ecuación 90)

Siendo:

I_n = Intensidad nominal para los diferentes regímenes de trabajo (A).

S_n = Potencia (kVA).

V_n = tensión nominal (kV).

La siguiente tabla muestra los datos a tener en cuenta para la elección de los seccionadores:

Tensión más elevada (kV)	Tensión a frecuencia industrial (kV)	Tensión a impulsos rayo (kV)	I_n 100% (A)	I_n 150% (A)	I_n 300% (A)
52	95	250	84,68	127,017	254,034

Tabla 2.58

Los seccionadores escogidos (*Plano 26*) atendiendo a los datos calculados anteriormente, presentan las siguientes características:

- Fabricante: Coelme – Egic.
- Tipo apertura: Vertical.

- Tensión nominal: 52 kV.
- Tensión soportada a frecuencia industrial: 95 kV.
- Tensión soportada a impulsos tipo rayo: 250 kV.
- Corriente nominal permanente: Hasta 3150 A.
- Corriente de corta duración admisible: Hasta 63 kA / 3 segundos.
- Valor cresta de la corriente admisible: Hasta 160 kA.

2.1.8.6. Autoválvulas

El dimensionamiento de las autoválvulas se ha realizado de la siguiente manera.

2.1.8.6.1. Tensión máxima permanente

Para el cálculo de este parámetro, se tiene en cuenta que la red tiene el neutro puesto a tierra mediante impedancia, y por ello, la tensión de servicio continuo será igual a la tensión fase-tierra más elevada.

$$V_c = \frac{V_m}{\sqrt{3}}$$

(Ecuación 91)

Siendo:

V_c = Tensión máxima permanente (kV).

V_m = Tensión más elevada de la red (kV).

V_c (V)
30,02

Tabla 2.59

2.1.8.6.2. Intensidad nominal de descarga y capacidad de absorción de energía

La capacidad de absorción de energía está directamente relacionada con su corriente nominal de descarga, y se selecciona exclusivamente en función del valor de la corriente prevista que va a circular por la autoválvula.

Según CEI 99-5, las autoválvulas de 10 kA de capacidad nominal serán las de utilización preferente en redes de hasta 245 kV. Por lo que se tendrá en cuenta esta intensidad de 10 kA para la elección de las autoválvulas.

2.1.8.6.3. Capacidad de soportar sobretensiones temporales

Se pueden producir sobretensiones por defectos a tierra y por pérdidas repentinas de carga.

Defectos a tierra

Las sobretensiones por defectos a tierra de una fase, pueden producir en las otras dos fases unas sobretensiones de valores 140% superiores de la máxima a tierra.

$$V_r = V_c * 1,4$$

(Ecuación 92)

Siendo:

V_r = Tensión máxima con respecto a tierra (kV).

V_c = Tensión máxima permanente (kV).

V_r (kV)
42,02

Tabla 2.60

Pérdidas repentinas de carga

En redes de hasta 72 kV, la pérdida repentina de carga puede producir sobretensiones con valor máximo de 1,2 veces la tensión nominal.

$$V_p = V_n * 1,2$$

(Ecuación 93)

Siendo:

V_p = Tensión máxima con respecto a tierra (kV).

V_n = Tensión nominal (kV).

V_n (kV)	V_p (kV)
45	54

Tabla 2.61

2.1.8.6.4. Elección de las autoválvulas

Las autoválvulas se escogerán teniendo en cuenta la tensión nominal y teniendo en cuenta que deben reunir las condiciones calculadas anteriormente. Siendo estos requisitos los siguientes.

Tensión de servicio continuo superior a	30,02
Soportar, durante 10 segundos, una tensión de	42,02
Soportar, durante 1 segundo, una tensión de	54

Tabla 2.62

Las autoválvulas seleccionadas (*Plano 27*) son del fabricante ABB, y la denominación de estas es PEXLIM R41- YV052. Sus parámetros son:

- Fabricante: ABB.
- Designación: PEXLIM R41- YV052.
- Tensión de servicio continuo de 41 kV.
- Sobretensión, durante 10 segundos, de 56,1 kV.

- Sobretensión, durante 1 segundo, de 58,6 kV.
- Tensión máxima de la red: 52 kV.
- Tensión nominal: 51 kV.
- Revestimiento: YV052.
- Distancia de fuga: 1863 mm.
- Altura: 641 mm.
- Diámetro máximo aislamiento: 186 mm.
- Peso: 14 kg.

2.1.8.6.5. Margen de protección

El margen de protección no será inferior al 33%. Este margen se calcula con la siguiente ecuación.

$$MP = \left(\frac{NA}{NP} - 1 \right) * 100$$

(Ecuación 94)

Siendo:

MP= Margen de protección (%).

NA= Nivel de aislamiento del equipo a impulsos tipo rayo.

NP= Nivel de protección de las autoválvulas.

NA (kV)	NP (kV)	MP mínimo (%)	MP (%)
250	133	33	87,96

Tabla 2.63

Puesto que el margen de protección obtenido es superior al margen de protección mínimo, la autoválvula seleccionada es correcta.

2.1.8.7. Pararrayos

Se instalarán pararrayos pasivos formados por un conjunto de punta captadora y su soporte para la instalación en la parte superior de los pórticos. La base y soporte serán de acero cobreado, mientras que las puntas serán de cobre. Conectados a la red de tierras mediante conductor de cobre de 120 mm².

La norma CEI 62305-3 establece varios métodos de cálculo para el área de protección. El método empleado para este cálculo es el denominado “de la esfera rodante”.

La clase del sistema de protección contra el rayo será de tipo I, siendo su radio máximo de esfera rodante de 20 metros.

Tal y como se muestra en la imagen (*Figura 2.6*), con un total de 3 puntas captadoras ubicadas en los pórticos, se consigue proteger eficazmente todo el pre-parque.

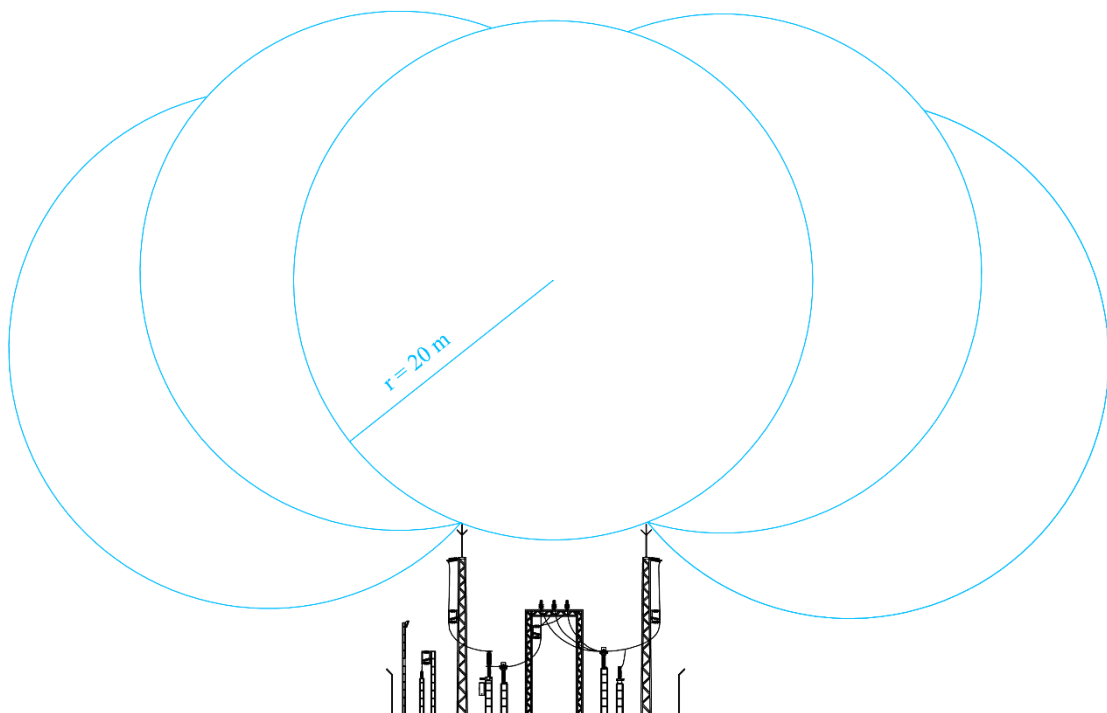


Figura 2.6

Las puntas captadoras (*Plano 34*) presentan las características siguientes:

- Fabricante: Ingesco.
- Material puntas: Cobre.
- Material soporte: Acero cobreado.
- Longitud punta principal: 480 mm.
- Número de puntas auxiliares: 4.
- Altura total: 2584 mm.
- Espesor base: 10 mm.
- Diámetro de punta: 20 mm.

2.1.8.8. Interruptor automático

Para la elección de los interruptores automáticos se deberán conocer los parámetros más característicos de estos:

- Intensidad de cortocircuito: Este dato lo proporciona la compañía distribuidora de la zona, en este caso la corriente de cortocircuito que nos facilita la compañía es de 16 kA.
- Intensidad nominal: Anteriormente se calcularon, para la elección de los seccionadores, estas intensidades nominales, para regímenes de trabajo del 100%, 150% y 300%.
- Tensión nominal, y sus niveles de aislamiento normalizado obtenidos de la tabla 12 en la ITC-LAT 07.

En la siguiente tabla se recogen los datos a tener en cuenta para la elección de los interruptores:

Tensión más elevada (kV)	Tensión a frecuencia industrial (kV)	Tensión a impulsos rayo (kV)	I_n 100% (A)	I_{cc} (kA)
52	95	250	84,68	16

Tabla 2.64

Los interruptores automáticos (*Plano 28*) escogidos tienen las características siguientes:

- Fabricante: ABB.
- Tipo: LTB 72,5 D1/B.
- Tensión nominal: 72,5 kV.
- Frecuencia nominal: 50/60 Hz.
- Tensión soportada a frecuencia industrial: 140 kV.
- Tensión soportada a impulsos tipo rayo: 325 kV.
- Corriente nominal de servicio: 3150 A.
- Corriente nominal de servicio en cortocircuito: 40 kA.
- Aislamiento: SF6.
- Aisladores: Porcelana.

2.1.8.9. Transformadores de tensión para medida

Los transformadores de tensión serán monofásicos, instalándose uno por cada fase. Para su elección se tendrán en cuenta los parámetros siguientes:

2.1.8.9.1. Tensiones e intensidades

Tensión más elevada (kV)	Tensión a frecuencia industrial (kV)	Tensión a impulsos rayo (kV)	I_n 100% (A)	I_{cc} (kA)
52	95	250	84,68	16

Tabla 2.65

2.1.8.9.1. Clase de precisión

Al tratarse de un transformador para la medida de contadores normales y aparatos de medida, su grado de precisión según la norma IEC será de Clase 0,5.

2.1.8.9.2. Potencia del secundario

Para determinar la potencia del secundario de estos transformadores, es necesario conocer las cargas que se conectarán en el secundario del mismo. Estas cargas son las siguientes:

Cargas a conectar	S (VA)	S_c (VA)
Voltímetro	6	22
Contadores activa y reactiva	7	
Vatímetro	4	
Fasímetro	5	

Tabla 2.66

Además de estas cargas, se tendrán en cuenta las pérdidas producidas en el cable a lo largo de su recorrido. El cable a emplear para la conexión del secundario con los equipos será de 6 mm², cumpliendo esta sección con la sección mínima según las normas de compañía.

Para el cálculo de estas pérdidas se han empleado las ecuaciones descritas a continuación:

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

(Ecuación 95)

$$I = \frac{S_c}{\sqrt{3} * U}$$

(Ecuación 96)

$$P = I^2 * R$$

(Ecuación 97)

$$S_p = \frac{P}{\cos(\varphi)}$$

(Ecuación 98)

Siendo:

R= Resistencia del tramo de conductor (Ω).

ρ= Resistividad del cobre (Ω*mm² / m).

L: Longitud del conductor (m). 30 metros hasta el cuadro de servicios auxiliares ubicado en la subestación.

secc= Sección del conductor (mm²).

S_c= Potencia de la carga (VA).

U= Tensión del secundario (V).

I= Intensidad (A).

P= Potencia activa de pérdidas (W).

cos(φ)= Factor de potencia.

S_p= Potencia aparente de pérdidas (VA).

Obteniendo como resultados:

ρ ($\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$)	L (m)	secc (mm^2)	R (Ω)
0,0171	30	6	0,0855

Tabla 2.67

S_c (VA)	U (V)	I (A)
22	110	0,1154

Tabla 2.68

R (Ω)	I^2 (A)	P (W)
0,0855	0,0133	0,001137

Tabla 2.69

P (W)	$\cos(\varphi)$	S_p (VA)
0,001137	0,8	0.000909

Tabla 2.70

Siendo la suma de las potencias demandadas por los equipos a conectar y las pérdidas en los conductores, la potencia mínima que debe tener el secundario (S_m), aunque como se puede observar, la potencia que se pierde en los conductores es inapreciable.

S_c (VA)	S_p (VA)	S_m (VA)
22	0.000909	22,000909

Tabla 2.71

Siendo recomendable que la potencia seleccionada (S_s) se encuentre comprendida entre un 30% y un 50% superior a la carga.

S_m (VA)	+ 30% S_s (VA)	+ 50% S_s (VA)	S_s (VA)
22,000909	28.60	33,00	30

Tabla 2.72

2.1.8.9.1. Transformador de tensión escogido

Las características del transformador de tensión (*Plano 30*) escogido para la medida son:

- Fabricante: ARTECHE.
- Modelo: UTB-52.
- Tensión de servicio: 52 kV.
- Tensión a frecuencia industrial: 95 kV.
- Tensión a impulsos tipo rayo: 250 kV.
- Línea de fuga estándar: 1300 mm.
- Tensión del primario: 45 kV.
- Tensión del secundario: 110 V.
- Grado de precisión: Clase 0,5.
- Potencia del secundario: 30 VA.
- Potencia térmica: 1500 VA.
- Aislamiento: papel-aceite.
- Altura total: 1335 mm.
- Anchura base: 300x300 mm.
- Peso: 95 kg.

2.1.8.10. Transformadores de intensidad para medida

Los transformadores de intensidad serán monofásicos, instalándose uno por cada una de las fases.

Se escogerán teniendo en cuenta las magnitudes siguientes:

2.1.8.10.1. Tensiones e intensidades

Tensión más elevada (kV)	Tensión a frecuencia industrial (kV)	Tensión a impulsos rayo (kV)	I_n 100% (A)	I_{cc} (kA)
52	95	250	84,68	16

Tabla 2.73

2.1.8.10.2. Clase de precisión

Al tratarse de un transformador para la medida de contadores normales y aparatos de medida, su grado de precisión según la norma CEI será de Clase 0,5.

2.1.8.10.3. Potencia del secundario

Para determinar la potencia del secundario de estos transformadores, es necesario conocer las cargas que se conectarán en el secundario del transformador. Estas cargas son las siguientes:

Cargas a conectar	S (VA)	S_c (VA)
Amperímetro	2	10
Contadores activa y reactiva	5	
Vatímetro	3	

Tabla 2.74

Además de estas cargas, se tendrán en cuenta las pérdidas producidas en el cable a lo largo de su recorrido. El cable a emplear para la conexión del secundario con los equipos será de 6 mm², cumpliendo esta sección con la sección mínima según las normas de compañía.

Para el cálculo de estas pérdidas se han empleado las ecuaciones descritas a continuación:

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

(Ecuación 99)

$$P = I^2 * R$$

(Ecuación 100)

$$S_p = \frac{P}{\cos(\varphi)}$$

(Ecuación 101)

Siendo:

R= Resistencia del tramo de conductor (Ω).

ρ = Resistividad del cobre ($\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$).

L: Longitud del conductor (m). 30 metros hasta el cuadro de servicios auxiliares ubicado en la subestación.

secc= Sección del conductor (mm^2).

P= Potencia activa por pérdidas (W).

I= Intensidad (A).

$\cos(\varphi)$ = Factor de potencia.

S_p = Potencia aparente por pérdidas (VA).

Obteniendo como resultados:

ρ ($\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$)	L (m)	secc (mm^2)	R (Ω)
0,0171	30	6	0,0855

Tabla 2.75

R (Ω)	I^2 (A)	P (W)
0,0855	25	2,1375

Tabla 2.76

P (W)	$\cos(\varphi)$	S_p (VA)
2,1375	0,8	2,67187

Tabla 2.77

Siendo la suma de las potencias demandadas por los equipos a conectar y las pérdidas en los conductores, la potencia mínima que debe tener el secundario (S_m).

S_c (VA)	S_p (VA)	S_m (VA)
10	2,67187	12,67187

Tabla 2.78

Siendo finalmente la potencia seleccionada (S_s) superior a la potencia demandada por los equipos, en al menos el 30% de esta.

S_m (VA)	$S_m + 30\%$ (VA)	S_s (VA)
12,67187	16,4734	25

Tabla 2.79

2.1.8.10.4. Transformador de intensidad para medida escogido

Las características del transformador de intensidad (*Plano 29*) escogido para la medida son:

- Fabricante: ARTECHE.
- Modelo: CA-52.
- Tensión de servicio: 52 kV.
- Tensión a frecuencia industrial: 95 kV.
- Tensión a impulsos tipo rayo: 250 kV.
- Intensidad del primario: 100 A.
- Intensidad del secundario: 5 A.
- Grado de precisión: Clase 0,5.
- Potencia del secundario: 25 VA.

- Intensidad de cortocircuito: Hasta 120 kA.
- Aislamiento: papel-aceite.
- Línea de fuga estándar: 1300 mm.
- Altura total: 1625 mm.
- Altura base a conexiones: 1185 mm.
- Peso: 260 kg.

2.1.8.11. Transformadores de intensidad para protección y medida

Estos transformadores de intensidad serán monofásicos, instalándose uno por cada una de las fases. Dispondrá de dos devanados secundarios, uno para la medida y otro para la protección.

Para el devanado de medida, los parámetros a tener en cuenta serán los calculados previamente en el apartado anterior. Teniendo que obtener los parámetros que definen el segundo devanado empleado para la protección.

2.1.8.11.1. Tensiones e intensidades

Tensión más elevada (kV)	Tensión a frecuencia industrial (kV)	Tensión a impulsos rayo (kV)	I_n 100% (A)	I_{cc} (kA)
52	95	250	84,68	16

Tabla 2.80

2.1.8.11.1. Clase de precisión

La clase de precisión para el devanado de protección es de 5P. Debido a que los relés a los que alimenta son direccionales.

2.1.8.11.2. Potencia del secundario

Para determinar la potencia del secundario de estos transformadores, es necesario conocer las cargas que se conectarán en el secundario del transformador.

Cargas a conectar	S (VA)	S _c (VA)
Relés	24	24

Tabla 2.81

No se tendrán en cuenta las pérdidas producidas en el cable a lo largo de su recorrido ya que este recorrido hasta el interruptor automático es muy pequeño, por lo que las pérdidas son inapreciables.

Siendo finalmente la potencia seleccionada (S_s) superior a la potencia demandada por los relés, en al menos el 30% de esta.

S _m (VA)	S _m + 30% (VA)	S _s (VA)
24	31,2	50

Tabla 2.82

2.1.8.11.3. Transformador de intensidad escogido

Tanto el devanado de medida como el de protección se alojarán en el mismo transformador. Las características del transformador de intensidad (*Plano 29*) escogido para la medida y protección son:

- Fabricante: ARTECHE.
- Modelo: CA-52.
- Tensión de servicio: 52 kV.
- Tensión a frecuencia industrial: 95 kV.
- Tensión a impulsos tipo rayo: 250 kV.
- Intensidad del primario: 100 A.
- Intensidad del secundario: 5 A.
- Intensidad de cortocircuito: Hasta 120 kA.
- Aislamiento: papel-aceite.
- Línea de fuga estándar: 1300 mm.
- Altura total: 1625 mm.
- Altura base a conexiones: 1185 mm.
- Devanado de medida:

- Grado de precisión: Clase 0,5.
- Potencia del secundario: 25 VA.
- Devanado de protección:
 - Grado de precisión: 5P.
 - Potencia del secundario: 50 VA.

2.1.8.12. Alumbrado

El alumbrado para el pre-parque se realizará mediante 4 luminarias ubicadas según se muestra en el plano de alzado y planta del pre-parque (*Planos 12 y 13*)

El tipo de luminarias escogido es:

- Fabricante: Simon.
- Modelo: Milos M.
- Flujo luminoso: 10700 Lm.
- Potencia: 96 W.
- Grado de eficacia de funcionamiento: 98,66%.
- Rendimiento lumínico: 110 Lm/W.
- Temperatura de color: 3000 °K.
- Tensión alimentación: 230 V.
- Tipo lámpara: 60 LED
- Grado de protección: Clase I, IP 66.

2.1.8.13. Puesta a tierra del pre-parque

Para el cálculo de la puesta a tierra del pre-parque se ha tenido en cuenta lo contemplado en la ITC-RAT 13. Los datos de partida para este cálculo son los siguientes:

- Resistividad del terreno= 300 Ω /m.
- Profundidad de enterramiento de electrodos= 0,5 m.
- Tiempo de despeje de la falta= 0,5 segundos.
- Intensidad de cortocircuito= 16 kA

2.1.8.13.1. Tensión de contacto y de paso admisibles

La tensión de paso máxima que se producirá en el cuerpo humano:

$$V_p = 10 * \frac{K}{t^n} * \left(1 + \frac{6 * \rho_s}{1000}\right)$$

(Ecuación 102)

La tensión de contacto máxima que se producirá en el cuerpo humano:

$$V_c = \frac{K}{t^n} * \left(1 + \frac{1,5 * \rho_s}{1000}\right)$$

(Ecuación 103)

Siendo:

t= Tiempo de duración de la falta (s)

K, n= Constantes en función del tiempo de duración de la falta:

0,1 s < t ≤ 0,9 s	K=72	n=1
0,9 s < t ≤ 3 s	K=78,5	n=0,18
3 s < t ≤ 5 s	V _{ca} =64v	V _{pa} =640v
5 s < t	V _{ca} =50v	V _{pa} =500v

ρ_s= Resistividad superficial del terreno (Ω*m).

Obteniendo como resultado de las tensiones de contacto y de paso aplicadas al cuerpo humano, las que figuran en la siguiente tabla:

Tensiones de contacto y de paso máximas admisibles aplicadas al cuerpo humano					
t (s)	K	n	ρ _s (Ω/m)	V _p (V)	V _c (V)
0,5	72	1	300	4032	208,8

Tabla 2.83

2.1.8.13.2. Sección de electrodo para puesta a tierra

Para la puesta a tierra de se empleará como electrodo un conductor de cobre desnudo dispuesto en forma de malla, que abarcará todo el terreno del pre-parque (*Plano 14*), con una sección según se calcula a continuación:

$$S_{ecc} = \frac{I_{cc}}{d_{cm}}$$

(Ecuación 104)

Siendo:

S_{ecc} = Sección mínima (mm²).

D_{cm} = Densidad de corriente máxima que podrá circular por el electrodo (A/mm²). Para el cobre 160 A/mm².

I_{cc} = Intensidad de cortocircuito (A).

D_{cm} (A/mm ²)	I_{cc} (A)	S_{ecc} (mm ²)	S_{ecc} Normalizada (mm ²)
160	16000	100	120

Tabla 2.84

2.1.8.13.3. Tensión de contacto y de paso aplicadas

La tensión de paso se calcula mediante:

$$V_{pa} = 0,366 * \rho_s * D_{lin} * \log \left(\frac{\left(\frac{D}{2}\right)^2 + h^2}{h^2} \right)$$

(Ecuación 105)

La tensión de contacto se calcula mediante:

$$V_{ca} = 0,366 * \rho_s * D_{lin} * \log \left(\frac{(D^2 + 4 * h^3)^{3/2}}{16 * h * d * D} \right)$$

(Ecuación 106)

Para el cálculo de la tensión de contacto y de paso será necesario calcular otros parámetros, el cálculo de estos se muestra a continuación:

- Diámetro del conductor:

$$d = 2 * \sqrt{\frac{S_{ecc}}{\pi}}$$

(Ecuación 107)

- Densidad lineal de corriente por el electrodo:

$$D_{lin} = \frac{I_{cc}}{L_c + L_p}$$

(Ecuación 108)

Siendo:

V_{pa} = Tensión de paso aplicada (V).

V_{ca} = Tensión de contacto aplicada (V).

ρ_s = Resistividad del terreno (Ω/m).

D_{lin} = Densidad lineal de corriente por el electrodo (A/m).

D = Distancia de cuadrícula de la malla (m). Esta estará formada por cuadrados de 0,5x0,5 metros.

d = Diámetro del electrodo (m).

h = Profundidad de enterramiento de electrodos (m).

S_{ecc} = Sección del electrodo (mm^2).

I_{cc} = Intensidad de cortocircuito (A).

L_p = Longitud total de picas (m). En este caso no existen picas.

L_c = longitud total de electrodo (m). 1472 metros en total.

- El cálculo de la longitud total de electrodo ha sido calculado como muestra la fórmula, teniendo en cuenta que el perímetro donde se instalará el electrodo será de 16 x 23 metros y estará formado por cuadrados de 0,5 metros:

$$L_c = (16 * 23/0,5) + (23 * 16/0,5)$$

(Ecuación 109)

Obteniendo los resultados mostrados en la tabla:

Tensiones de contacto y de paso aplicadas									
S_{ecc} (mm ²)	I_{cc} (kA)	L_c (m)	h (m)	d (m)	D (m)	D_{lin} (A/m)	ρ_s (Ω/m)	V_{pa} (V)	V_{ca} (V)
120	16	1472	0,5	0,124	0.5	10,26	300	115,66	141,411

Tabla 2.85

Tensiones máximas admisibles		Tensiones aplicadas
V_c (V)	Cumple >	V_{ca} (V)
208,8		141,411
V_p (V)	Cumple >	V_{pa} (V)
4032		115,66

Tabla 2.86

Al cumplirse que los valores obtenidos son inferiores a los máximos admisibles este diseño de puesta a tierra es correcto.

2.1.8.13.4. Resistencia de puesta a tierra

La resistencia de puesta a tierra se calcula con la siguiente fórmula:

$$R_t = \frac{\rho_s}{L_c + L_p + 4 * r}$$

(Ecuación 110)

$$r = \sqrt{\frac{A}{\pi}}$$

(Ecuación 111)

Siendo:

R_t = Resistencia de puesta a tierra (Ω).

r = Radio del anillo equivalente al área de la malla (m).

A = Área de la malla de tierra (m^2).

Resistencia de puesta a tierra				
L_c (m)	r (m)	A (m^2)	ρ_s (Ω/m)	R_t (Ω)
1472	10,82	368	300	7,133

Tabla 2.87

2.1.8.14. Distancias de seguridad

En el pre-parque se deben mantener unas distancias mínimas entre elementos, pasillos, etc.

Estas distancias cumplirán con lo establecido en la ITC-RAT-15, donde se determinan las distancias mínimas que se deben cumplir.

2.1.8.14.1. Distancia fase - tierra

Para la distancia entre fase y tierra, según ITC-RAT 12, la mínima distancia entre fases y partes conectadas a tierra es de 480 mm.

D_{F-T} (m)	D_{F-T} Para diseño (m)
0,48	0,5

Tabla 2.88

Para el diseño del pre-parque, la distancia mínima a adoptar será de 0,5 metros.

2.1.8.14.2. Distancia fase - fase

Para el cálculo de la distancia entre fases, se tendrá en cuenta que esta distancia será la distancia de separación entre fase y elementos a tierra aumentada un 15 %.

Para la obtención de esta distancia se tendrá en cuenta que, para conductores flexibles, existirán desplazamientos debidos al vientos y seísmos. Por ello, se aplicará un coeficiente que varía de 1,8 a 2.

$$D_{F-F} = D_{F-T} * 1,8$$

(Ecuación 112)

Siendo:

D_{F-F} = Distancia entre fases (m).

D_{F-T} = Distancia entre fase y elementos a tierra (m).

$D_{F-T} + 15\%$ (m)	D_{F-T} (m)	Coef.	D_{F-F} (m)	D_{F-F} Para diseño (m)
0,552	0,48	1,8	0,864	1

Tabla 2.89

Obteniendo una distancia de 0,864 metros de separación entre fases, que es superior a la distancia entre fase y tierra incrementada un 15%.

A efectos de diseño, se empleará una distancia de 1 metro de separación entre fases como mínimo.

2.1.8.14.3. Distancias en los pasillos de servicio

La anchura mínima en los pasillos, según ITC-RAT 14, debe ser suficiente para permitir la maniobra e inspección de las instalaciones, así como la circulación de personas con el equipo y maquinaria necesaria para realizar estas labores. Esta distancia se obtendrá mediante la operación:

$$A_p = 0,9 + D_{F-T}$$

(Ecuación 113)

Siendo:

A_p = Anchura en pasillos (m).

D_{F-T} = Distancia entre fase y elementos a tierra (m).

Con un mínimo de:

- 1 metro para pasillos de maniobra con elementos en tensión a un solo lado.
- 1,2 metros para pasillos de maniobra con elementos en tensión a ambos lados.
- 0,8 metros para pasillos de inspección con elementos en tensión a un solo lado.
- 1 metros para pasillos de inspección con elementos en tensión a ambos lados.

Los pasillos estarán libres de todo obstáculo hasta una altura de 2,5 metros.

La altura mínima de los elementos en tensión que se encuentren sobre los pasillos, será de:

$$H_p = 2,50 + D_{F-T}$$

(Ecuación 114)

Siendo:

H_p = Altura mínima de los elementos en tensión que se encuentren sobre los pasillos (m).

D_{F-T} = Distancia entre fase y elementos a tierra (m).

Anchura pasillos		Altura pasillos		
A_p (m)	A_p Diseño (m)	Cualquier elemento (m)	H_p (m)	H_p Diseño (m)
1,38	1,4	2,5	2,98	3,3

Tabla 2.90

2.1.8.14.4. Altura de los equipos al suelo

La altura mínima, de las partes en tensión de los equipos al suelo, se determinará mediante la fórmula que viene a continuación. Teniendo en cuenta que, la parte inferior del elemento aislante de estos y la base metálica, no estará a una altura inferior a 2,3 metros.

$$H_s = 2,3 + 0,0105 * V_m$$

(Ecuación 115)

Siendo:

H_s = Altura mínima de los equipos al suelo (m).

V_m = Tensión más elevada (kV).

V_m (kV)	H_s (m)	H_s Para diseño (m)	Altura mín. de partes aislantes (m)
52	2,846	3,3	2,3

Tabla 2.91

2.1.8.14.5. Altura de las barras colectoras al suelo

Esta distancia se determinará mediante la siguiente expresión:

$$H_{bs} = 5 + 0,0105 * V_m$$

(Ecuación 116)

Siendo:

H_{bs} = Altura mínima de las barras colectoras al suelo (m).

V_m = Tensión más elevada (kV).

V_m (kV)	H_{bs} (m)	H_{bs} Para diseño (m)
52	5,546	8,67

Tabla 2.92

2.1.8.14.6. Altura de conductores al suelo en pórtico entrada y salida

Esta altura no será en ningún caso inferior a 6 metros. Para calcular esta altura se realiza la siguiente operación:

$$H_{cp} = 5 + 0,006 * V_m$$

(Ecuación 117)

Siendo:

H_{cp} = Altura mínima de los conductores al suelo al suelo en su llega al pórtico de entrada y a la salida del pórtico de salida. (m).

V_m = Tensión más elevada (kV).

V_m (kV)	H_{cp} (m)	H_{cp} Para diseño (m)
52	5,312	12

Tabla 2.93

2.1.8.14.7. Distancia mínima a vehículos

En este caso, los vehículos no entrarán al recinto, trabajando estos desde el exterior del recinto, por lo que no habrá riesgo en cuanto a distancias verticales. Para distancias horizontales serían:

$$D_{ve} = 0,7 + 0,9 + D_{F-T}$$

(Ecuación 118)

Siendo:

D_{ve} = Distancia mínima a vehículos (m).

D_{F-T} = Distancia entre fase y elementos a tierra (m).

D_{F-T} (m)	D_{ve} (m)	D_{ve} Para diseño (m)
0,48	1,132	2,1

Tabla 2.94

2.2. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

2.2.1. OBJETO

El objeto del presente estudio básico de seguridad y salud es cumplimentar lo establecido en el Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.

2.2.2. ÁMBITO DE APLICACIÓN

El ámbito de aplicación corresponde exclusivamente a las obras durante la ejecución del proyecto de LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN CON ENTRADA Y SALIDA EN PRE-PARQUE en la provincia de Jaén.

2.2.3. NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD APLICABLES A LA OBRA

2.2.3.1. Plan de seguridad y salud en el trabajo

Se elaborará por parte del contratista un plan de seguridad y salud en el trabajo. En este plan se estudiarán, analizarán y complementarán las previsiones que contiene el estudio básico según su propio sistema de ejecución de obra.

El presente plan de seguridad y salud en el trabajo evalúa los riesgos y la actividad preventiva en relación a los trabajos que se realizarán en la obra.

Este plan deberá ser aprobado por el director de obra, antes del inicio de la misma.

Podrá ser modificado este plan de seguridad y salud por el contratista, previa aprobación del director facultativo de la obra, en función de la ejecución y evolución de la obra y de las posibles modificaciones o incidencias que puedan surgir durante la obra.

2.2.3.2. Obligaciones de los contratistas y subcontratistas

- Aplicación de los principios de la acción preventiva los cuales se encuentran recogidos en el artículo 15 de la ley de prevención de riesgos laborales.
- Cumplir y hacer que su personal cumpla lo establecido en el plan de seguridad y salud.
- Cumplir con la normativa en materia de prevención de riesgos laborales.
- Proporcionar información e instrucciones adecuadas a los trabajadores sobre todas las medidas a adoptar en cuanto a seguridad y salud en la obra.
- Atender y cumplir las indicaciones e instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud en el transcurso de la obra.
- Serán responsables, tanto contratistas como subcontratistas, de la correcta ejecución de las medidas preventivas expuestas en el plan de seguridad y salud, tanto en obligaciones que les correspondan directamente a ellos como a los trabajadores autónomos contratados por ellos.
- Contratistas y subcontratistas responderán de las consecuencias derivadas del incumplimiento de las medidas expuestas en este plan.

2.2.3.3. Obligaciones de los trabajadores autónomos

- Llevar a cabo los principios de la acción preventiva recogidos en el artículo 15 de la ley de prevención de riesgos laborales, en particular a desarrollar las actividades o tareas de puesta en práctica, durante la ejecución de la obra, de los principios generales aplicables.
- Cumplir las disposiciones de seguridad que establece el presente estudio básico de seguridad, más las disposiciones mínimas establecidas por el real decreto 1627/1997.
- Cumplir con las obligaciones establecidas en el artículo 29, apartados 1 y 2 de la ley de prevención de riesgos laborales, en

materia de prevención de riesgos laborales para los trabajadores.

- Los equipos de trabajo empleados por los trabajadores se ajustarán a las disposiciones mínimas de seguridad y salud establecidas en el real decreto 1215/1997, de 8 de julio.
- Los equipos de protección individual se elegirán y utilizarán según lo previsto en el real decreto 773/1997, de 30 de mayo, en el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al uso de equipos de protección individual por los trabajadores.
- Atender y cumplir con las indicaciones e instrucciones del coordinador o dirección facultativa en materia de salud y seguridad durante la ejecución de la obra.

2.2.3.4. Obligaciones del director facultativo de la obra

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad al tomar decisiones técnicas y organizativas con el fin de planificar los trabajos que se desarrollen simultáneamente o sucesivamente. Así como al estimar la duración de estos trabajos.
- Coordinar las actividades de la obra con el fin de garantizar que contratistas y trabajadores autónomos aplique de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva recogidos en el artículo 15 de la ley de prevención de riesgos laborales.
- Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista, así como las modificaciones que se hayan introducido en este plan.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales prevista en el artículo 24 de la ley de prevención de riesgos laborales.
- Coordinar, para la correcta aplicación de los métodos de trabajo, las acciones y funciones de control.
- Adoptar las medidas necesarias para impedir el paso a la obra de personal no autorizado.

2.2.3.5. Libro de incidencias

Existirá un libro de incidencias con hojas por duplicado, que se encontrará en la oficina de obra, para el control y seguimiento del plan de seguridad y salud. Será facilitado por el colegio profesional del colegiado que firma el estudio básico de seguridad y salud.

Este libro de incidencias siempre estará en obra en poder de la dirección facultativa de obra o del coordinador en materia de seguridad y salud.

Tendrán acceso a este libro de incidencias:

- Técnico de empresa responsable de la obra.
- Contratistas.
- Subcontratistas.
- Trabajadores autónomos.
- Personas u órganos con responsabilidad en materia de prevención.
- Representantes de los trabajadores.
- Técnicos de órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las administraciones públicas competentes.

Efectuada una anotación en dicho libro, el coordinador en materia de seguridad y salud o dirección facultativa, estará obligada en el plazo de veinticuatro horas, a remitir una copia a la inspección de trabajo y seguridad social de la provincia en la que se realiza la obra. Se deberán notificar también las anotaciones al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste.

2.2.3.6. Paralización de los trabajos

Cuando dirección facultativa de la obra o el coordinador de seguridad y salud, durante la ejecución de la obra, detectase el incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá de ello al contratista, dejando además constancia del incumplimiento en el libro de incidencias, quedando facultado para la paralización de los trabajos o la totalidad de la obra, si se dan circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores.

La persona que hubiera ordenado la paralización deberá dar cuenta a la inspección de trabajo y seguridad social correspondiente, a los contratistas, subcontratistas y representantes de los trabajadores.

2.2.4. RIESGOS DE LA OBRA

2.2.4.1. Identificación de riesgos laborales en la obra

- Caída de operarios a mismo nivel.
- Caída de operarios a distinto nivel.
- Caída de objetos sobre operarios en manipulación de los mismos.
- Caída de objetos sobre operarios.
- Choques o golpes contra objetos móviles.
- Choques o golpes contra objetos inmóviles.
- Atrapamientos.
- Aplastamientos.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Proyección de partículas a ojos
- Cortes en manos y pies por objetos o herramientas.
- Atropello de vehículos.

2.2.4.2. Propuesta de medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir los riesgos laborales en la obra

Se establecen de uso obligatorio, a fin de controlar y reducir los riesgos laborales de la obra, las medidas preventivas y protecciones para la realización de los trabajos.

2.2.4.2.1. Protecciones personales

Protecciones para la cabeza

- Casco de seguridad aislante para todas las personas que participen en la obra. Irán marcados con las siglas C.E. indicando la función a que van destinados y el aislamiento eléctrico.

- Protecciones auditivas en zonas donde el ruido sea alto.
- Pantalla de protección para trabajos de soldadura.
- Gafas para protección contra proyección de partículas.

Protecciones del cuerpo

- Cinturones o arnés de seguridad para trabajos desde una altura superior a tres metros con riesgo de caída.
- Ropa de trabajo adecuada a la tarea a desempeñar.

Protecciones de las extremidades superiores

- Guantes de cuero y anticorte.
- Guantes dieléctricos para trabajos en tensión. Estando estos homologados. Estos tendrán en sitio visible el fabricante, mes y año de fabricación, clase y categoría.
- Las herramientas para trabajos en tensión estarán homologadas para tal fin.

Protecciones de las extremidades inferiores

- Botas de seguridad homologadas.

2.2.4.2.2. Acceso y zonas de paso del personal, prevención de incendios, orden y limpieza

- Las aperturas de huecos horizontales, independientemente de su tamaño, deben cubrirse mediante un tablero resistente, red, mallazo electrosoldado o equivalente, cuando no se esté trabajando en sus inmediaciones.
- Las armaduras o conectores metálicos que sobresalgan de las esperas de las mismas se cubrirán por resguardos tipo “seta”.
- Cuando sea necesario el paso de personas sobre zanjas o desniveles originados por el trabajo, se colocará pasarelas prefabricadas de metal o en su defecto realizadas “in situ” de manera que su anchura mínima sea de 1 metro, capaz de resistir 300 kg de peso, dotada de barandilla de seguridad en sus laterales y guirnalda de iluminación nocturna.

- Para evitar la polvareda en las zonas de trabajo que pueda originar el traslado de armaduras, se regarán las zonas de paso.
- Se establecerá en un lugar seguro fuera de la zona de los trabajos para el acopio de materiales inflamables y combustibles, así como zona de aparcamiento de vehículos y máquinas.
- Junto a los acopios de materiales combustibles, en oficinas y almacenes, se dispondrá del tipo y número de extintores adecuados al riesgo de incendio.
- El grupo electrógeno, en sus inmediaciones, tendrá un extintor con agente seco para combatir incendios. En caso de incendio en este equipo, emplear el extintor de sus inmediaciones, nunca emplear agua o espumas.
- En zonas de aparcamiento de maquinaria se dispondrá de los extintores necesarios que serán de polvo polivalente.

2.2.4.2.3. Condiciones preventivas del entorno de la zona de trabajo

- Se comprobará la correcta colocación de barandillas, mallazo o redes que se encuentren en la obra, protegiendo la caída de personas en la zona de trabajo.
- Las máquinas y vehículos que realicen maniobras por las zonas de trabajo o circulación de peatones, deberán de ordenarse y controlarse mediante personal auxiliar debidamente adiestrado, que vigile y dirija sus movimientos.
- Se establecerá un sistema de iluminación provisional de las zonas de trabajo y de paso. Según lo dispuesto en R. D. 486/1997:
 - o Zonas de paso: 50 lux.
 - o Zonas de trabajo: 200 lux.
 - o Accesorios estancos a la humedad.
 - o Portátiles de alumbrado eléctrico: 24 voltios.
 - o Prohibido el uso de iluminación de llama.
- Prohibido la colocación de focos reposando sobre armaduras.

- La señalización de obstáculos o zona de caída de objetos se realizará mediante la colocación de una cinta de color negro y amarillo, inclinándose 60 grados con la horizontal.
- La zona de trabajo se delimitará mediante cintas de color rojo o bandas de color rojo y blanco.

2.2.4.2.4. Señales óptico acústicas de vehículos de obra

- Bocina o claxon para señalización acústica.
- Señales sonoras y luminosas para indicación de marcha atrás.
- Señalizador rotativo luminoso destellante de color ámbar, en la parte más alta de la cabina, para alertar de su presencia.
- Dos focos de posición y cruce en su parte delantera y dos pilotos luminosos de color rojo en la parte trasera.
- Dispositivo de balizamiento de posición y preseñalización (lamas, conos, cintas, lámparas destellantes, etc.).

2.2.4.2.5. Trabajo en andamios

- Las plataformas de trabajo serán las normalizadas por el fabricante para sus andamios, asegurando la perfecta sujeción de la plataforma al resto de la estructura. Estas plataformas serán como mínimo de 60 cm de ancho.
- Para andamios con plataforma de trabajo situada a más de 2 metros de altura o con riesgo de caída, se protegerá su perímetro con barandillas metálicas de 1 m de altura y rodapié de 20 cm.
- Los andamios deben reposar siempre en suelo firme y resistente. En caso de desnivel del terreno deberá emplearse un pie de andamio regulable para su nivelación, quedando prohibido el uso de otro elemento que no sea el anteriormente mencionado.
- Para andamios sobre ruedas, no podrán ser desplazados son personas o material en la plataforma de trabajo. Para trabajar sobre estos, las ruedas deben estar perfectamente inmovilizadas.

- El espacio horizontal entre un paramento vertical y la plataforma de trabajo no será superior a 30 cm, esta distancia se asegurará mediante el anclaje adecuado del andamio al paramento vertical.
- Para plataformas de madera tradicionales se deberán cumplir las características siguientes:
 - o Anchura mínima de 60 cm, equivalente a tres tablones de 20 cm de ancho.
 - o Espesor no inferior a 7 cm, pudiendo ser no inferior a 5 cm en caso de madera de abeto.
 - o Longitud máxima entre apoyos de tablones de 2,5 metros.
 - o Los elementos de madera no pueden montar entre sí formando escalones.
 - o Estarán perfectamente sujetos a la estructura portante.

2.2.4.2.6. Trabajos con escalera de mano

- Las escaleras empleadas para la obra serán de aluminio o hierro preferentemente, a no ser posible se emplearán de madera, pero con los peldaños ensamblados y no clavados. Estarán dotadas de zapatas, sujetas en la parte superior.
- La escalera será elegida previamente según el tipo de tarea a realizar.
- Nunca se apoyarán sobre materiales sueltos, sino sobre superficies planas y resistentes.
- Se apoyarán en los largueros, nunca en los peldaños.
- El ascenso y descenso se efectuará siempre frente a las mismas.
- En las inmediaciones de líneas eléctricas se mantendrán las distancias de seguridad siguientes: 5 metros para alta tensión y 3 metros para baja tensión.
- Las escaleras de tijeras estarán provistas de cadenas o cables que impidan su abertura al ser utilizadas, así como topes en su extremo superior.
- Deberán reunir las garantías de solidez, estabilidad y seguridad. Como mínimo reunirán las siguientes condiciones:
 - o Largueros de una sola pieza.

- Peldaños bien ensamblados, no clavados.
- En las de madera, el elemento protector será transparente.
- Las bases estarán provistas de zapatas, puntas de hierro, grapas u otro mecanismo que impida el deslizamiento. Y de ganchos de sujeción en la parte superior.
- En las metálicas los peldaños estarán bien embrochados o soldados a los montantes.

Escaleras de mano de un solo cuerpo

- No deberán salvar más de 5 metros de altura, a no ser que estén reforzadas, siempre de acuerdo con las condiciones y limitaciones establecidas por el fabricante.
- La inclinación de la escalera estará en torno a los 75 grados.
- Los dos montantes sobrepasarán en un metro su punto superior de apoyo o estos reposarán en su punto superior de apoyo sólidamente fijados a él.

Escaleras de mano telescópicas

- Como máximo dispondrán de dos tramos de prolongación, además del de base, Con una longitud máxima total de los tramos de 12 metros.
- Dispondrán de dispositivos de enclavamiento y correderas que permitan fijar la longitud en cualquier posición, de manera que coincidan siempre los peldaños sin formar dobles escalones.
- La anchura de su base nunca será inferior a 75 cm, siendo aconsejable el empleo de estabilizadores laterales que aumenten esa distancia.

2.2.4.2.7. Trabajos en alturas

- Se usarán cinturones de seguridad siempre que el trabajo a realizar presente riesgo de caída de más de 3 metros, o bien arnés de seguridad para los trabajos con posibilidad de caída libre del trabajador.

- El cinto o arnés de seguridad se debe sujetar a puntos fijos y resistentes. Quedando prohibido su sujeción en máquinas o andamios.
- El cinto estará ajustado a la cintura y sujeto a puntos situados a la altura de la cintura preferiblemente.

2.2.4.2.8. Herramientas eléctricas y lámparas portátiles

- La tensión de alimentación con respecto a tierra, para las herramientas portátiles de accionamiento manual, no excederá de 250 voltios, siendo además de doble aislamiento.
- Serán alimentadas mediante transformadores de separación de circuitos cuando estas herramientas se empleen en lugares húmedos o conductores.

2.2.4.2.9. Trabajos con cortadora de disco

- Se deberá comprobar antes de su uso que la protección del disco se encuentre instalada cubriendo como mínimo 1 cm. De su parte superior. Quedando prohibido el uso de cortadora radial sin protección.
- Se utilizarán gafas de protección siempre que se realicen trabajos con cortadora de disco.

2.2.4.2.10. Equipos de soldadura

- En todos los trabajos con equipos de soldadura se usarán guantes y gafas protectoras.
- Prohibido terminantemente realizar este tipo de trabajo en las proximidades de materias combustibles almacenadas o susceptibles de desprender vapores o gases inflamables y explosivos. En caso de realizarse en las proximidades se deberán tomar medidas de precaución especiales.

2.2.4.2.11. Trabajos con máquina automotriz

- Las máquinas automotrices como retroexcavadoras, camiones hormigonera o camiones grúa, serán usadas por personal cualificado.
- Se tendrá especial atención a las distancias de seguridad a zanjas, taludes, etc., así como a la permanencia de personal en las cercanías de la misma.

2.2.4.2.12. Trabajos con martillo neumático

- Se emplearán los equipos de protección individual necesarios para reducir los riesgos derivados de las vibraciones, ruido, proyecciones, polvo, etc.
- Estará prohibido el uso de esta maquinaria por personal no autorizado.
- Nunca se abandonará la máquina conectada al circuito de presión o con la barrena hincada.
- Los equipos compresores empleados deberán disponer de control de calidad, y disponer de dispositivos de seguridad y válvulas taradas.

2.2.4.2.13. Trabajos en la proximidad de instalaciones eléctricas de alta tensión en tensión

- Es obligatorio que para los trabajos que se encuentran en la proximidad de instalaciones eléctricas de alta tensión, este sea realizado por parejas de operarios, con el propósito de tener una mejor vigilancia y un auxilio más rápido en caso de accidente.

2.2.4.2.14. Trabajos con maniobras en aparatos de baja tensión

- No se realizará ninguna maniobra sin el permiso del responsable de los trabajos.
- Para trabajar con elementos en tensión se deberán emplear en todo momento los equipos de protección adecuados para ello. Siendo estos: botas, guantes dieléctricos, pantallas protectoras, mantas aislantes, pértigas, banquetas, etc.

- Cuando se realicen trabajos sin tensión, no se restablecerá el suministro hasta finalizar los trabajos, y siempre verificando que no exista peligro alguno al restablecer el suministro.

2.2.4.2.15. Trabajos con maniobras en equipos de alta tensión

- No se realizará ninguna maniobra sin el permiso del responsable de los trabajos.
- Tanto el inicio como la finalización de los trabajos debe ser comunicado al responsable de los trabajos.
- Los trabajos en las instalaciones eléctricas se realizarán sin tensión.
- Para la realización de trabajos en instalaciones de alta tensión se deberán adoptar siempre las 5 reglas de oro.
 - o Desconexión de todas las fuentes de tensión, asegurando que sea imposible su cierre intempestivo.
 - o Enclavamiento o bloqueo de la aparamenta que se deja abierta, así como su señalización.
 - o Comprobar la ausencia de tensión.
 - o Poner a tierra y en cortocircuito las posibles fuentes de tensión.
 - o Señalizar adecuadamente y delimitar la zona de trabajo.

2.2.4.2.16. Trabajos con grúas móviles autopropulsadas

- El uso de esta maquinaria será llevado a cabo por personal cualificado, que mediante el carné de grúa móvil autopropulsada acreditará sus conocimientos y formación.
- Estará prohibido durante las maniobras, permanecer bajo la carga.
- Las condiciones del terreno deben ofrecer la suficiente estabilidad para poder realizarse las maniobras.
- Se deben cumplir en todo momento las distancias mínimas de seguridad con líneas eléctricas en tensión.

2.2.4.2.17. Trabajos de apertura de zanjas

- Cuando la zanja supere 1,5 metros de profundidad se entibará la zanja, así como cuando por las características de terreno sea aconsejable.
- Se deberán conocer por dónde discurren los diferentes servicios que puedan estar canalizados en la zona donde se realizarán las zanjas.
- A partir de la protección (cinta señalizadora) de las canalizaciones ya existentes se deberán emplear medios manuales para descubrir las canalizaciones, pudiendo emplearse también medios mecánicos hasta llegar a esta protección.
- Cuando se prevea la circulación de personas o vehículos por las proximidades, se señalizará toda la zona de trabajo mediante cinta o mediante barandilla de 1 metro de altura como mínimo.

2.3. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

2.3.1. OBJETO

Se realiza el presente análisis ambiental para el proyecto de línea aérea de media tensión de 45kV y su pre-parque, en el término municipal de Mengíbar (Jaén), con el objeto de obtener la autorización administrativa por parte de la administración para la realización de las instalaciones reflejadas en el mismo.

2.3.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

2.3.2.1. Localización del proyecto

Las instalaciones comprendidas en el presente proyecto se encuentran ubicadas en el término municipal de Mengíbar (Jaén).

La línea aérea de media tensión discurre desde el apoyo número 1 (ubicado en las coordenadas UTM: x=429251,28; y=4201624,52), hasta el apoyo número 14 (ubicado en las coordenadas UTM: x=431277,54; y=4199977,48).

El recorrido de la línea, así como el emplazamiento del pre-parque, se muestran con mayor detalle en los planos de emplazamiento (plano 2) y ortofoto (plano 3).

La zona por la que discurre la línea y en la que se encuentra el pre-parque no afecta a ningún parque nacional, paraje natural o espacio protegido.

Según el artículo 2.1. de la ley 2/1989, de 18 de Julio, de espacios protegidos de Andalucía, las instalaciones a las que hace referencia este proyecto no se encuentran situadas en zona de especial protección para las aves o en zona de especial conservación.

2.3.2.2. Suelo ocupado por los apoyos

La línea aérea consta de 14 apoyos cuya superficie total ocupada, incluyendo el acerado perimetral de los apoyos frecuentados, es de 61,255 m².

2.3.2.3. Suelo ocupado por el pre-parque

Las dimensiones del pre-parque son de 16 x 23 metros. Siendo el área ocupada por este de 368 m².

2.3.2.4. Franja de suelo sobrevolada por los conductores

La longitud total de la línea es de 2623,82 metros, la longitud del conductor que une la línea aérea con el pre-parque es de 10 metros, y la longitud del conductor que une el apoyo de inicio de línea y el apoyo de punto de entronque, ya existente, es de 20 metros. Por lo que la franja de suelo sobrevolada por los conductores, teniendo en cuenta que la separación entre ambos es de 2,5 metros, suma un total de 6634,55 m².

2.3.2.5. Altitud

La línea aérea se encuentra comprendida entre una cota mínima de 256 metros y una cota máxima de 342,13 metros sobre el nivel del mar.

El apoyo con menor cota está situado a una altitud es de 265,75 metros, mientras que el apoyo situado a mayor altitud se encuentra a 342,13 metros.

2.3.2.6. Altura de los conductores sobre el terreno

La altura de los conductores sobre el terreno varía a lo largo de todo su trazado, respetando en todo su trazado las distancias mínimas de seguridad establecidas en la ITC-LAT 07. En el punto 2.1.7. del presente proyecto se especifica la altura a mínima a la que se encuentran los conductores sobre el terreno. Estas distancias se pueden ver con más detalle en los planos correspondientes a la línea aérea de 45 kV (planos 4, 5, 6, 7 y 8).

2.3.2.7. Características de la línea

La línea aérea de 45kV se realizará con conductores desnudos de aluminio-acero galvanizado LA-110.

Los apoyos serán metálicos de celosía, con protección mediante galvanizado por inmersión en caliente. Estos apoyos serán de montaje tipo tresbolillo.

2.3.2.7.1. Resumen de los tipos de apoyos

Nº apoyo (en plano)	Tipo	Altura cogolla (m)	Altura libre real (m)
1	P.Línea	13,12	9,52
2	Ali-Ama	15,50	11,90
3	Ali-Sus	17,86	13,34
4	Ali-Ama	15,50	11,90
5	Ang-Anc	15,24	11,64
6	Ali-Sus	18,15	13,63
7	Ali-Sus	14,23	9,71
8	Ali-Ama	15,63	12,03
9	Ang-Anc	17,21	13,61
10	Ali-Ama	15,63	12,03
11	Ang-Anc	19,15	15,55
12	Ali-Sus	16,18	11,66
13	Ali-Ama	13,57	9,97
14	F.Línea	11,21	7,61

Tabla 2.95

2.3.2.7.2. Resumen de las características de la línea

Coordenadas UTM inicio	x=429251,28 y=4201624,52
Coordenadas UTM fin	x=431277,54 y=4199977,48
Longitud	2623,82 m.
Término municipal	Mengíbar (Jaén)
Tensión de servicio	45 kV
Conductor	LA 110
Diámetro conductor	14 mm
Sección conductor	116,2 mm ²
Aislamiento	U70BS
Longitud de cadenas suspensión	918 mm
Longitud de cadenas amarre	1013 mm
Longitud de cadenas amarre de cruce	1387 mm
Número de apoyos	14
Tipo de cruceta	Tresbolillo

Tabla 2.96

2.3.2.8. Características del pre-parque

Largo	23 m
Ancho	16 m
Superficie ocupada	368 m ²
Término municipal	Mengíbar (Jaén)
Tensión de servicio	45 kV
Conductor	LA 110
Diámetro conductor	14 mm
Sección conductor	116,2 mm ²
Cadenas de aisladores	U70BS
Longitud de cadenas amarre	1013 mm
Altura pòrticos	12 m

Altura barras rígidas	8,67 m
Altura vallado perimetral	3 m
Altura vertical de medidas antiescalo	0,45 m

Tabla 2.97

2.3.3. ACCIONES A REALIZAR

Para la construcción de la línea y el pre-parque se pueden distinguir los siguientes trabajos.

2.3.3.1. Accesos y evacuación

Se utilizarán preferiblemente los caminos ya existentes para acceder tanto a los apoyos como al pre-parque. En caso de no existir camino hacia ellos, se realizarán procurando que la alteración del terreno sea lo menor posible.

Todos estos accesos serán previamente acordados con los organismos encargados de esos terrenos o con sus propietarios.

En ningún caso se podrán alterar las escorrentías naturales de agua. Se canalizarán las aguas evitando encharcamientos y erosiones del terreno, solo cuando las características del mismo lo obliguen.

No se realizarán desmontes o terraplenes carentes de una mínima capa de tierra vegetal, que permita un enmascaramiento de los mismos.

En los casos en que para acceder a apoyos o al pre-parque sea necesario atravesar cultivos, olivares, prados, etc., o que se encuentren dentro de estos cultivos, se tendrá en cuenta lo indicado a continuación:

- Se señalizará el acceso para que todos los vehículos que tengan que acceder y salir de la zona lo realicen por el mismo lugar y utilizando las mismas rodadas.
- El espacio de servidumbre será el estrictamente necesario.
- Se causará el menor daño posible.
- En caso de atravesar parcelas donde exista ganado, mantener en todo momento las cercas cerradas.

En los pasos para el acceso de camiones podrá emplearse material de aportación, que en caso de no estar prevista la utilización de estos pasos posteriormente, se efectuará la restitución de la capa vegetal que se habrá retirado posteriormente.

El contratista se compromete a colocar y mantener las protecciones y señalizaciones en todos los hoyos con el fin de evitar la caída de personas o animales, asumiendo la responsabilidad en que pudiera incurrirse.

La tierra sobrante de las excavaciones es será transportada a un lugar donde no se ocasione perjuicio al depositarla.

La apertura de hoyos se coordinará con el hormigonado de manera que el tiempo entre ambas operaciones sea lo más corto posible.

En ningún caso la excavación se adelantará al hormigonado en más de diez días naturales.

2.3.3.2. Desbroce y despeje de superficie

Se desbrozará y despejará la superficie donde irá ubicado el pre-parque. Además, se podará y desbrozará la zona de seguridad alrededor de la misma.

2.3.3.3. Cimentaciones

Las cimentaciones serán de hormigón. Estas se realizarán mediante una hormigonera. Solo en caso de no ser posible el acceso a alguno de los apoyos, el hormigón se realizará in situ.

Inmediatamente antes de comenzar con el hormigonado, se realizará el hincado de las picas de toma a tierra, así como el conexionados de los cables de tierra con las picas.

Las cimentaciones para los diferentes apoyos serán de tipo monobloque, en el que se empotrará la parte inferior del apoyo.

2.3.3.4. Armado e izado

Estas tareas no podrán empezarse hasta que, como mínimo, haya transcurrido una semana desde que se realizó el hormigonado.

Para izar los apoyos y pórticos, se empleará una grúa para izarlos una vez armados en el suelo, o bien se empleará una pluma para izar por elementos y montarlos.

Se numerará el apoyo y se colocará una placa indicando peligro por riesgo eléctrico en los apoyos y en el vallado del pre-parque.

2.3.3.5. Tendido, tense y regulado

Deberá haber pasado como mínimo una semana desde la terminación del hormigonado hasta el comienzo del tendido de los conductores. Se procurará que este periodo sea lo más largo posible, siendo óptimo un tiempo de 28 días.

Antes de proceder al tendido de los conductores, las placas indicadoras de riesgo eléctrico deben estar colocadas.

Las poleas serán de aleación de aluminio con un diámetro interior de la garganta de 20 veces el diámetro del conductor como mínimo. Cada polea estará montada sobre rodamientos de bola suficientemente engrasadas.

Cuando el tendido sobrevuele una vía de comunicación se establecerán las protecciones necesarias que impidan la caída del conductor sobre la misma permitiendo a su vez el paso por esta sin interrumpir la circulación. Estas protecciones deben ser capaces de soportar esfuerzos que por accidente aparezcan por la caída de uno o varios conductores. Serán debidamente señalizadas estas protecciones.

El tendido de la línea se realizará mediante el empleo de freno y máquina de tiro. Para el pre-parque, se ejecutará manualmente.

Para el tendido con medio mecánico, se emplearán tambores de frenado con diámetro no inferior a 60 veces el diámetro del conductor.

Los cables piloto para el tendido serán antigiratorios y flexibles, uniéndose al conductor mediante manguitos de rotación impidiéndose así la torsión.

2.3.4. MAQUINARIA EMPLEADA

Para la realización de la obra se empleará la maquinaria mencionada a continuación:

- Camiones para transporte de mercancía.
- Camiones grúa.
- Camiones hormigonera.

- Retroexcavadora.
- Plataforma elevadora.
- Generadores eléctricos.
- Herramientas manuales.
- Máquinas de movimiento de tierras.
- Máquina de tendido.
- Gatos portabobinas.

2.3.5. ANÁLISIS DE LOS RESIDUOS, VERTIDOS Y EMISIONES

2.3.5.1. Durante la fase de construcción

Durante la fase de construcción, los residuos que se generarán serán, tierra y restos de hormigón, procedentes de las actividades de excavación y cimentación.

Se generarán también restos de conductores, palets y carretes de madera y restos de embalajes (cartón, plásticos, corcho, papel).

Todos estos restos serán retirados y depositados en vertederos autorizados para cada tipo de residuo.

Los posibles vertidos por la maquinaria a emplear para la realización de las actividades serán mínimos al cumplirse las medidas protectoras que se proponen.

Las emisiones de partículas, gases y ruidos serán mínimas al cumplir con las medidas correctoras que se proponen.

2.3.5.2. Durante la fase de explotación

Durante esta fase no se producen residuos ni vertidos. Así como tampoco se producen emisiones de partículas y gases.

Los ruidos producidos por la línea y pre-parque son de poca intensidad, debiendo estar muy próximo a las instalaciones para apreciarlo.

Los campos electromagnéticos que se producen, desaparecen a corta distancia de la fuente que los genera.

2.3.6. IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS

Se identificarán los impactos que se puedan producir tanto en la fase de construcción como en la fase de funcionamiento.

2.3.6.1. Fase de construcción

Los impactos identificados en esta fase de construcción son los mostrados a continuación:

2.3.6.1.1. Apertura de viales de acceso temporal hasta la base de apoyos y pre-parque.

Para el acceso a la base de los apoyos y al pre-parque es necesario, en caso de que no existan, la apertura de camino hacia estas zonas, lo que implicaría movimiento de tierras y explanaciones, cuyos efectos sobre el medio podrían ser los siguientes:

- Efectos sobre la calidad del aire por la emisión de partículas y ruido.
- Posibles afecciones a los ríos y arroyos de la zona.
- Pérdida de suelo y acentuación de procesos erosivos por la destrucción del perfil edáfico.
- Destrucción de cubierta vegetal.
- Molestias a la fauna.
- Aumento del peligro de incendios.
- Modificación del paisaje.
- Modificación de usos de suelo.
- Empleo de mano de obra.

Debido a los caminos ya existentes para el acceso a las zonas de trabajo, no será necesaria la apertura de estos.

2.3.6.1.2. Operación de maquinaria.

La presencia de maquinaria en la zona podría provocar los siguientes efectos sobre el medio:

- Pérdida de suelo y acentuación de procesos erosivos por la destrucción del perfil edáfico.
- Compactación de suelos.
- Riesgo por contaminación de aguas y suelos debidos a derrames accidentales o vertidos de aceites y fuel, así como excedentes de hormigón y chatarra.
- Efectos sobre la calidad del aire por la emisión de partículas y ruido.
- Destrucción de la cubierta vegetal del suelo.
- Molestias a la fauna.
- Aumento del peligro de incendios.
- Modificación del paisaje.
- Empleo de mano de obra.

2.3.6.1.3. Cimentación y montaje de apoyos y estructuras.

Los efectos derivados de la cimentación podrían ser:

- Pérdida de suelo y acentuación de procesos erosivos por la destrucción del perfil edáfico.
- Efectos sobre la calidad del aire por la emisión de partículas y ruido.
- Destrucción de la cubierta vegetal del suelo.
- Molestias a la fauna.
- Generación de suelo sobrante.
- Modificación de usos de suelo.
- Empleo de mano de obra.

2.3.6.1.4. Tendido de cables.

La línea dispondrá de un circuito con tres conductores, y el pre-parque de dos líneas con tres conductores en cada una. Se empleará un camión de transporte y maquinaria para el tendido de los conductores. Las bobinas de cables apoyarán sobre el suelo.

Los efectos que esta tarea puede ocasionar sobre el medio son:

- Pérdida de suelo y acentuación de procesos erosivos por la destrucción del perfil edáfico.

- Efectos sobre la calidad del aire por la emisión de partículas y ruido.
- Destrucción de la cubierta vegetal del suelo.
- Molestias a la fauna.
- Modificación de usos de suelo.
- Empleo de mano de obra.

2.3.6.1.5. Colocación de elementos en pre-parque.

Para la colocación de elementos en el pre-parque se dispondrá de maquinaria para su transporte, pudiendo esta ocasionar:

- Pérdida de suelo y acentuación de procesos erosivos por la destrucción del perfil edáfico.
- Efectos sobre la calidad del aire por la emisión de partículas y ruido.
- Destrucción de la cubierta vegetal del suelo.
- Molestias a la fauna.
- Modificación de usos de suelo.
- Empleo de mano de obra.

2.3.6.2. Fase de funcionamiento

Los efectos que se producen en esta fase son menos numerosos a los producidos en la fase de construcción, pero tiene más relevancia que los anteriores ya que su incidencia estará en el medio durante más tiempo.

Los impactos para esta fase se muestran a continuación:

2.3.6.2.1. Presencia de apoyos.

El número de apoyos a instalar es de 14. Estos apoyos y estructuras serán metálicos y galvanizados.

Siendo los impactos generados:

- Modificación permanente del uso de suelo.
- Modificación del paisaje.
- Aumento de empleo por labores de mantenimiento.

2.3.6.2.2. Presencia de conductores.

El número de conductores que discurrirán por el trazado de la línea es de tres conductores, su diámetro es de 14 mm. Los aisladores que los sujetarán son del tipo U70BS dispuestos en cadenas de suspensión, amarre y amarre de cruce, siendo la longitud de estas de 918mm, 1013mm y 1387 mm respectivamente.

Pudiendo ocasionar los efectos siguientes:

- Daños sobre la avifauna.
- Alteración del paisaje.
- Aumento de empleo por labores de mantenimiento.

2.3.6.2.3. Presencia del pre-parque.

Los pórticos a instalar en el pre-parque serán dos, más las estructuras de menor altura que estos sobre las que se instalarán los diferentes elementos que integran el pre-parque. Estos pórticos y estructuras serán metálicos y galvanizados.

Siendo los impactos generados:

- Modificación permanente del uso de suelo.
- Modificación del paisaje.
- Aumento de empleo por labores de mantenimiento.

2.3.6.2.4. Paso de la corriente.

La tensión de servicio para las instalaciones proyectadas es de 45 kV.

Pudiendo producir los siguientes efectos:

- Sobre el aire: Producción de ozono, campos magnéticos y ruido.
- Daños por electrocución a la avifauna.
- El ruido producido puede avisar a la avifauna sobre su presencia, lo que sería un efecto positivo.
- Aumento del peligro de incendios.

2.3.7. VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

Se procede a continuación a valorar el efecto y magnitud de los impactos. Utilizando para ello el método de la matriz de importancia.

Los parámetros que se manejarán para la realización de esta matriz de importancia se explican a continuación:

- Signo (+ ó -): La naturaleza del efecto puede ser positiva o negativa.
- Intensidad (I): Grado de incidencia.
- Extensión (EX): Área de influencia del efecto en relación con el entorno del proyecto.
- Momento (MO): Tiempo que transcurre desde la acción hasta la aparición del efecto sobre el medio.
 - o Si el tiempo transcurrido es nulo, el momento será inmediato.
 - o Si es inferior a 1 año, el momento será a corto plazo.
 - o Si está entre 1 año y 5 años, el momento será a medio plazo.
 - o Si se manifiesta transcurridos 5 años, el momento será a largo plazo.
- Persistencia (PE): Tiempo que permanecería el efecto.
 - o Si dura menos de un año se considera un efecto fugaz.
 - o Si dura entre 1 y 10 años se considera efecto temporal.
 - o Si dura más de 10 años se considera efecto permanente.
- Reversibilidad (RE): Posibilidad de retornar, por medios naturales, a las condiciones iniciales a la acción sobre el medio
- Recuperabilidad (MC): Posibilidad de retornar, mediante intervención humana, a las condiciones iniciales a la acción sobre el medio.
- Sinergia (SI): Contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La suma de los efectos simples, provocados por

acciones que actúan simultáneamente, es superior a los efectos de esas acciones de manera independiente.

- Acumulación (AC): Incremento progresivo de la manifestación del efecto.
- Efecto (EF): Manifestación de un efecto como consecuencia de una acción.
- Periodicidad (PR): Regularidad de manifestación del efecto.

Para calcular la importancia del impacto se emplea la siguiente ecuación:

$$IMPORTANCIA = \pm(3 * I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

(Ecuación 119)

Para obtener los valores de los diferentes parámetros descritos anteriormente se recurre a la tabla siguiente:

PARÁMETRO	VALOR
SIGNO	
Impacto beneficioso	+
Impacto perjudicial	-
EXTENSIÓN (EX) (Área de influencia)	
Puntual	1
Parcial	2
Extenso	4
Total	8
Crítica	12
PERSISTENCIA (PE) (Permanencia del efecto)	
Fugaz	1
Temporal	2
Permanente	4
SINERGIA (SI)	

(Regularidad de la manifestación)	
Sin sinergismo (simple)	1
Sinérgico	2
Muy sinérgico	4
EFECTO (EF) (Relación causa-efecto)	
Indirecto	1
Directo	4
RECUPERABILIDAD (MC) (Reconstrucción por medios humanos)	
De manera inmediata	1
A medio plazo	2
Mitigable	4
Irrecuperable	8
INTENSIDAD (I) (Grado de destrucción)	
Baja	1
Media	2
Alta	4
Muy alta	8
Total	12
MOMENTO (MO) (Plazo de manifestación)	
Largo plazo	1
Medio plazo	2
Inmediato	4
Crítico	8
REVERSIBILIDAD (RV) (Reconstrucción natural)	
Corto plazo	1
Medio plazo	2
Irreversible	4
ACUMULACIÓN (AC) (Incremento progresivo)	
Simple	1
Acumulativo	4

PERIODICIDAD (PR) (Regularidad de la manifestación)	
Irregular y discontinuo	1
Periódico	2
Continuo	4

Tabla 2.98

Los impactos perjudiciales se clasifican, según su importancia, en:

$13 < \text{IMPORTANCIA} \leq 25$	Impacto compatible
$25 < \text{IMPORTANCIA} \leq 50$	Impacto moderado
$50 < \text{IMPORTANCIA} \leq 75$	Impacto severo
$75 < \text{IMPORTANCIA} \leq 100$	Impacto crítico

La definición de cada uno de estos impactos, según el Real Decreto 1131/88, es:

- Impacto compatible: La recuperación del medio es inmediata tras el cese de la actividad, sin precisar prácticas protectoras o correctoras.
- Impacto moderado: La recuperación del medio requiere cierto tiempo tras el cese de la actividad, sin precisar prácticas protectoras o correctoras intensivas.
- Impacto severo: Se precisa de un periodo de tiempo dilatado para la recuperación de las condiciones del medio, precisándose de medidas correctoras y protectoras.
- Impacto crítico: Se produce una pérdida permanente, sin posible recuperación aún con la adopción de medidas correctoras y protectoras.

Se analizarán cada uno de los impactos para poder determinar los valores que obtendrán para la matriz de importancia.

2.3.7.1. Impactos sobre el suelo

Se incluirán todos los impactos, tanto los producidos en la fase de construcción como en la fase de explotación.

2.3.7.1.1. Pérdida de suelo y acentuación de los procesos erosivos

Se tendrá en cuenta la pérdida de suelo producida por la colocación de los apoyos y el pre-parque, y el aumento de los procesos erosivos debidos a las operaciones por la maquinaria pesada. Estos procesos erosivos no son muy elevados debido a que la zona no tiene grandes pendientes. No es necesaria la apertura de nuevos accesos.

Se considera entonces este efecto como:

- Negativo.
- De intensidad baja.
- Extensión parcial.
- Manifestación inmediata.
- Persistencia temporal.
- Irreversible.
- Sin sinergia.
- No acumulativo.
- De efecto directo.
- Periodicidad irregular.
- Recuperabilidad a medio plazo (procesos erosivos).

2.3.7.1.2. Compactación del terreno

Este efecto será solo en las zonas de maniobra y estacionamiento de maquinaria pesada, por lo que solo estará presente en la fase de construcción. Su efecto será considerado como:

- Negativo.
- De intensidad baja.
- Extensión puntual.
- Manifestación inmediata.
- Persistencia fugaz.
- Reversible a medio plazo.
- Sin sinergia.
- No acumulativo.
- De efecto directo.

- Periodicidad irregular.
- Recuperabilidad inmediata.

2.3.7.2. Impactos sobre el aire

Se emitirán partículas en la fase de construcción, y ruido tanto en la fase de construcción como de explotación.

2.3.7.2.1. Emisión de partículas

Se producirá emisión de partículas durante la fase de construcción debido a excavaciones, movimientos de tierras, siendo solo apreciable durante el trabajo. Por lo que se considerará como:

- Negativo.
- De intensidad baja.
- Extensión puntual.
- Manifestación inmediata.
- Persistencia fugaz.
- Reversible a corto plazo.
- Sin sinergia.
- No acumulativo.
- De efecto directo.
- Periodicidad irregular.
- Recuperabilidad inmediata.

2.3.7.2.2. Contaminación sonora

Se tendrá en cuenta solo el ruido provocado durante la fase de construcción. El ruido que se origina por el paso de corriente durante la fase de explotación no será tenido en cuenta, ya que solo es apreciable a muy corta distancia. Será considerado el ruido:

- Negativo.
- De intensidad baja.
- Extensión puntual.
- Manifestación inmediata.

- Persistencia fugaz.
- Reversible a corto plazo.
- Sin sinergia.
- No acumulativo.
- De efecto directo.
- Periodicidad irregular.
- Recuperabilidad inmediata.

2.3.7.3. Impactos sobre el agua

La línea sobrevuela un arroyo no navegable (arroyo Los Mojones de Pedro).

El impacto sobre estas aguas solo podría ser originado por vertidos de la maquinaria o derrames accidentales en la fase de construcción. Por lo que, considerando el cumplimiento de las medidas preventivas, no se considerará efecto alguno sobre estas aguas.

2.3.7.4. Impactos sobre la vegetación

2.3.7.4.1. Destrucción de la cubierta vegetal durante la fase de construcción

Debido a operaciones con maquinaria, existirá destrucción de la cubierta vegetal durante la fase de construcción. Las instalaciones discurren por campos de cultivo del olivar. Siendo necesaria la tala de al menos siete olivos. Este efecto será:

- Negativo.
- De intensidad baja.
- Extensión puntual.
- Manifestación inmediata.
- Persistencia fugaz.
- Reversible a medio plazo.
- Sin sinergia.
- No acumulativo.
- De efecto directo.
- Periodicidad irregular.
- Recuperabilidad a medio plazo.

2.3.7.4.2. Destrucción de la cubierta vegetal durante la fase de funcionamiento

Durante la fase de funcionamiento no será frecuente el paso de maquinaria, por lo que no se tendrá en cuenta.

2.3.7.5. Impactos sobre la fauna

2.3.7.5.1. Impacto sobre la fauna en la fase de construcción.

El impacto sobre la fauna puede deberse a las molestias ocasionadas por el ruido y a la pérdida de madrigueras y nidos. Por ello se considera:

- Negativo.
- De intensidad baja.
- Extensión puntual.
- Manifestación inmediata.
- Persistencia temporal.
- Reversible a corto plazo.
- Sin sinergia.
- No acumulativo.
- De efecto directo.
- Periodicidad irregular.
- Recuperabilidad a corto plazo.

2.3.7.5.2. Impacto sobre la fauna en la fase de explotación

Se pueden producir daños sobre la avifauna debidos a colisión y electrocución.

Puesto que las instalaciones no se encuentran en zona de especial protección para las aves, ni en zona de especial conservación, definidas en la ley de 18 de julio de espacios protegidos de Andalucía, no serán necesarias tomar medidas especiales para evitar la colisión o electrocución.

No obstante, se han tenido en cuenta una serie de medidas antielectrocución, descritas en apartado 2.3.8.6. medidas antielectrocución adoptadas, por lo que el impacto sobre la avifauna en la fase de explotación no será tenido en cuenta.

2.3.7.6. Aumento de incendios

Tanto en la fase de construcción, por el paso y uso de maquinaria, como en la fase de explotación, por la posibilidad de descargas eléctricas, el riesgo de incendios aumenta. Cumpliendo en la fase de construcción con las medidas preventivas, y en la fase de explotación con la presencia de tomas de tierra y protecciones, este efecto pasa a no tenerse en cuenta.

2.3.7.7. Impactos sobre el paisaje

2.3.7.7.1. Pérdida de la calidad del paisaje en la fase de construcción

El impacto en esta fase se debe a la presencia de maquinaria. Puesto que esta solo dura durante el transcurso de la obra, no se tendrá en consideración.

2.3.7.7.2. Pérdida de la calidad del paisaje en la fase de explotación

En esta fase sí que se tendrá en cuenta la pérdida de la calidad del paisaje debido a la incorporación de los apoyos, conductores y pre-parque en el paisaje. Teniendo en cuenta que el paisaje por donde discurrirá la línea, así como el paisaje donde se ubicará el pre-parque, es zona de cultivo del olivar, los efectos sobre este se consideran:

- Negativo.
- De intensidad baja.
- Extensión parcial.
- Manifestación inmediata.
- Persistencia permanente.
- Irreversible.
- Sin sinergia.
- No acumulativo.
- De efecto directo.
- Continuo.
- Irrecuperable.

2.3.7.8. Impactos sobre usos productivos

La ocupación del terreno por los apoyos es mínima, y se ha procurado la instalación de estos apoyos en zonas donde no fuese necesario la poda de ningún olivar, por lo que el suelo de uso agrícola ocupado por ellos es mínimo. Pero el suelo de uso agrícola, ahora destinado a albergar el pre-parque, supone la pérdida de terreno agrícola. Para el acceso no ha sido necesaria la ocupación de terreno agrícola, usándose para ello caminos ya existentes. El impacto sobre usos productivos se valora:

- Negativo.
- De intensidad baja.
- Extensión puntual.
- Manifestación inmediata.
- Persistencia permanente.
- Irreversible.
- Sin sinergia.
- No acumulativo.
- De efecto directo.
- Continuo.
- Irrecuperable.

2.3.7.9. Impactos sobre vías pecuarias

Como se muestra en la imagen (*Figura 2.7*), las instalaciones a realizar no discurren por ninguna vía pecuaria. Por lo que no existirá impacto alguno sobre estas vías.



Figura 2.7

2.3.7.10. Impactos sobre el empleo, servicios y economía

Estos impactos se considerarán todos positivos.

2.3.7.10.1. Aumento del empleo

Para la construcción de la línea se creará empleo de manera temporal, encontrándose dos tipos de personal, los fijos y los eventuales. El personal fijo pertenece ya a las empresas que realizan los trabajos y el eventual son trabajadores contratados para la realización de las obras, y la duración de las mismas determinará la duración de su empleo.

2.3.7.10.2. Aumento de servicios y mejoras en la economía

La construcción de esta línea y el pre-parque supondrá una mejora en la red y suministro a la subestación, mejorando así el transporte de personas y mercancías, permitiendo con ello el aumento de actividades económicas. Creando además los puestos de trabajo que se requieren para las maniobras y mantenimiento de las instalaciones. Considerando esto, el impacto será:

- Positivo.
- De intensidad media.
- Extensión extensa.
- Manifestación medio plazo.
- Persistencia permanente.
- Irreversible.
- Sinérgico.
- Acumulativo.
- De efecto indirecto.
- Continuo.
- Recuperable a medio plazo.

2.3.7.11. Tabla resumen de la importancia de los impactos

SIGNO	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IMP	TIPO IMP
Pérdida de suelo y procesos erosivos												Compatible
-	1	2	4	2	4	1	1	4	1	2	-22	
Compactación de suelos												Compatible
-	1	1	4	1	2	1	1	4	1	1	-17	
Emisión de partículas												Compatible
-	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	-16	
Contaminación sonora												Compatible
-	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	-16	
Destrucción de la cubierta vegetal en fase de construcción												Compatible
-	2	1	4	1	2	1	1	4	1	2	-19	
Efectos sobre la fauna en la fase de construcción												Compatible
-	1	1	4	2	1	1	1	4	1	2	-18	
Efecto sobre el paisaje por la presencia de las instalaciones												Moderado
-	1	2	4	4	4	1	1	4	4	8	-33	
Ocupación del suelo por la presencia de las instalaciones												Moderado
-	2	1	4	4	4	1	1	4	4	8	-35	
Impacto sobre el empleo, servicios y economía												Beneficioso
+	2	4	2	4	4	2	4	1	4	2	+29	

Tabla 2.99

2.3.8. CLASIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS

2.3.8.1. Impactos beneficiosos

- Impacto sobre el empleo, servicios y economía.

2.3.8.2. Impactos compatibles

- Pérdida de suelo y procesos erosivos.
- Compactación de suelos.
- Emisión de partículas.
- Contaminación sonora.
- Destrucción de la cubierta vegetal en fase de construcción.
- Efectos sobre la fauna en la fase de construcción.

2.3.8.3. Impactos moderados

- Efecto sobre el paisaje por la presencia de las instalaciones.
- Ocupación del suelo por la presencia de las instalaciones.

2.3.8.4. Impactos severos

No ha habido impactos con esta valoración.

2.3.8.5. Impactos críticos

No ha habido impactos con esta valoración.

2.3.9. MEDIDAS PROTECTORAS, CORRECTORAS Y COMPENSATORIAS

Las medidas que se pueden adoptar con el fin de prevenir, paliar, corregir o compensar, el impacto que pueda producir una actividad sobre el medio, pueden ser de tres tipos:

- Medidas protectoras: Estas medidas se adoptan con la finalidad de evitar la aparición de los efectos. Se puede conseguir esto mediante un diseño adecuado, tecnología, etc.

- Medidas correctoras: Estas medidas intentan corregir el impacto realizado que puede ser recuperable. Están dirigidas a la anulación, atenuación, corrección o modificación de las acciones y los efectos. Se puede conseguir esto actuando sobre procesos de funcionamiento, productivos, etc.
- Medidas compensatorias: Estas medidas se adoptarán cuando el impacto sea irrecuperable. La compensación puede ser económica, mediante la creación de zonas verdes, etc.

2.3.9.1. Medidas protectoras y/o preventivas adoptadas

2.3.9.1.1. Protección del suelo

- Se aprovecharán los caminos ya existentes para el acceso a las instalaciones.
- Los vehículos discurrirán por la zona de acceso delimitada para tal fin, y estacionarán en la zona indicada para ello, no estacionando en zonas que no se vean afectadas por la obra.
- Para evitar posibles vertidos por la maquinaria empleada, esta deberá mantenerse en perfecto estado.
- El suelo vegetal será retirado antes del comienzo de las obras, y será almacenado en montones de no más de dos metros de altura, para extenderla una vez terminada la obra.

2.3.9.1.2. Gestión de residuos

- Los residuos generados se colocarán en contenedores adecuados para posteriormente ser depositados en un vertedero autorizado para cada tipo de residuo.
- No estará permitido depositar los residuos en vertederos incontrolados.

2.3.9.1.3. Protección del aire

- Los vehículos se controlarán mediante los certificados de ITV, para que el nivel de contaminación de los gases se encuentre dentro de los valores permitidos.
- Se realizarán riegos frecuentes para evitar la emisión de polvo al aire.
- Para el transporte de tierras, los contenedores donde se transportan las mismas, se cubrirán con lonas.
- La velocidad de circulación por los caminos será baja, para evitar así un mayor movimiento de partículas de polvo hacia el aire.

2.3.9.1.4. Protección del agua

- Quedará prohibido verter cualquier tipo de material sólido o líquido a los cauces fluviales.
- Los cambios de aceite o reparaciones de maquinaria se realizarán en las zonas habilitadas para ello, y nunca en la proximidad a un cauce de agua.
- Se vigilará continuamente los depósitos o contenedores con el fin de detectar rápidamente los posibles derrames que se puedan producir.

2.3.9.1.5. Protección de la vegetación

- Para el almacenaje de los materiales y herramientas empleadas en la obra, se utilizarán zonas sin vegetación siempre que sea posible.
- Los vehículos discurrirán por la zona de acceso delimitada para tal fin, y estacionarán en la zona indicada para ello.

2.3.9.1.6. Protección de la fauna

- Se circulará con precaución para evitar el atropello de animales.
- Las medidas para la protección de la avifauna frente a colisión y electrocuciones se indican en el apartado correspondiente de protección avifauna del presente proyecto.

2.3.9.1.7. Protección frente a incendios

- Se cumplirá con lo indicado en la normativa:
 - o Ley 5/1999, de 29 de junio, de prevención y lucha contra incendios forestales
 - o Decreto 247/2001, de 13 de noviembre, por el que se aprueba el reglamento de prevención y lucha contra incendios forestales.
- Se poseerá in-situ de material apropiado para la extinción de incendio.
- Quedará prohibido arrojar o abandonar sobre el terreno cualquier tipo de material combustible, así como cualquier objeto en combustión, como pueden ser cerillas, cigarrillos, etc.
- Solo en las zonas indicadas y acondicionadas para la preparación de alimentos se podrá encender fuego, estando prohibido para cualquier otro uso.

2.3.9.1.8. Protección del paisaje

- La apertura de viales para el acceso de maquinaria será reducida todo lo posible.
- La tierra extraída de las excavaciones se trasladará a un vertedero autorizado, en ningún caso se dejará en montones sobre el suelo.

2.3.9.2. Medidas correctoras adoptadas

2.3.9.2.1. Restauración del suelo

- Se retirarán todos los residuos de la zona afectada por la obra, una vez terminada la obra.
- Las zonas de terreno alteradas por la presencia de hoyos o montículos, se rellenarán en el caso de existir hoyos y se explanarán los montículos.
- Los caminos utilizados se mantendrán en buen estado.

2.3.9.2.2. Disminuir el riesgo de incendio

- Tal y como indica el reglamento de prevención y lucha contra incendios forestales, la entidad responsable de las instalaciones deberá revisar, con anterioridad al 1 de mayo de cada año, el aislamiento de sus elementos.
- Se respetarán las distancias mínimas de seguridad entre conductores y copas de árboles.

2.3.9.3. Medidas compensatorias adoptadas

2.3.9.3.1. Compensación por el cambio de usos de suelo

- Se compensará económicamente a los propietarios de los terrenos ocupados por las instalaciones, con el fin de mitigar el perjuicio causado por ello.

2.3.10. CONCLUSIÓN AL ANÁLISIS

En el estudio de impacto ambiental no se han encontrado efectos de carácter severo o crítico.

Sí se han encontrado impactos negativos de carácter moderado sobre el paisaje debido a la presencia de las instalaciones, así como por la ocupación del suelo por las

mismas. Estos impactos sobre el paisaje se minimizarán mediante las medidas correctoras adoptadas, mientras que el impacto debido a la ocupación de suelo se compensará mediante la medida compensatoria adoptada.

Han sido encontrados impactos negativos compatibles, con efectos sobre el suelo por la pérdida, procesos erosivos, destrucción de la cubierta vegetal y compactación del mismo. Efectos sobre el aire, por emisión de partículas y ruido. Así como efectos sobre la fauna durante la fase de construcción. Estos efectos de carácter compatible serán disminuidos, de manera que sean completamente asumibles, mediante las medidas protectoras adoptadas.

Se ha encontrado un impacto positivo sobre el empleo, servicios y economía.

Expuestos estos efectos negativos y positivos, y sus medidas a adoptar para paliarlos, minimizarlos y compensarlos, se concluye que el presente proyecto es viable a efectos de medio ambiente.

2.4.PROTECCIÓN AVIFAUNA

2.4.1. OBJETO

Se redacta este documento en el cual se describen las medidas y condiciones consideradas en el proyecto para la protección de la avifauna, en cumplimiento con el real decreto 178/2006 del BOJA, en su artículo 7. Con el fin de obtener la autorización administrativa para poder llevar a cabo las instalaciones descritas en este proyecto.

2.4.2. EMPLAZAMIENTO

La instalación a la que hace referencia el proyecto, no se encuentra situada en zona de especial protección para las aves, ni en zona de especial conservación, definidas en la ley de 18 de julio de espacios protegidos de Andalucía.

2.4.3. CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA Y PRE-PARQUE

La línea aérea proyectada de 45 kV de tensión se realiza con conductor LA-110 de 116,2 mm². La longitud de esta es de 2623,82 metros. Los apoyos son de tipo tresbolillo.

Las dimensiones del pre-parque son de 23 x 16 metros, ocupando una superficie de 368 m².

2.4.3.1. Resumen de los tipos de apoyos

Los apoyos serán de tipo montaje tresbolillo. El número de apoyos es de 14 apoyos. La siguiente tabla muestra la posición de las cadenas de aisladores en todos los apoyos de la línea:

Nº de apoyo	Tipo	Tipo de cadenas de aisladores
1	P. Línea	Horizontal
2	Ali-Ama	Horizontal
3	Ali-Sus	Vertical
4	Ali-Ama	Horizontal
5	Ang-Anc	Horizontal
6	Ali-Sus	Vertical
7	Ali-Sus	Vertical
8	Ali-Ama	Horizontal
9	Ang-Anc	Horizontal
10	Ali-Ama	Horizontal
11	Ang-Anc	Horizontal
12	Ali-Sus	Vertical
13	Ali-Ama	Horizontal
14	F. Línea	Horizontal

Tabla 2.100

2.4.4. MEDIDAS CONTRA LA ELECTROCUCIÓN

Según el Decreto andaluz 178/2006 de normas de protección de la avifauna para instalaciones de alta tensión de la Junta de Andalucía, en su artículo 4, se establece lo siguiente, para las líneas de nueva construcción:

- Se evitará la disposición horizontal de los aisladores, excepto en apoyos de principio y fin de línea, de ángulo y de anclaje. Estos aisladores se construirán con cadenas de aisladores suspendidos.
- Los apoyos con seccionadores, puentes, transformadores, fusibles, derivación, anclaje, fin de línea, se diseñarán de manera que no se sobrepasen con elementos en tensión las crucetas no auxiliares del apoyo. Procediéndose en su defecto al aislamiento de los puentes de unión.
- Las distancias mínimas que cumplirán los apoyos de alineación serán las indicadas a continuación, consiguiéndose mediante el aumento de la separación entre elementos o mediante aislamiento de las zonas en tensión.
 - 0,75 metros entre la zona de posada y elementos en tensión.
 - 1,5 metros entre conductores.
- Para montaje tresbolillo, la distancia entre cruceta inferior y conductor superior o puente flojo del mismo lado no será inferior a 1,5 metros, salvo que este esté aislado.
- Los apoyos con cadenas de aisladores en posición horizontal deberán tener, entre la zona de posada y conductores, una distancia mínima de 1 metro. Consiguiéndose dicha distancia aumentando la separación entre elementos o aislando las zonas en tensión.
- Será preferente la instalación de tipo tresbolillo frente a cualquier otro tipo.

2.4.4.1. Medidas antielectrocución adoptadas

Al no afectar el trazado de la línea a zonas que requieran de protección especial para las aves, no será necesario la instalación de medidas especiales contra electrocución. Estas zonas se indican para Andalucía en la orden del 4 de junio de 2009, por la que se delimitan las áreas prioritarias de reproducción, alimentación, dispersión y concentración de las especies de aves incluidas en el catálogo andaluz de empresas amenazadas y se dispone la publicación de las zonas de protección existentes en la comunidad autónoma de Andalucía en las que serán de aplicación las medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en las líneas eléctricas aéreas de alta tensión.

- Se ha decidido la opción de montaje tipo tresbolillo por ser más segura para las aves frente a electrocuciones.
- Se respetará la distancia mínima de 1,5 metros entre la cruceta inferior y conductor superior o, en caso de cadenas horizontales, puente flojo del mismo lado.
- La distancia de los aisladores colocados en posición horizontal es superior a 1 metro.
- Para apoyos de alineación se respetará la distancia de separación mínima entre conductores, de 1,5 metros. Así como la distancia entre la zona de posada y elementos en tensión, que será como mínimo de 0,75 metros.

2.4.5. MEDIDAS CONTRA LA COLISIÓN

El artículo 3.2 del Decreto 178/2006, menciona la obligatoriedad de medidas anticolidión en zonas de especial protección para las aves. Estas zonas se indican para Andalucía en la orden del 4 de junio de 2009, por la que se delimitan las áreas prioritarias de reproducción, alimentación, dispersión y concentración de las especies de aves incluidas en el catálogo andaluz de empresas amenazadas y se dispone la publicación de las zonas de protección existentes en la comunidad autónoma de Andalucía en las que serán de aplicación las medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en las líneas eléctricas aéreas de alta tensión.

- Instalación de salvapájaros o señalizadores visuales en el cable superior de la línea. Consistiendo estos en espirales, tiras formando aspas u otros sistemas eficaces. La colocación de estos elementos se realizará cada 5 metros.

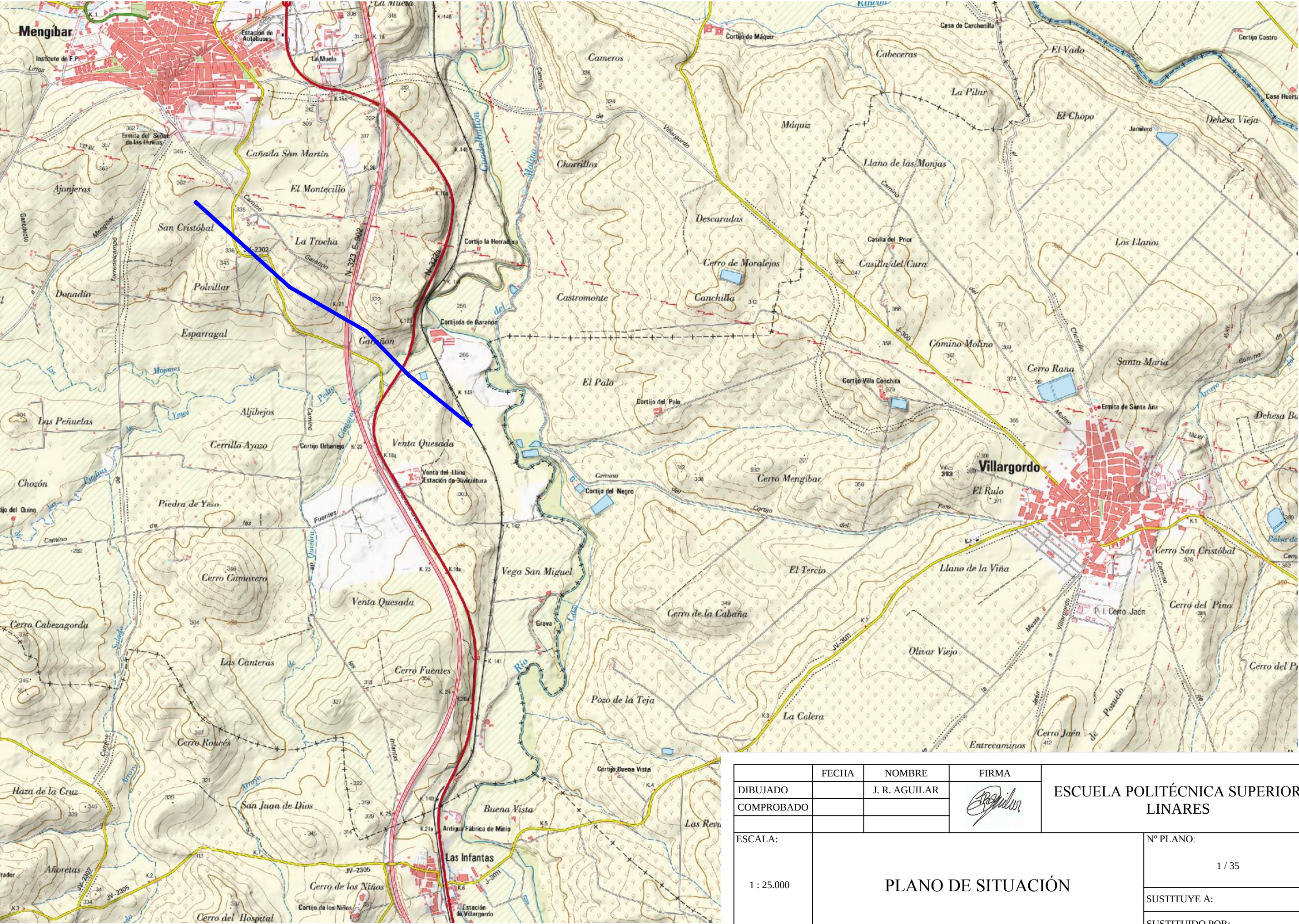
2.4.5.1. Medidas anticolidión adoptadas

Al no afectar el trazado de la línea a zonas que requieran de protección especial para las aves, no será necesario la instalación de estas medidas.

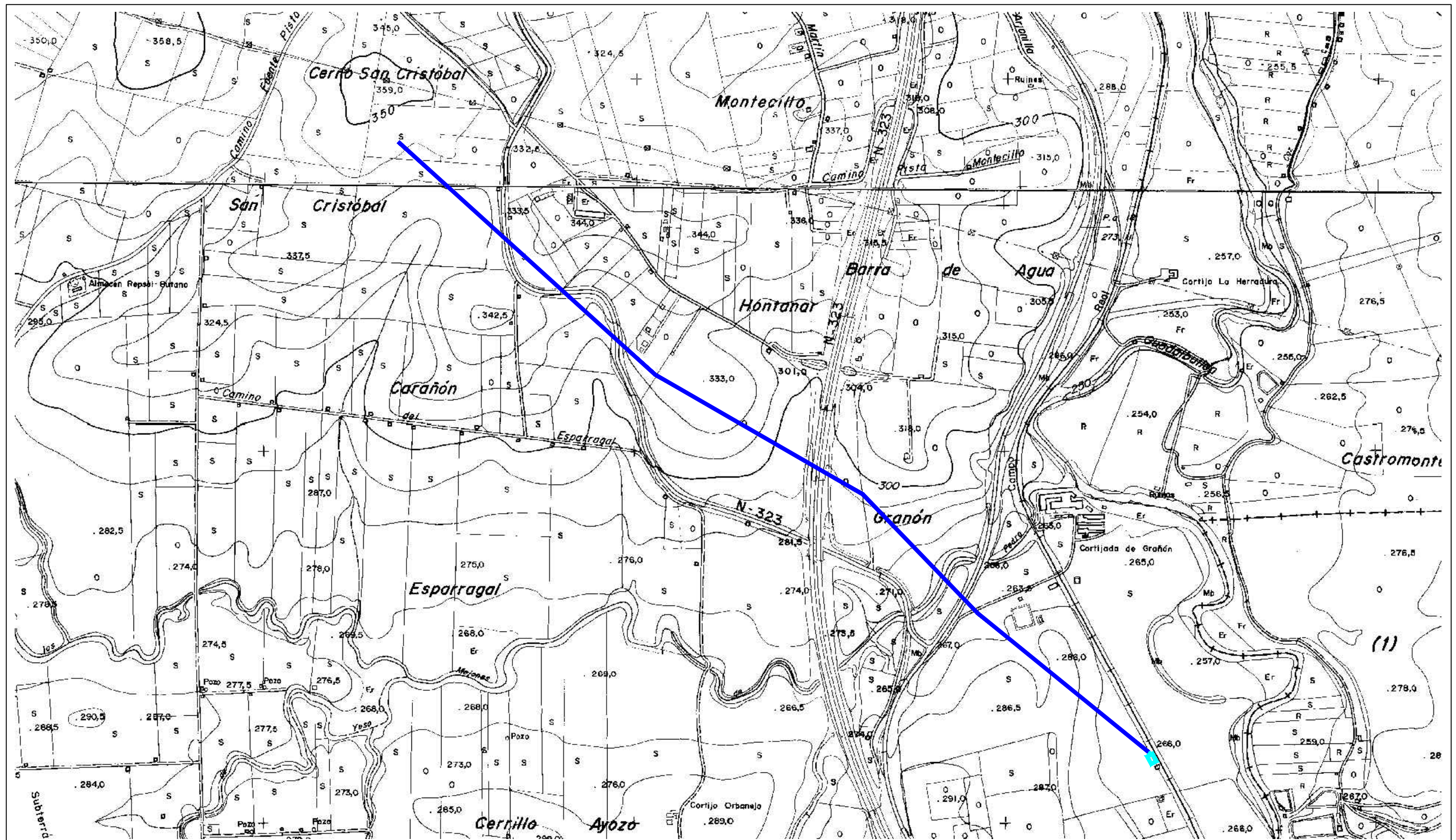
Aunque sí se instalarán tres balizas de señalización diurna, de color naranja, en el vano comprendido entre los apoyos 8 y 9, en el tramo que sobrevuela la autovía A-44. Las características de estas balizas son:

- Fabricante: Preformed Line Products.
- Material: Plástico ABS.
- Diámetro: 600 mm.
- Color: Naranja.
- Diámetro de conductores válidos: desde 13,51 hasta 16,50 mm.
- Peso: 3 kg.

3. PLANOS



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO		J. R. AGUILAR		
COMPROBADO				
ESCALA:	PLANO DE SITUACIÓN			Nº PLANO:
1 : 25.000				1 / 35
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



	LÍNEA AÉREA
	PRE-PARQUE

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO		J. R. AGUILAR		
COMPROBADO				
ESCALA:	PLANO DE EMPLAZAMIENTO			N° PLANO:
1 : 10.000				2 / 35
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



LÍNEA PROYECTADA

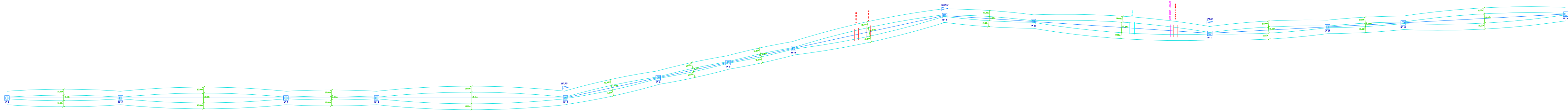
LÍNEA DE ALTA TENSIÓN EXISTENTE

PRE-PARQUE

LÍNEA EXISTENTE DE 45 KV

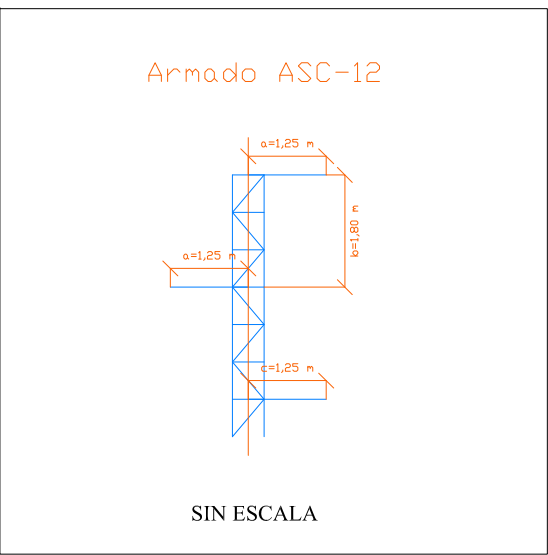
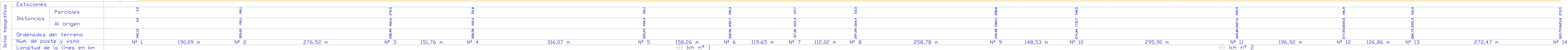
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO		J. R. AGUILAR		
COMPROBADO				
ESCALA:	ORTOFOTO DE LA ZONA			Nº PLANO:
1 : 10.000				3 / 35
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

Planta



Perfil

Plano de Comparación 251,00 m



NOTA: PLANO EN FORMATO A1

DIBUJADO	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
COMPROBADO		J. R. AGUILAR		
ESCALA:	LÍNEA AÉREA DE 45 KV			Nº PLANO:
H= 1:4000				4 / 35
V= 1:1000				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

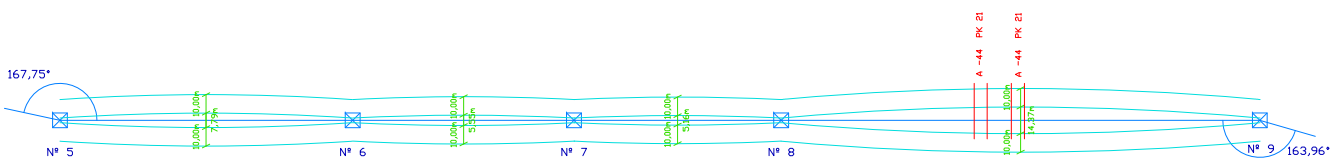
Condi. LA-110 Zona A		
Tabela tensões-flechas Tramo 4-5		
T(°C)	T(cabo)	f(m)
-5°C	707	7,48
0°C	691	7,66
5°C	675	7,83
10°C	661	8,01
15°C	647	8,18
20°C	634	8,35
25°C	621	8,52
30°C	609	8,68
35°C	598	8,85
40°C	587	9,01
45°C	577	9,17
50°C	567	9,33

Datos topográficos								
Estaciones y punto kilométrico	Parciales	0,0		190,1		276,5		316,1
	Al origen	0,0		190,1		466,6		934,4
Cotas del terreno		342,13		329,20		338,99		325,23
Num. y longitud de las parcelas								
Número	Nº 1		Nº 2		Nº 3		Nº 4	
Ángulo	--		--		--		--	
Tipo	C-4500-TR-16		C-2000-18		C-1000-20		C-2000-18	
Función	P Línea		All-Amarre		All-Suspensión		All-Amarre	
Montaje	Tresbolillo		Tresbolillo		Tresbolillo		Tresbolillo	
Separación de fases	3,10		3,10		3,10		3,10	
Tipo armado	ASC-12-TB-18		ASC-12-TB-18		ASC-12-TB-18		ASC-12-TB-18	
Altura útil cruceta inferior	9,52 m		11,90 m		14,26 m		11,90 m	
Tipo de cadena-elementos	Amarre		Amarre		Suspensión		Amarre	
Lado	1,30 m		1,30 m		1,40 m		1,30 m	
Profundidad	2,88 m		2,50 m		2,14 m		2,50 m	
Excavación	4,87 m3		4,23 m3		4,19 m3		4,23 m3	
Hormigonado	5,21 m3		4,56 m3		4,59 m3		4,56 m3	
Vanos	Nº 1		Nº 2		Nº 3		Nº 4	
Longitud	190,09 m		276,52 m		151,76 m		316,07 m	
Besnível	-9,22 m		10,01 m		-10,65 m		-3,84 m	
Vano regul.	Nº 1		Nº 2		Nº 3		Nº 4	
Cons. de catenaria y longitud	K=1168 a 50°C - 190 m		K=1255 a 50°C - 240 m		K=1340 a 50°C - 316 m			
Apoyo inicial y final	Nº 1 - Nº 2		Nº 2 - Nº 4		Nº 4 - Nº 5			

SIN ESCALA

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO		J. R. AGUILAR		
COMPROBADO				
ESCALA:	H= 1:4000 V= 1:1000 LÍNEA AÉREA 45 KV APOYOS DEL 1 AL 5			Nº PLANO:
				5 / 35
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

Planta



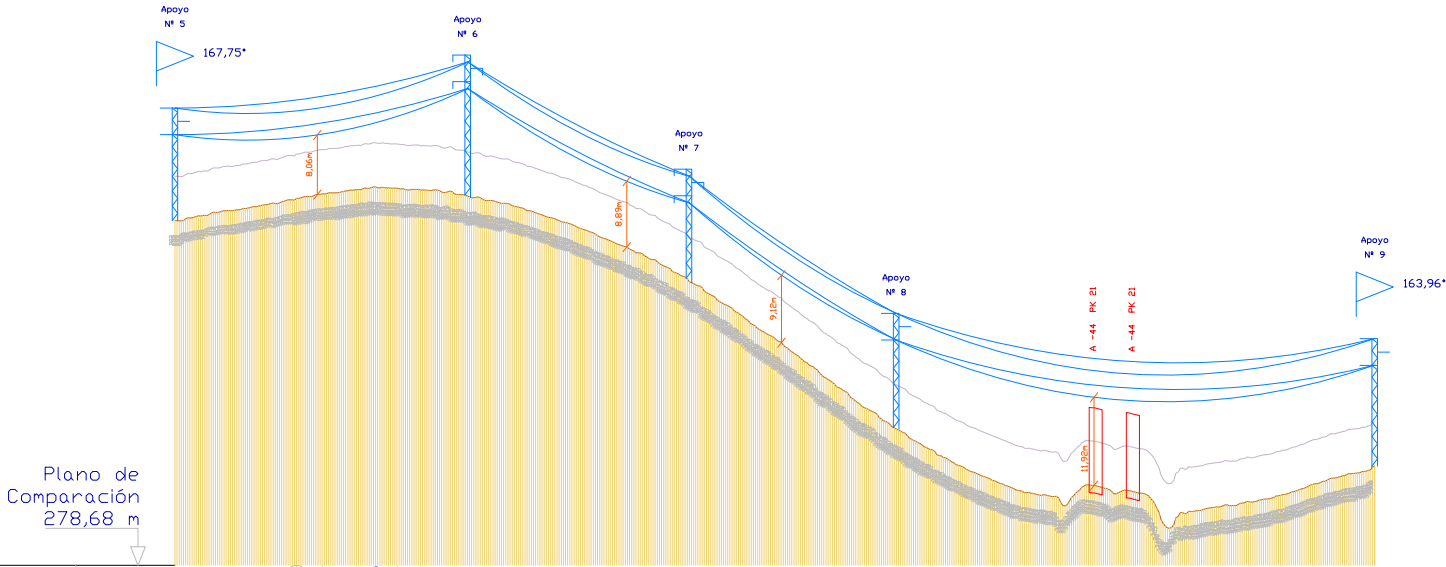
Condi. LA-110 Zona A			
Tabla tensiones-flechas Tramo 5-6			
T/C	Tensión	Flecha	
-5°C	851	1.55	
0°C	794	1.67	
5°C	741	1.76	
10°C	692	1.91	
15°C	647	2.04	
20°C	606	2.18	
25°C	569	2.35	
30°C	536	2.47	
35°C	506	2.61	
40°C	480	2.76	
45°C	456	2.90	
50°C	435	3.04	

Condi. LA-110 Zona A			
Tabla tensiones-flechas Tramo 6-7			
T/C	Tensión	Flecha	
-5°C	851	0.90	
0°C	794	0.97	
5°C	741	1.04	
10°C	692	1.11	
15°C	647	1.18	
20°C	606	1.27	
25°C	569	1.35	
30°C	536	1.43	
35°C	506	1.50	
40°C	480	1.60	
45°C	456	1.68	
50°C	435	1.77	

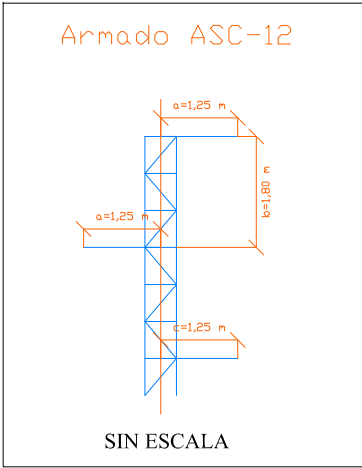
Condi. LA-110 Zona A			
Tabla tensiones-flechas Tramo 7-8			
T/C	Tensión	Flecha	
-5°C	851	0.79	
0°C	794	0.85	
5°C	741	0.91	
10°C	692	0.97	
15°C	647	1.04	
20°C	606	1.11	
25°C	569	1.18	
30°C	536	1.25	
35°C	506	1.33	
40°C	480	1.40	
45°C	456	1.47	
50°C	435	1.54	

Condi. LA-110 Zona A			
Tabla tensiones-flechas Tramo 8-9			
T/C	Tensión	Flecha	
-5°C	738	4.85	
0°C	709	5.00	
5°C	687	5.17	
10°C	666	5.33	
15°C	647	5.49	
20°C	629	5.65	
25°C	612	5.81	
30°C	596	5.96	
35°C	581	6.11	
40°C	567	6.26	
45°C	554	6.41	
50°C	542	6.56	

Perfil

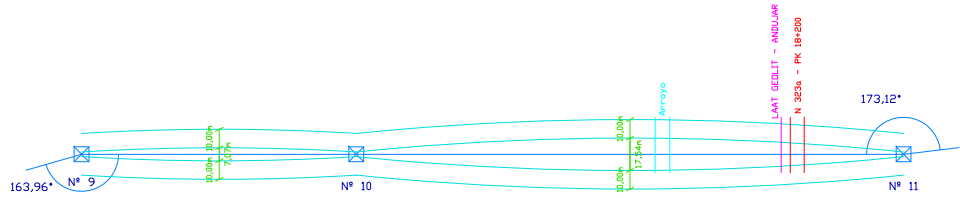


Datos topográficos	Estaciones y punto kilométrico		⊕ km nº 1				
	Distancias	Parciales	316.1	158.3	119.7	112.0	258.8
		Al origen	934.4	1092.7	1212.3	1324.4	1583.1
Cotas del terreno		325.23	328.56	317.06	297.09	292.08	
Num. y longitud de las parcelas							
Apoyos	Número	Nº 5	Nº 6	Nº 7	Nº 8	Nº 9	
	Ángulo	167,75°	--	--	--	163,96°	
	Tipo	C-3000-18	C-500-20	C-500-16	C-2000-18	C-3000-20	
	Función	Áng-Anclaje	Ali-Suspensión	Ali-Suspensión	Ali-Amarre	Áng-Anclaje	
	Montaje	Tresbolillo	Tresbolillo	Tresbolillo	Tresbolillo	Tresbolillo	
	Separación de fases	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	
	Tipo armado	ASC-12-TB-18	ASC-12-TB-18	ASC-12-TB-18	ASC-12-TB-18	ASC-12-TB-18	
	Altura útil cruceta inferior	11,64 m	14,55 m	10,63 m	12,03 m	13,61 m	
	Tipo de cadena-elementos	Amarre	Suspensión	Suspensión	Amarre	Amarre	
	Lado	1,35 m	1,35 m	1,20 m	1,30 m	1,45 m	
Cimentación	Profundidad	2,76 m	1,85 m	1,77 m	2,37 m	2,79 m	
	Excavación	5,03 m3	3,37 m3	2,55 m3	4,01 m3	5,87 m3	
	Hormigonado	5,39 m3	3,74 m3	2,84 m3	4,34 m3	6,29 m3	
Vanos regul.	Número	Nº 5	Nº 6	Nº 7	Nº 8		
	Longitud	158,26 m	119,65 m	112,02 m	258,78 m		
	Desnivel	4,04 m	-14,81 m	-16,66 m	-5,15 m		
Vano regul.	Número	Nº 4				Nº 5	
	Cons. de catenaria y longitud	K=1027 a 50°C - 135 m				K=1280 a 50°C - 259 m	
	Apoyo inicial y final	Nº 5 - Nº 8				Nº 8 - Nº 9	



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO		J. R. AGUILAR		
COMPROBADO				
ESCALA:	LÍNEA AÉREA 45 KV APOYOS DEL 5 AL 9			Nº PLANO:
H= 1:4000				6 / 35
V= 1:1000				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

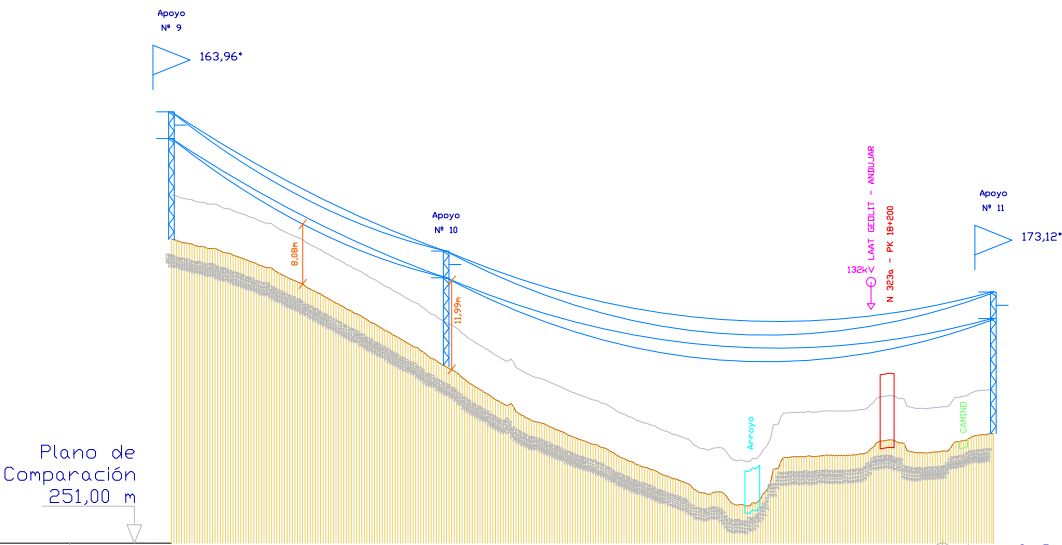
Planta



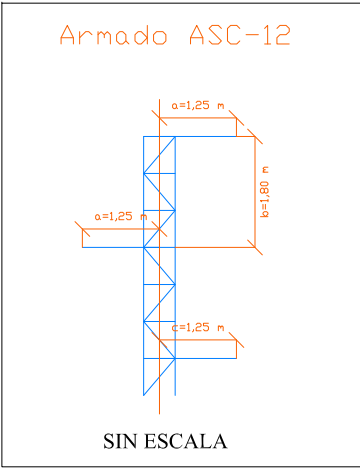
Condi: LA-110 Zona: A			
Tabla Temperaturas-Alturas Tramo 9-10			
Temperatura	Altura	Temperatura	Altura
-5°C	832	1,42	
0°C	780	1,25	
5°C	732	1,42	
10°C	687	1,72	
15°C	647	1,83	
20°C	610	1,94	
25°C	577	2,05	
30°C	547	2,17	
35°C	519	2,28	
40°C	493	2,39	
45°C	470	2,51	
50°C	453	2,62	

Condi: LA-110 Zona: A			
Tabla Temperaturas-Alturas Tramo 10-11			
Temperatura	Altura	Temperatura	Altura
-5°C	714	5,49	
0°C	696	5,67	
5°C	679	5,84	
10°C	662	7,01	
15°C	647	7,18	
20°C	632	7,34	
25°C	618	7,51	
30°C	605	7,67	
35°C	593	7,83	
40°C	581	7,99	
45°C	570	8,14	
50°C	559	8,30	

Perfil

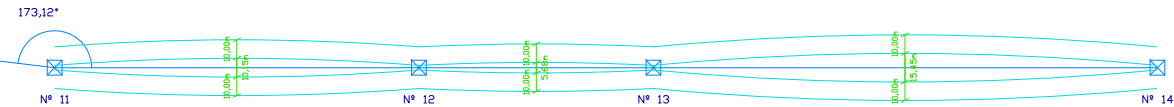


Datos topográf.	Estaciones y punto kilométrico				km nº 2
	Distancias	Parciales			
		Al origen			
Cotas del terreno					
Num. y longitud de las parcelas					
Apoyos	Número	Nº 9	Nº 10	Nº 11	
	Ángulo	163,96°	--	173,12°	
	Tipo	C-3000-20	C-2000-18	C-3000-22	
	Función	Áng-Anclaje	Ali-Amorre	Áng-Anclaje	
	Montaje	Tresbolillo	Tresbolillo	Tresbolillo	
	Separación de fases	3,10	3,10	3,10	
	Tipo armado	ASC-12-TB-18	ASC-12-TB-18	ASC-12-TB-18	
	Altura útil cruceta inferior	13,61 m	12,03 m	15,55 m	
Cimen-tación	Tipo de cadena-elementos	Amorre	Amorre	Amorre	
	Lado	1,45 m	1,30 m	1,50 m	
	Profundidad	2,79 m	2,37 m	2,85 m	
	Excavación	5,87 m3	4,01 m3	6,41 m3	
Vanos regul.	Hormigonado	6,29 m3	4,34 m3	6,86 m3	
	Número	Nº 9	Nº 10	Nº 11	
	Longitud	148,53 m	295,90 m		
	Desnivel	-18,28 m	-5,44 m		
Vanos regul.	Número	Nº 6	Nº 7		
	Cons. de catenaria y longitud	K=1069 a 50°C - 149 m	K=1321 a 50°C - 296 m		
	Apoyo inicial y final	Nº 9 - Nº 10	Nº 10 - Nº 11		



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO		J. R. AGUILAR		
COMPROBADO				
ESCALA:	LÍNEA AÉREA 45 KV APOYOS DEL 9 AL 11			Nº PLANO:
H= 1:4000				7 / 35
V= 1:1000				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

Planta

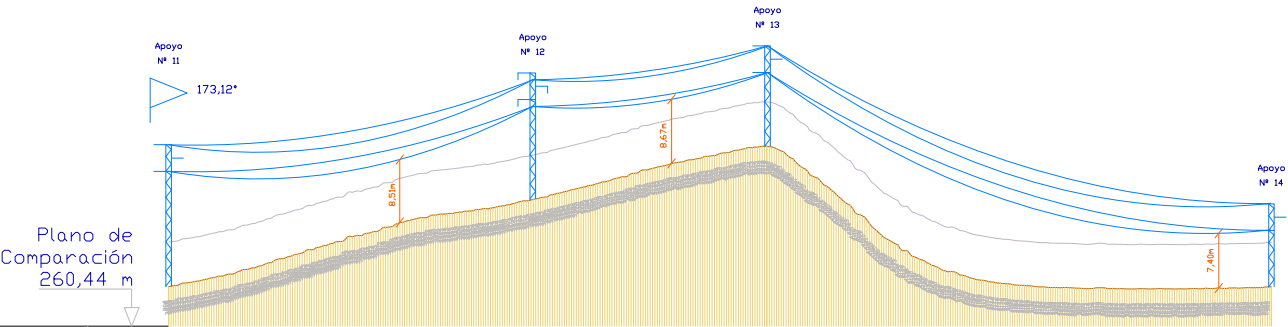


Condi. LA-110 Zona. A			
Tabla. Separación-Fachas Tramo D-12			
°C	Tramo	Final	
-5°C	803	2,56	
0°C	759	2,71	
5°C	718	2,86	
10°C	681	3,02	
15°C	647	3,18	
20°C	616	3,34	
25°C	587	3,50	
30°C	561	3,66	
35°C	538	3,82	
40°C	516	3,98	
45°C	497	4,14	
50°C	479	4,30	

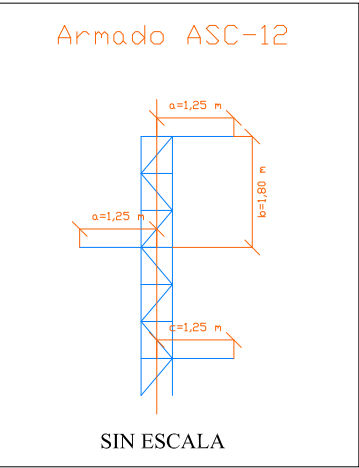
Condi. LA-110 Zona. A			
Tabla. Separación-Fachas Tramo D-13			
°C	Tramo	Final	
-5°C	803	1,06	
0°C	759	1,13	
5°C	718	1,19	
10°C	681	1,25	
15°C	647	1,32	
20°C	616	1,39	
25°C	587	1,45	
30°C	561	1,50	
35°C	538	1,56	
40°C	516	1,63	
45°C	497	1,70	
50°C	479	1,79	

Condi. LA-110 Zona. A			
Tabla. Separación-Fachas Tramo D-14			
°C	Tramo	Final	
-5°C	725	5,41	
0°C	704	5,58	
5°C	684	5,75	
10°C	663	5,91	
15°C	647	6,07	
20°C	630	6,23	
25°C	614	6,39	
30°C	600	6,55	
35°C	586	6,71	
40°C	573	6,86	
45°C	560	7,01	
50°C	549	7,16	

Perfil

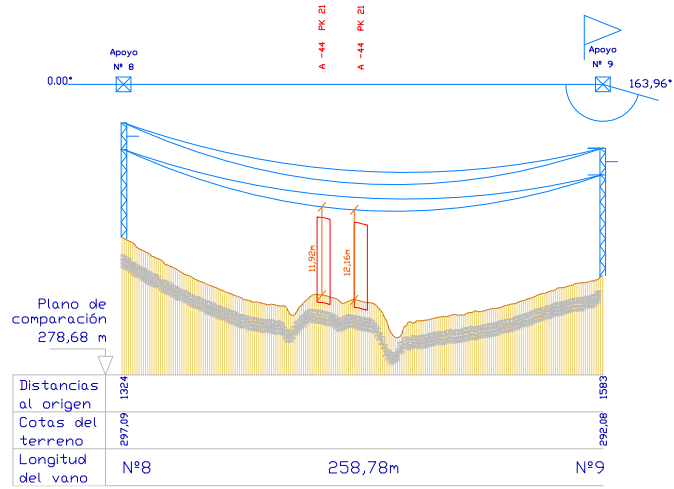


Datos topográf.	Estaciones y punto kilométrico		265,9		277,55		284,73		285,75	
	Distancias	Parciales	295,9		196,9		126,9		278,5	
		Al origen	265,90		277,55		284,73		285,75	
	Cotas del terreno		265,90		277,55		284,73		285,75	
Apoyos	Num. y longitud de las parcelas		265,90		277,55		284,73		285,75	
	Número	Nº 11	Nº 12		Nº 13		Nº 14		Nº 15	
	Ángulo	173,12°	--		--		--		--	
	Tipo	C-3000-22	C-500-18		C-2000-16		C-4500-TR-14		C-4500-TR-14	
	Función	Áng-Anclaje	Alí-Suspensión		Alí-Amarre		F.Línea		F.Línea	
	Montaje	Tresbolillo	Tresbolillo		Tresbolillo		Tresbolillo		Tresbolillo	
	Separación de fases	3,10	3,10		3,10		3,10		3,10	
	Tipo armado	ASC-12-TB-18	ASC-12-TB-18		ASC-12-TB-18		ASC-12-TB-18		ASC-12-TB-18	
	Altura útil cruceta inferior	15,55 m	12,58 m		9,97 m		7,61 m		7,61 m	
	Tipo de cadena-elementos	Amarre	Suspensión		Amarre		Amarre		Amarre	
Cimen-tación	Lado	1,50 m	1,25 m		1,25 m		1,25 m		1,25 m	
	Profundidad	2,85 m	1,82 m		2,43 m		2,79 m		2,79 m	
	Excavación	6,41 m3	2,84 m3		3,80 m3		4,36 m3		4,36 m3	
	Hormigonado	6,86 m3	3,16 m3		4,11 m3		4,67 m3		4,67 m3	
Vanos	Número	Nº 11	Nº 12		Nº 13		Nº 14		Nº 15	
	Longitud	196,92 m	126,86 m		272,47 m		272,47 m		272,47 m	
	Desnivel	7,57 m	5,43 m		-19,86 m		-19,86 m		-19,86 m	
Vang. regul.	Número	Nº 8	Nº 9		Nº 10		Nº 11		Nº 12	
	Cons. de catenaria y longitud	K=1131 a 50°C - 173 m	K=1296 a 50°C - 272 m		K=1296 a 50°C - 272 m		K=1296 a 50°C - 272 m		K=1296 a 50°C - 272 m	
	Apoyo inicial y final	Nº 11 - Nº 13	Nº 13 - Nº 14		Nº 14 - Nº 15		Nº 15 - Nº 16		Nº 16 - Nº 17	

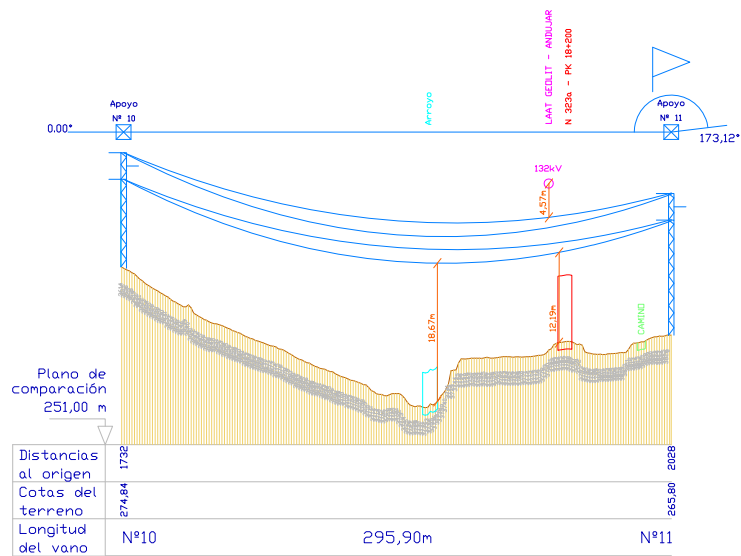


	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO		J. R. AGUILAR			
COMPROBADO					
ESCALA:	LÍNEA AÉREA 45 KV APOYOS DEL 11 AL 14			Nº PLANO:	
H= 1:4000				8 / 35	
V= 1:1000				SUSTITUYE A:	
				SUSTITUIDO POR:	

VANO 8

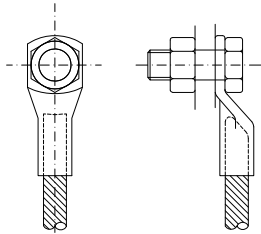
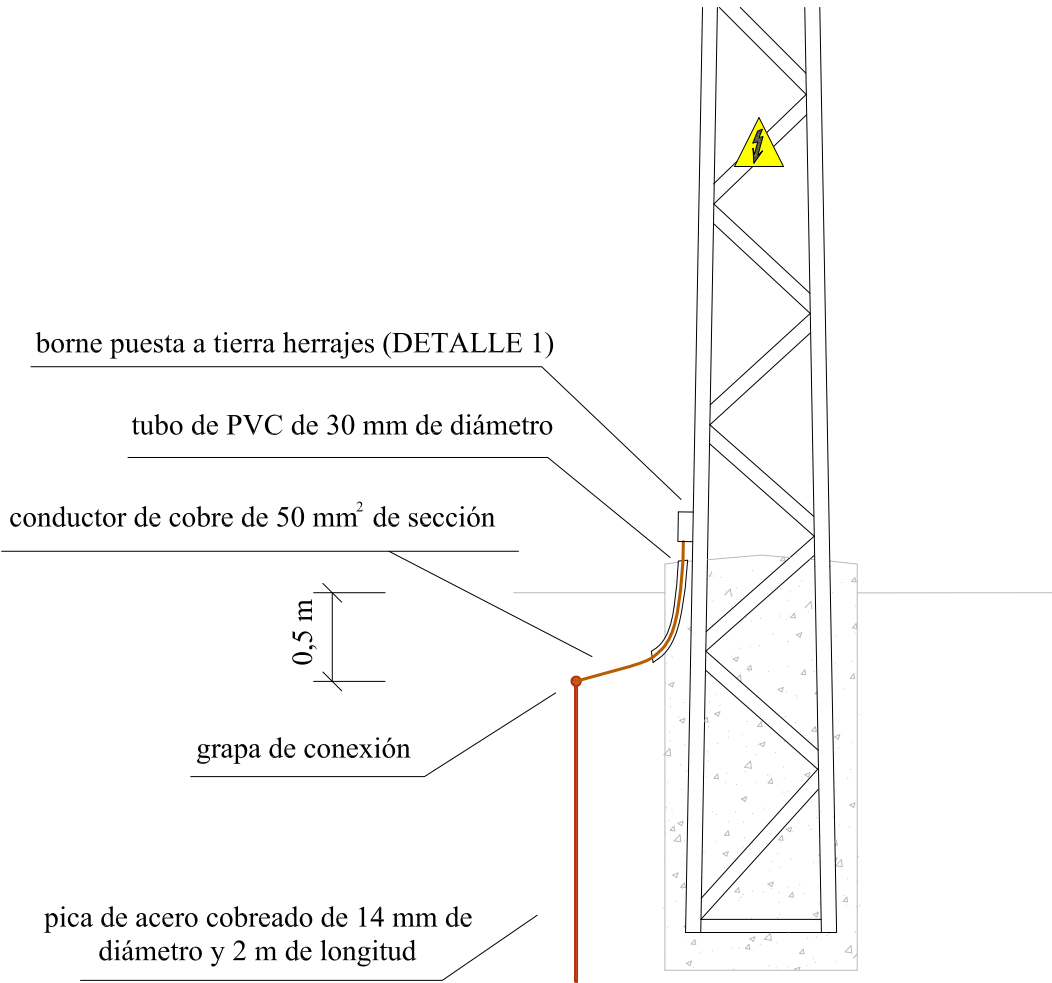


VANO 10



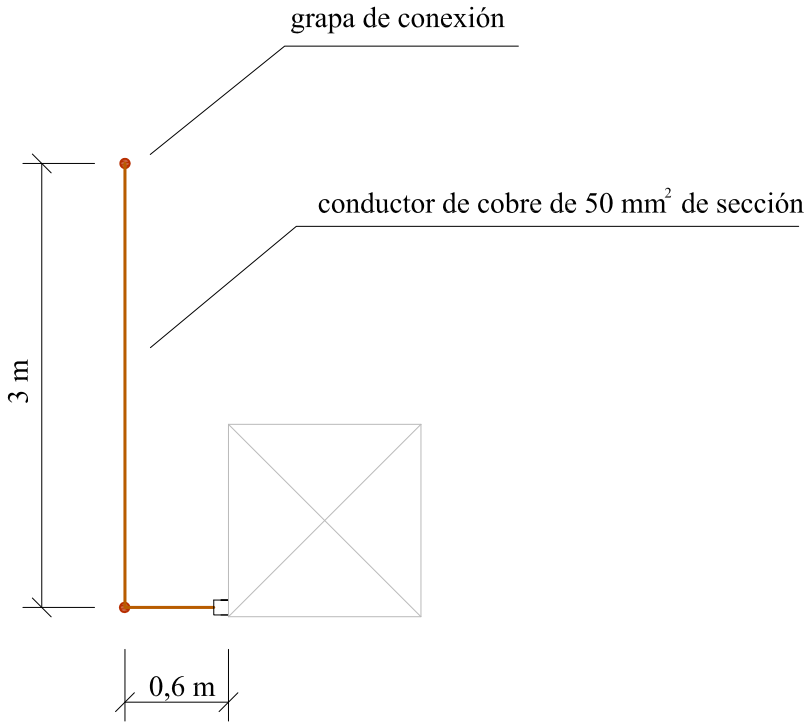
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO		J. R. AGUILAR		
COMPROBADO				
ESCALA:	LÍNEA AÉREA 45 KV DISTANCIAS EN CRUZAMIENTOS			Nº PLANO:
H= 1:4000				
V= 1:1000				
				9 / 35
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

ALZADO



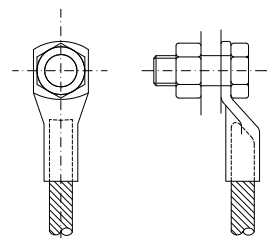
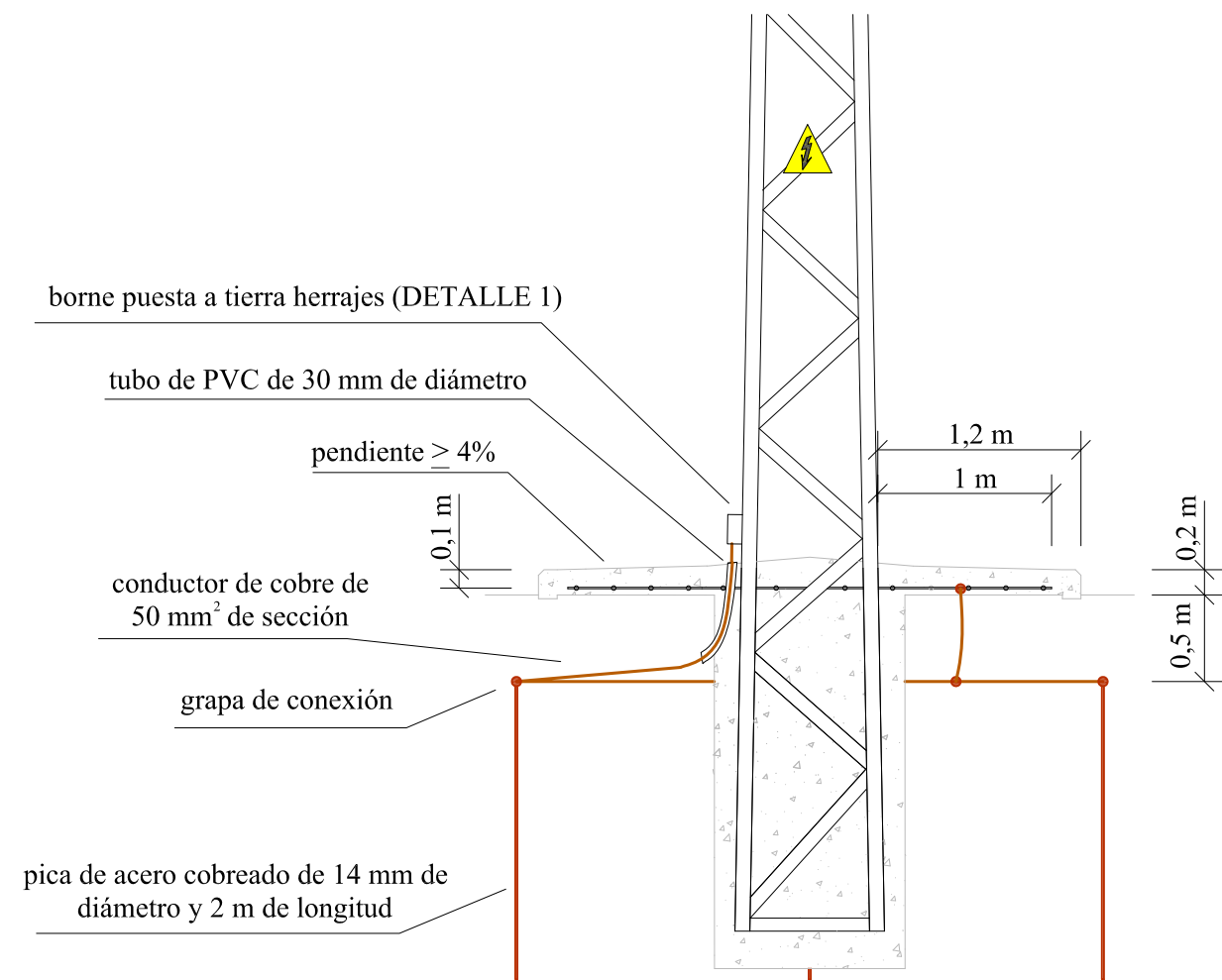
DETALLE 1
sin escala

PLANTA



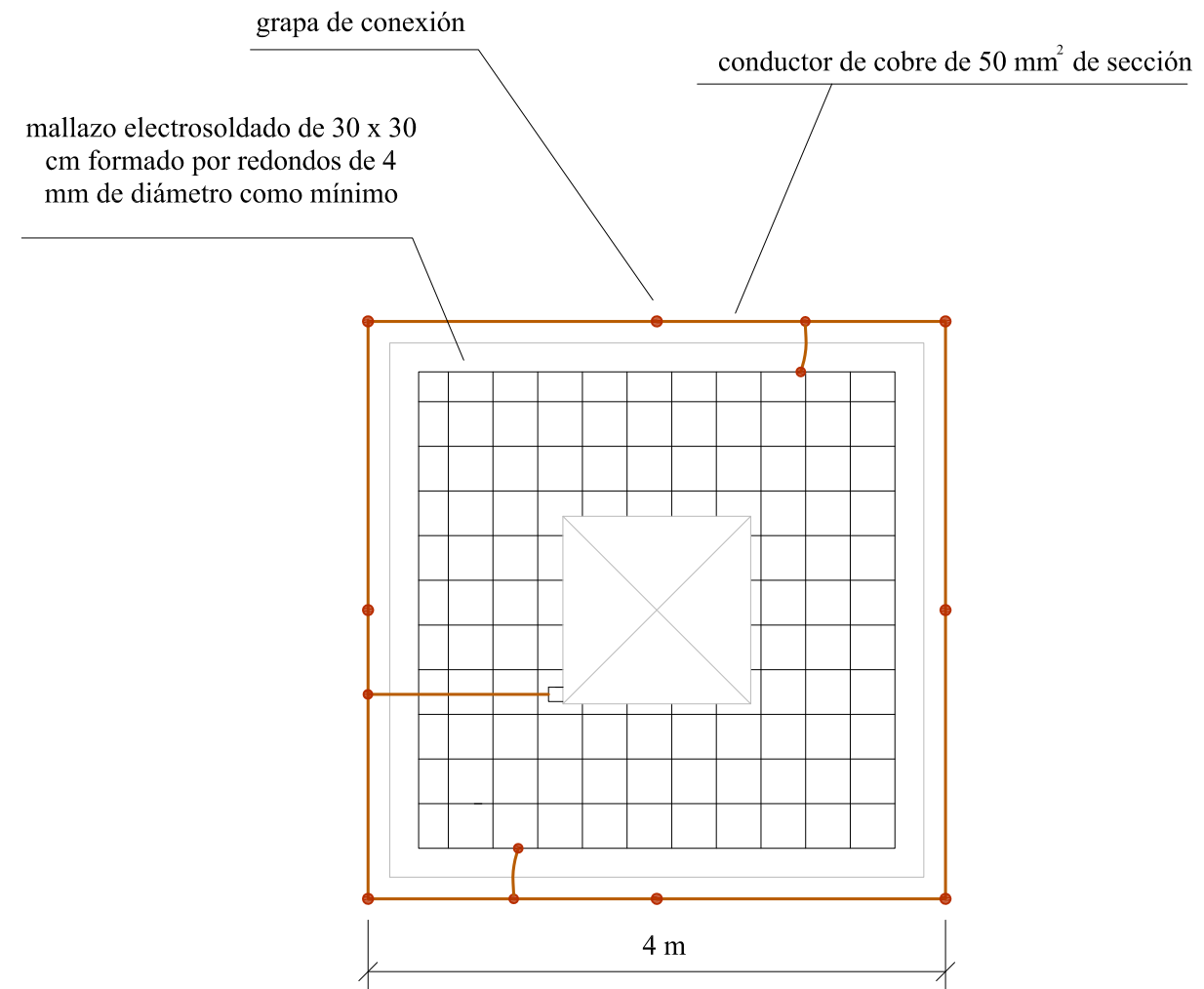
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO		J. R. AGUILAR		
COMPROBADO				
ESCALA:	PUESTA A TIERRA APOYOS NO FRECUENTADOS			Nº PLANO:
1 : 50				10 / 35
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

ALZADO



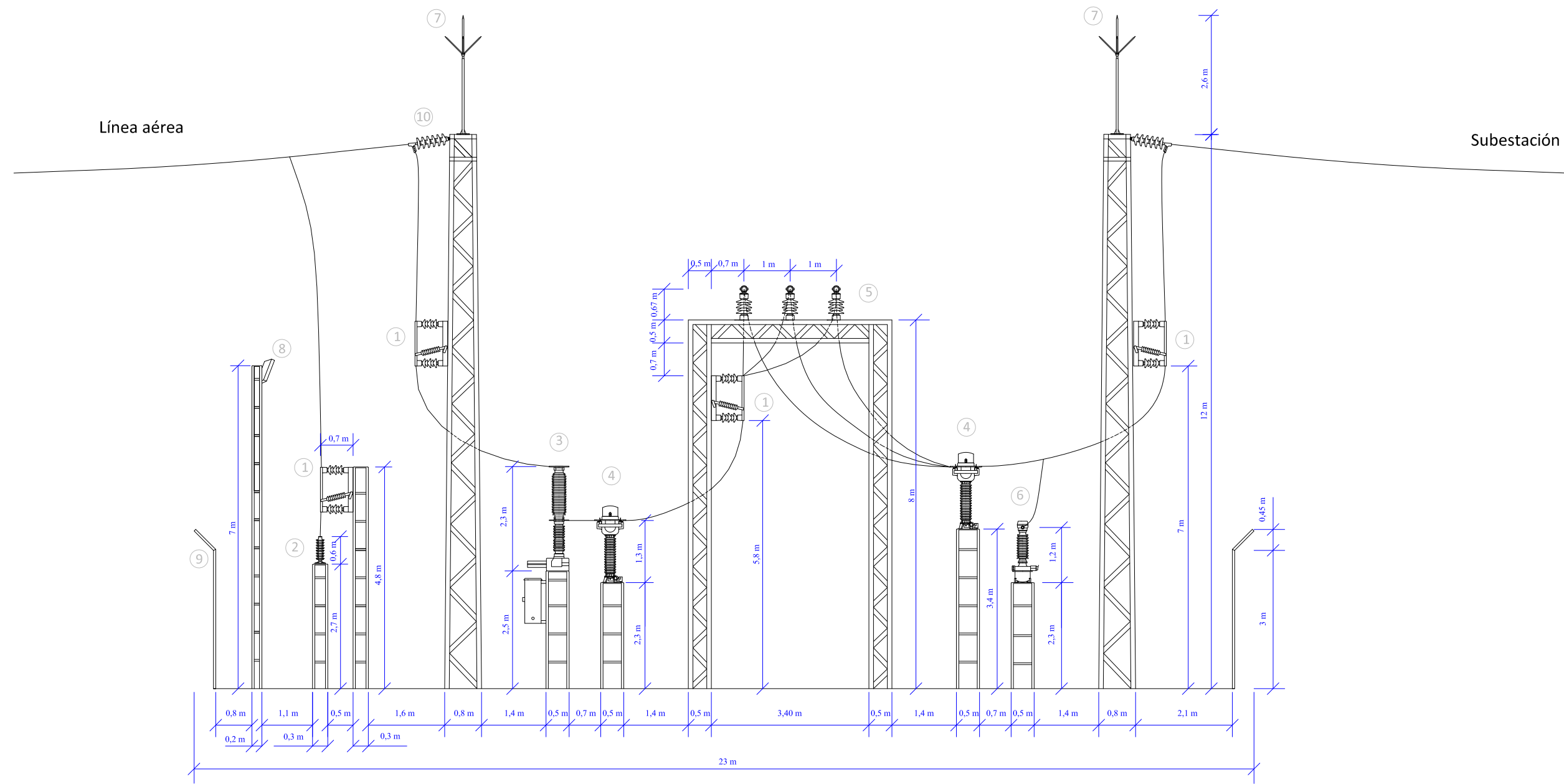
DETALLE 1
sin escala

PLANTA



NOTA: Se instalará una losa de hormigón de espesor total 20 cm, como mínimo, y que sobresalga 1,2 m del borde de la base del poste.
Dentro de esta losa y hasta 1 metro del borde del poste, se embeberá un mallazo electrosoldado. Este mallazo se conectará a la puesta a tierra mediante dos puntos opuestos y tendrá por encima al menos 10 cm de hormigón.

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO		J. R. AGUILAR		
COMPROBADO				
ESCALA:	PUESTA A TIERRA APOYOS FRECUENTADOS			Nº PLANO:
1 : 50				11 / 35
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



①	Seccionador	⑥	Transformador de tensión
②	Autoválvula	⑦	Pararrayos
③	Interruptor automático	⑧	Luminaria
④	Transformador de intensidad	⑨	Vallado
⑤	Barras	⑩	Cadena de aisladores

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO		J. R. AGUILAR		
COMPROBADO				
ESCALA:	ALZADO PRE-PARQUE			Nº PLANO:
1 : 100				12 / 35
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

Vallado perimetral con medidas antiescalo

Línea aérea

Subestación

Acceso

- ①

Seccionador
- ②

Autoválvula
- ③

Interruptor automático
- ④

Transformador de intensidad
- ⑤

Barras
- ⑥

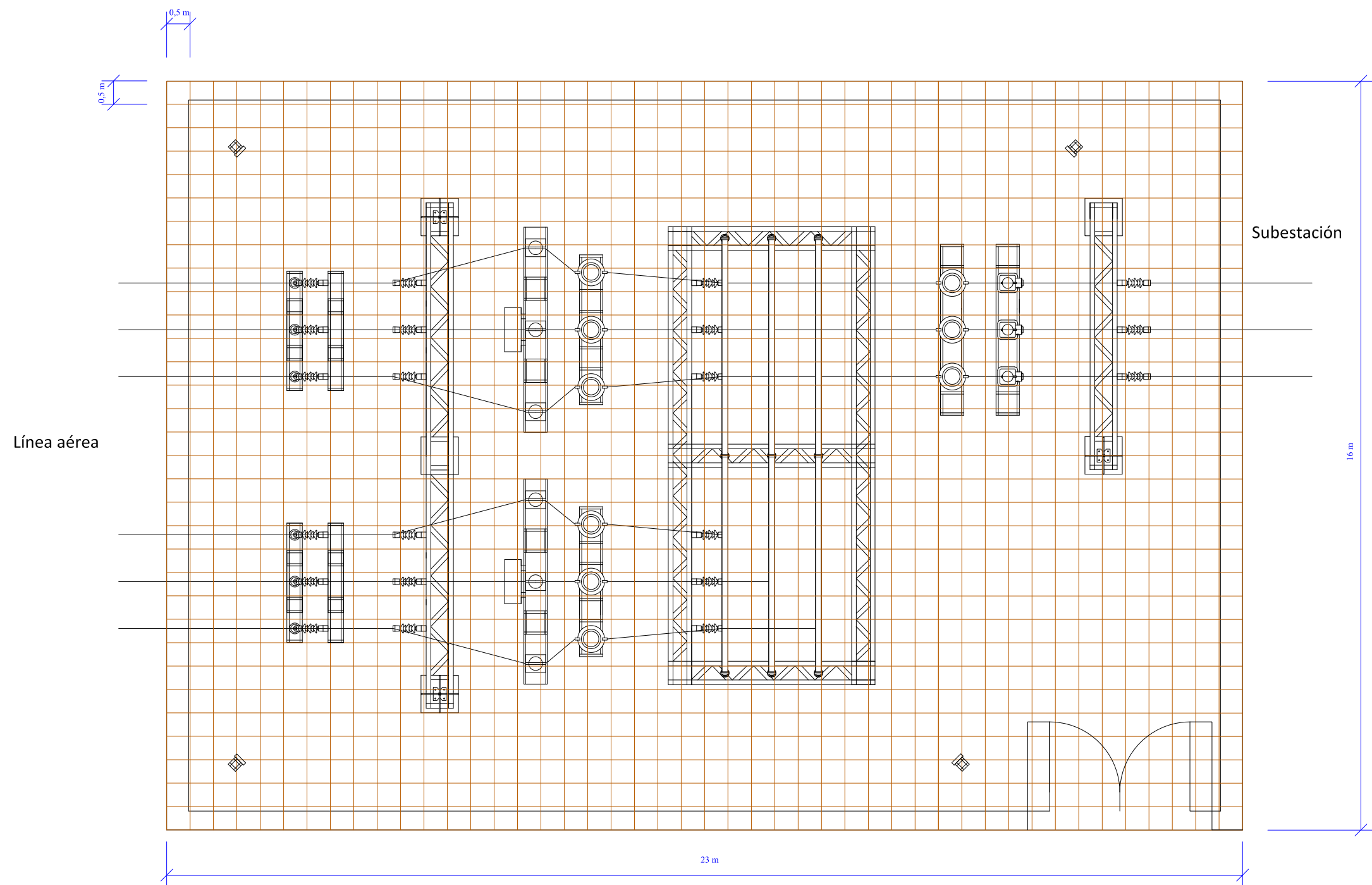
Transformador de tensión
- ⑦

Pararrayos
- ⑧

Luminaria
- ⑨

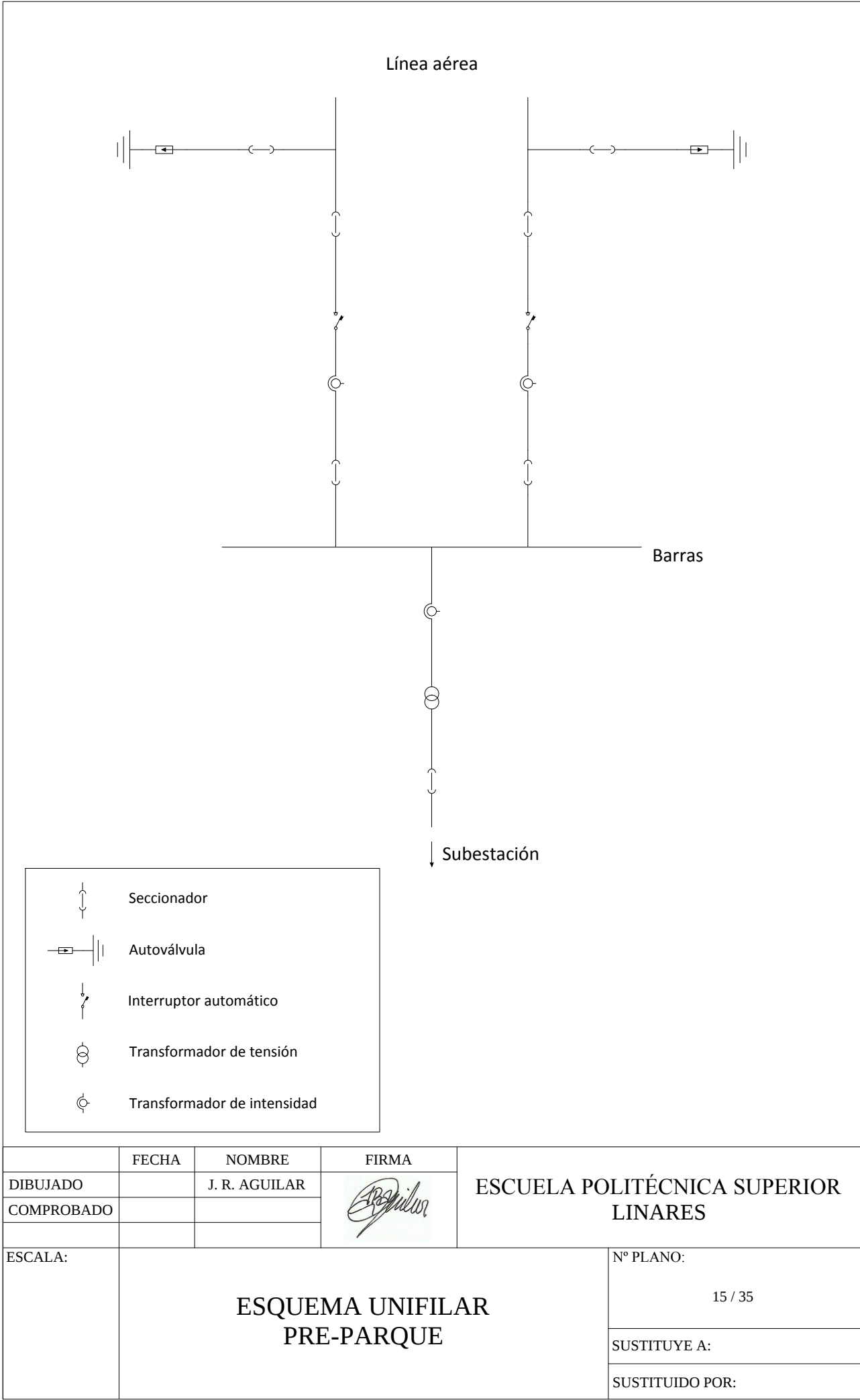
Vallado

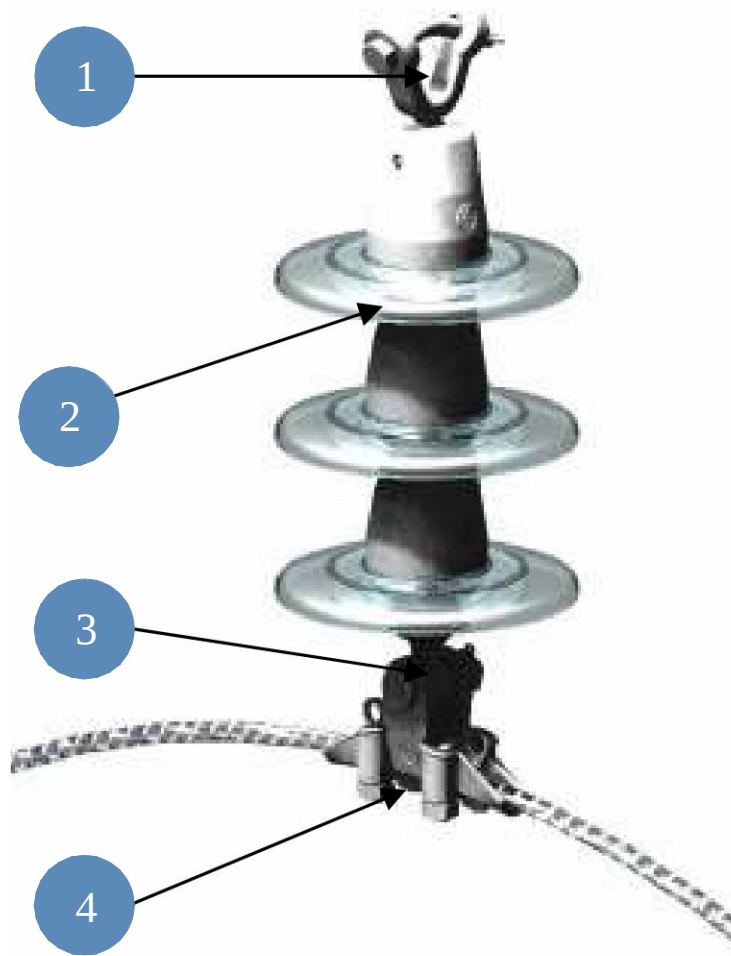
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO		J. R. AGUILAR		
COMPROBADO				
ESCALA:	PLANTA PRE-PARQUE			Nº PLANO:
1 : 100				13 / 35
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



— Conductor cobre 120 mm²

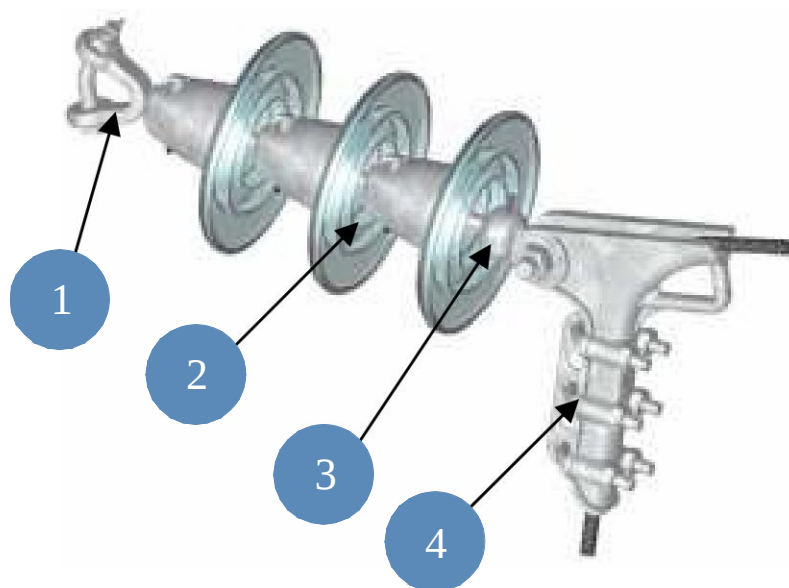
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO		J. R. AGUILAR		
COMPROBADO				
ESCALA:	PUESTA A TIERRA PRE-PARQUE			Nº PLANO:
1 : 100				14 / 35
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:





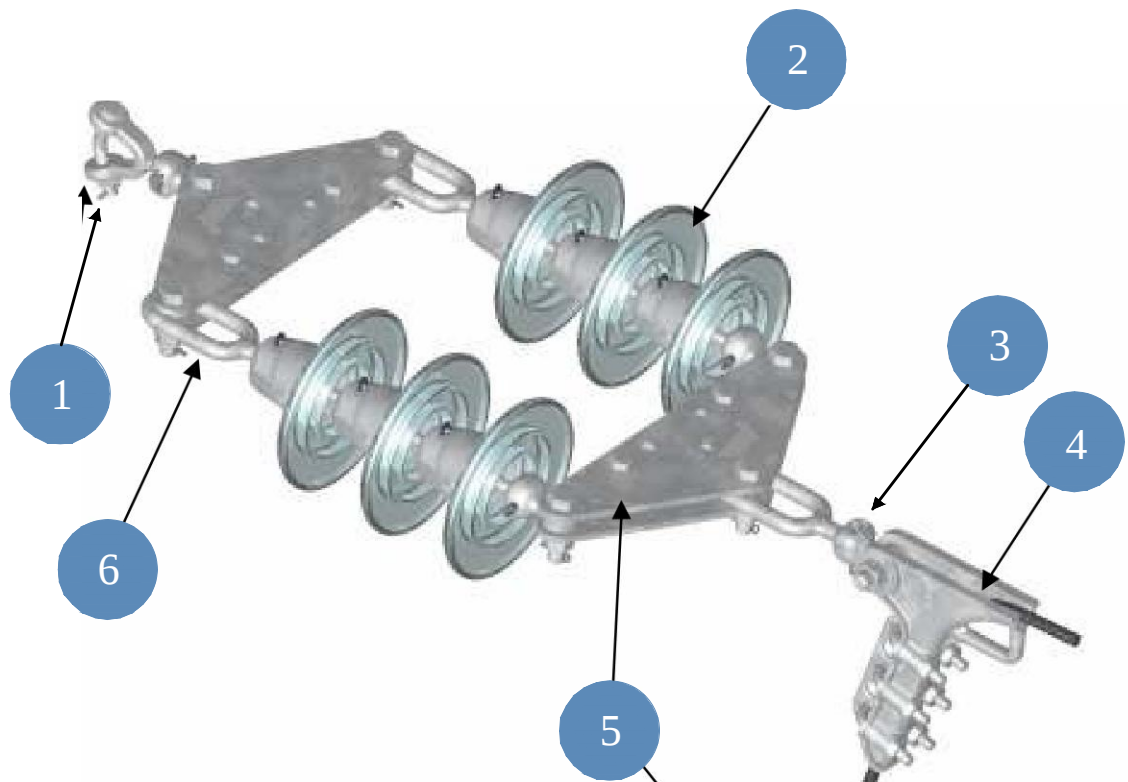
NÚMERO	ELEMENTO	DETALLE EN PLANO
1	HORQUILLA DE BOLA EN V	19
2	AISLADOR DE VIDRIO	20
3	RÓTULA	21
4	GRAPA DE SUSPENSIÓN	22

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO		J. R. AGUILAR		
COMPROBADO				
ESCALA:	CADENA DE SUSPENSIÓN			Nº PLANO:
SIN ESCALA				16 / 35
				SUSTITUYE A:
			SUSTITUIDO POR:	



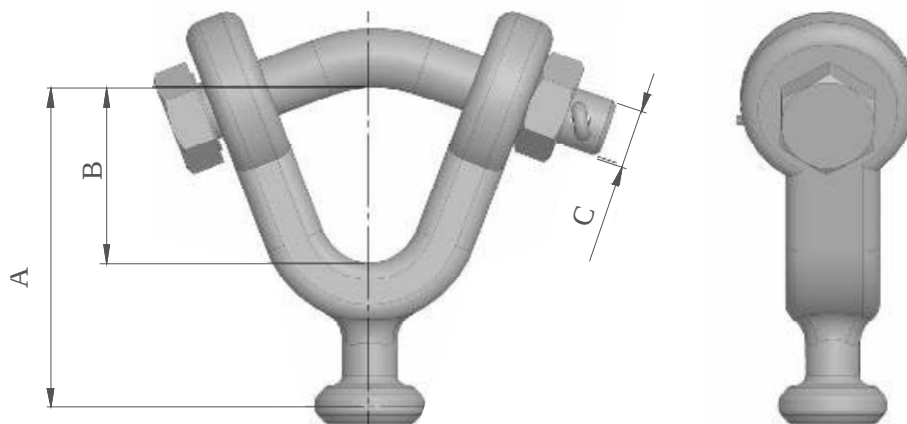
NÚMERO	ELEMEMTO	DETALLE EN PLANO
1	HORQUILLA DE BOLA EN V	19
2	AISLADOR DE VIDRIO	20
3	RÓTULA	21
4	GRAPA DE AMARRE	23

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO		J. R. AGUILAR		
COMPROBADO				
ESCALA:	CADENA DE AMARRE			Nº PLANO:
SIN ESCALA				17 / 35
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



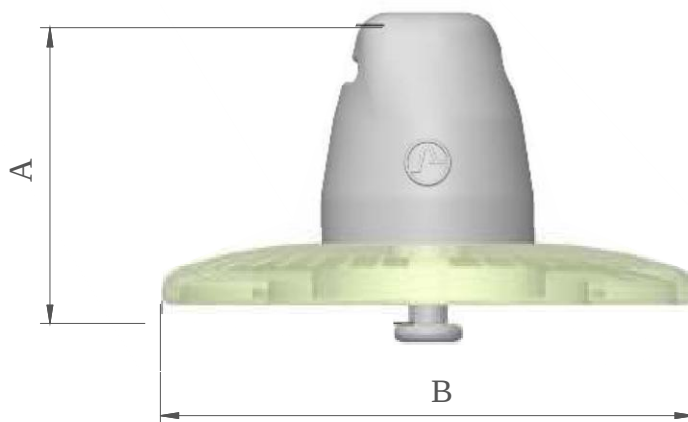
NÚMERO	ELEMENETO	DETALLE EN PLANO
1	HORQUILLA DE BOLA EN V	19
2	AISLADOR DE VIDRIO	20
3	RÓTULA	21
4	GRAPA DE AMARRE	23
5	YUGO DOBLE TRIANGULAR	24
6	ANILLA DE BOLA	25

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO		J. R. AGUILAR		
COMPROBADO				
ESCALA: SIN ESCALA	CADENA DE AMARRE DOBLE			N° PLANO: 18 /35 SUSTITUYE A: SUSTITUIDO POR:



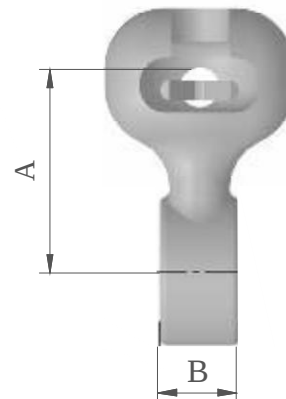
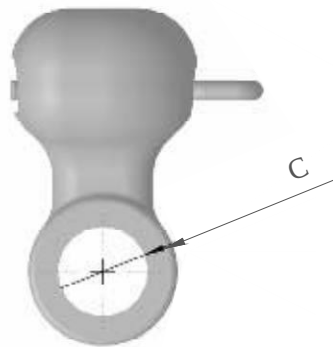
TIPO	DIMENSIONES (mm)			CARGA DE ROTURA (daN)	PESO (kg)
	A	B	C		
IEC 60305/95					
U 70 BS	64	32	M12	5000	0,31

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO		J. R. AGUILAR		
COMPROBADO				
ESCALA:	HORQUILLA DE BOLA EN V HB - 11			Nº PLANO:
SIN ESCALA				19 / 35
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



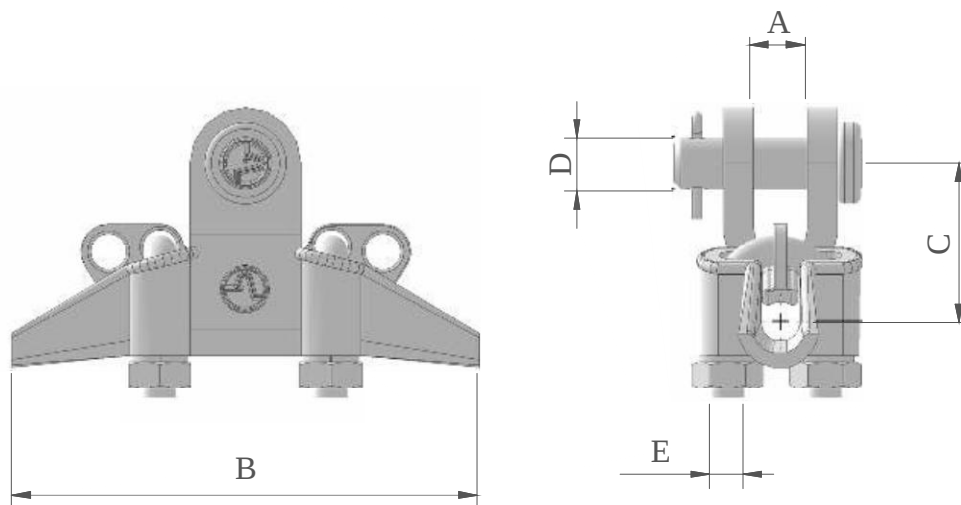
TIPO	DIMENSIONES (mm)			CARGA DE ROTURA (kN)	LÍNEA DE FUGA (mm)	PESO (kg)
IEC 60305/95	A	B	C			
U 70 BS	147, 146	255	16	70	303	3,4

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES					
DIBUJADO		J. R. AGUILAR							
COMPROBADO									
ESCALA:	AISLADOR VIDRIO U 70 BS				Nº PLANO:	20 / 35			
SIN ESCALA					SUSTITUYE A:				
					SUSTITUIDO POR:				



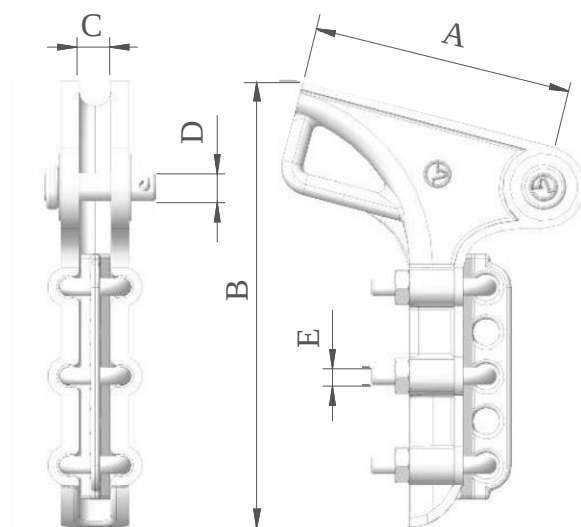
TIPO	DIMENSIONES (mm)			CARGA DE ROTURA (daN)	PESO (kg)
	A	B	C		
R 11	42	16	17,5	5000	0,22

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO		J. R. AGUILAR		
COMPROBADO				
ESCALA:	RÓTULA R 11			Nº PLANO:
SIN ESCALA				21 / 35
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



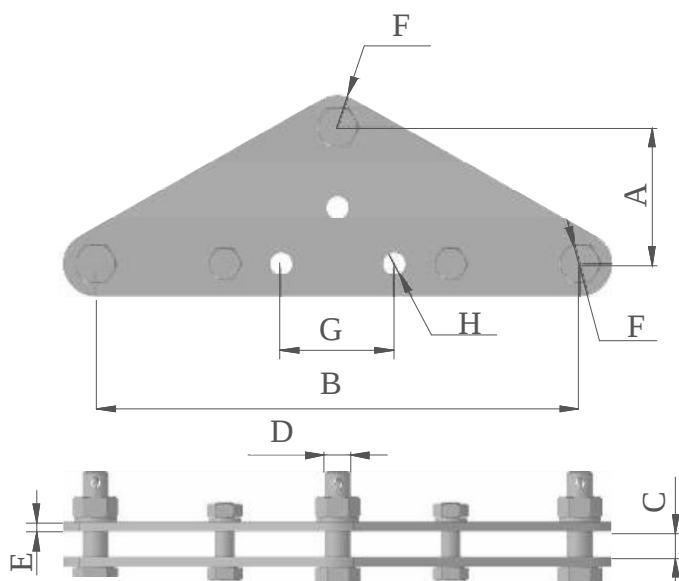
TIPO	DIMENSIONES (mm)					CARGA DE ROTURA (daN)	PAR DE APRIETE (Nm)	PESO (kg)
	A	B	C	D	E			
GS - 2	19	170	50	16	M12	6000	30	0,85

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO		J. R. AGUILAR		
COMPROBADO				
ESCALA:	GRAPA DE SUSPENSIÓN GS - 2			Nº PLANO:
SIN ESCALA				22 / 35
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



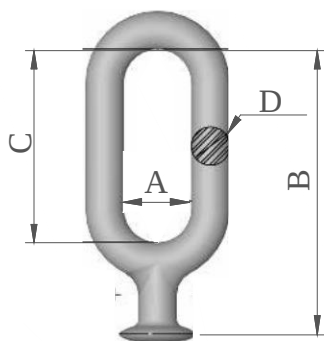
TIPO	DIMENSIONES (mm)					CARGA DE ROTURA (daN)	PAR DE APRIETE (Nm)	PESO (kg)
	A	B	C	D	E			
GA - 2	145	245	20	16	M12	6500	45	1.3

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO		J. R. AGUILAR		
COMPROBADO				
ESCALA:	GRAPA DE AMARRE GA - 2			Nº PLANO:
SIN ESCALA				23 / 35
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



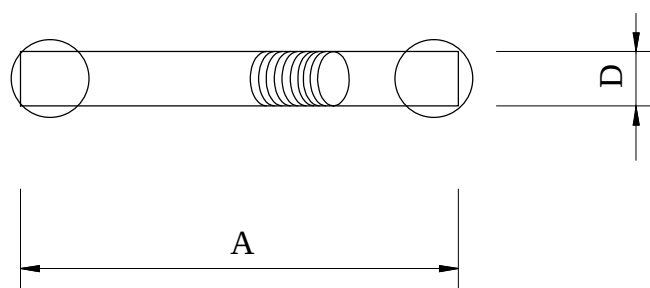
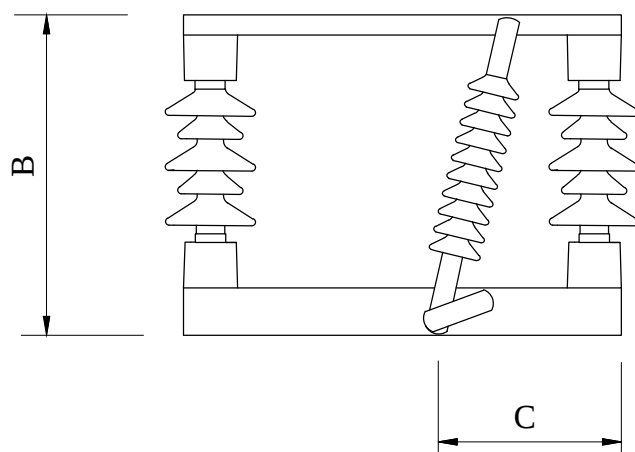
TIPO	DIMENSIONES (mm)								CARGA DE ROTURA (daN)	PESO (kg)
	A	B	C	D	E	F	G	H		
YD	85	270	18	16	6	M16	70	14	9000	2,7

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO		J. R. AGUILAR		
COMPROBADO				
ESCALA:	YUGO DOBLE TRIANGULAR YD			Nº PLANO:
SIN ESCALA				24 / 35
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



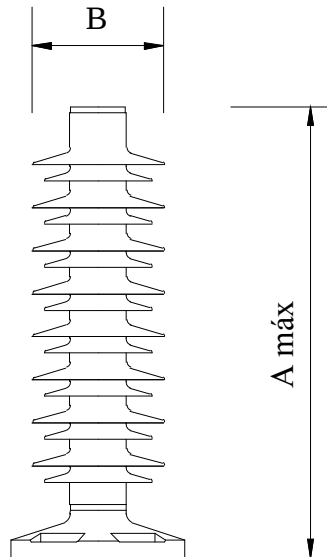
TIPO	DIMENSIONES (mm)				CARGA DE ROTURA (daN)	PESO (kg)
	A	B	C	D		
AB - 11	19,5	43	12	77	5000	0,165

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO		J. R. AGUILAR		
COMPROBADO				
ESCALA:	ANILLA DE BOLA AB - 11			Nº PLANO:
SIN ESCALA				25 / 35
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



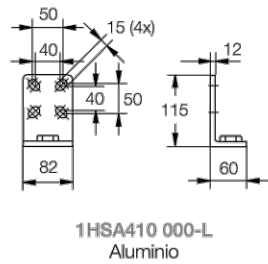
TIPO	DIMENSIONES (mm)			
	A	B	C	D
SHD 52	850	665	300	120

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO		J. R. AGUILAR		
COMPROBADO				
ESCALA:	SECCIONADOR SHD 52			Nº PLANO:
SIN ESCALA				26 / 35
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

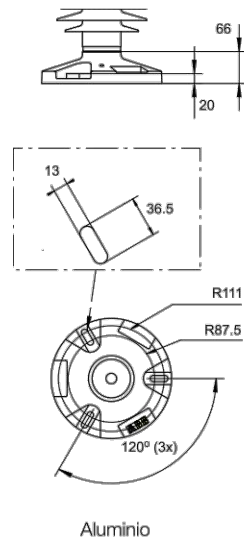


Planos de perforación

Terminales de línea

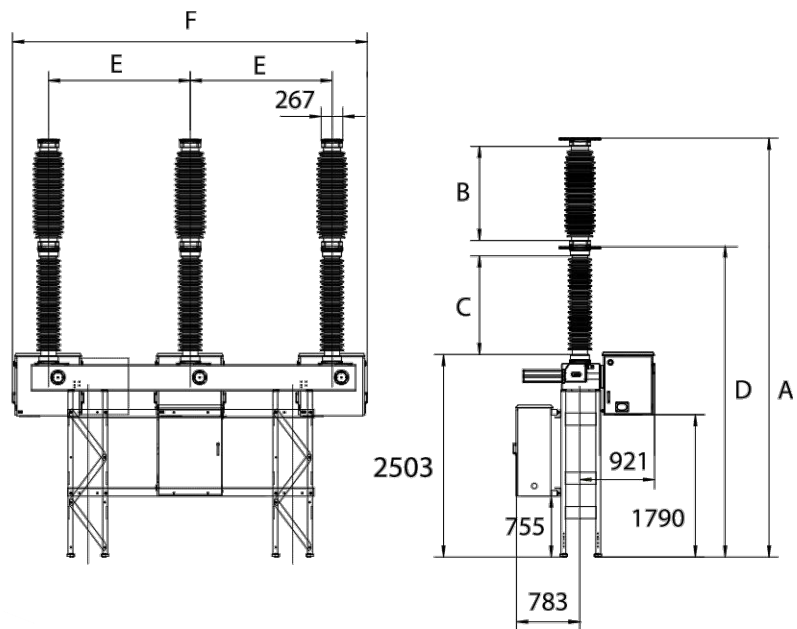


Sin base aislante



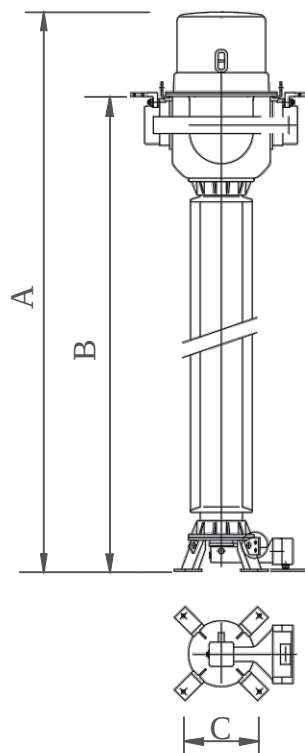
TIPO	DIMENSIONES (mm)		PESO (kg)	DISTANCIA DE FUGA (mm)
	A máx	B		
PEXLIM R	641	186	13	1863

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO		J. R. AGUILAR		
COMPROBADO				
ESCALA:	AUTOVÁLVULA PEXLIM R			N° PLANO:
SIN ESCALA				27 / 35
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



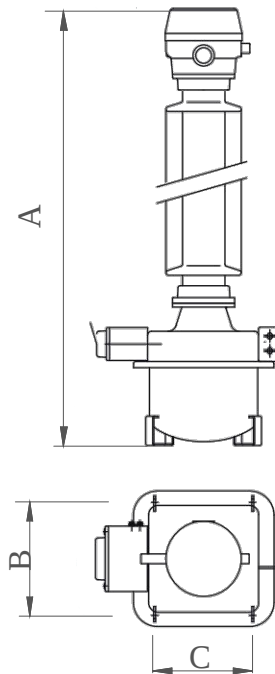
TIPO	DIMENSIONES (mm)						TENSIÓN SOPORTAD A FREC. IND. (kV)	TENSIÓN SOPORTAD A RAYO (kV)	INTENSIDAD NOMINAL SERVICIO (A)	I.C.C. (kA)
	A	B	C	D	E	F				
LTB 72,5 D1/B	4647	1164	670	3283	1750	4380	140	325	3150	40

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO		J. R. AGUILAR		
COMPROBADO				
ESCALA:	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO LTB 72,5 D1/B			Nº PLANO:
SIN ESCALA				28 / 35
				SUSTITUYE A:
	SUSTITUIDO POR:			



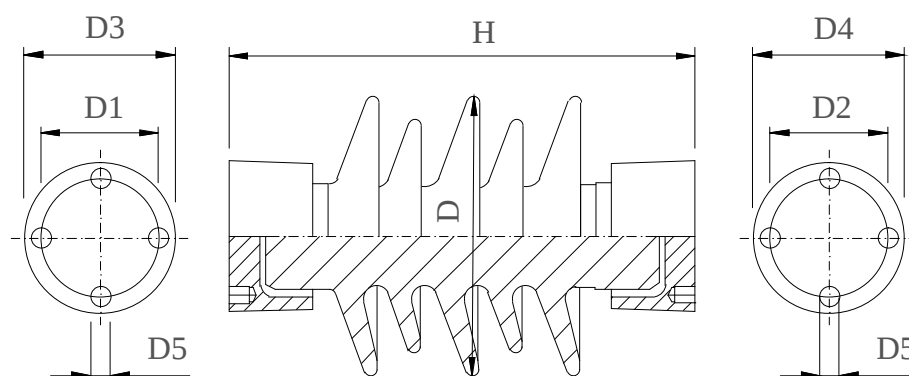
TIPO	DIMENSIONES (mm)			LÍNEA DE FUGA ESTÁNDAR (mm)	DEVANADO MEDIDA		DEVANADO PROTECCIÓN		INTENSIDAD PRIMARIO / SECUNDARIO (A)
	A	B	C		POTENCIA (VA)	PRECISIÓN	POTENCIA (VA)	PRECISIÓN	
CA - 52	1625	1185	350	1300	25	0,5	50	5P	100 / 5

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO		J. R. AGUILAR		
COMPROBADO				
ESCALA:	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD PARA MEDIDA Y PROTECCIÓN CA - 52			Nº PLANO:
SIN ESCALA				29 / 35
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



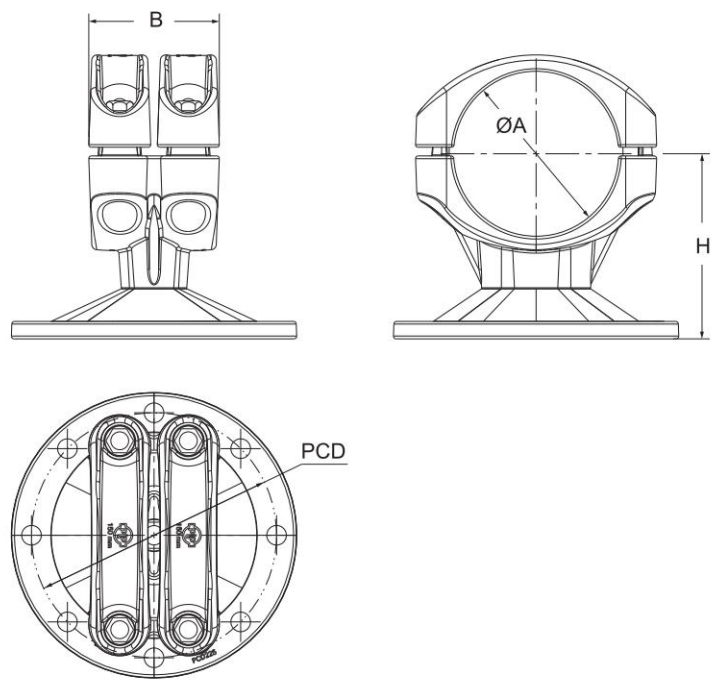
TIPO	DIMENSIONES (mm)			LÍNEA DE FUGA ESTÁNDAR (mm)	DEVANADO MEDIDA		TENSIÓN PRIMARIO / SECUNDARIO (A)
	A	B	C		POTENCIA (VA)	PRECISIÓN	
UTB - 52	1335	300	300	1300	30	0,5	45000 / 110

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO		J. R. AGUILAR		
COMPROBADO				
ESCALA:	TRANSFORMADOR DE TENSIÓN PARA MEDIDA UTB - 52			Nº PLANO:
SIN ESCALA				30 / 35
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



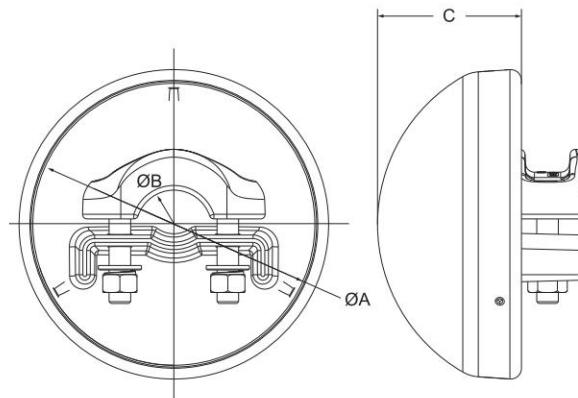
TIPO	DIMENSIONES (mm)							CARGA DE ROTURA FLEXIÓN (daN)	CARGA DE ROTURA TORSIÓN (daN)	LÍNEA DE FUGA MÍNIMA (mm)
IEC 60815	H	D	D1	D2	D3	D4	D5			
C4 - 250	560	215	76	76	108	108	M14	4000	1800	832

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO		J. R. AGUILAR		
COMPROBADO				
ESCALA:	SIN ESCALA AISLADOR C4 - 250			Nº PLANO:
				31 / 35
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



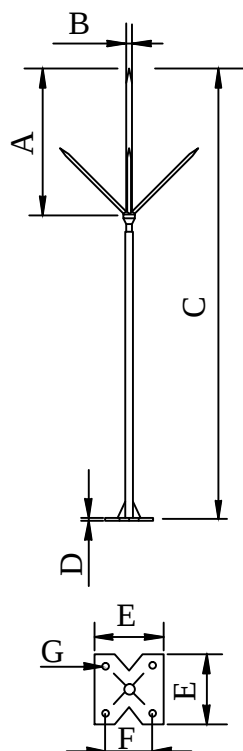
TIPO	DIMENSIONES (mm)				DIÁMETRO TALADROS (mm)	APRIETE (Nm)
	A	B	H	PCD		
T63P76	63	49	110	76	14	50

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO		J. R. AGUILAR		
COMPROBADO				
ESCALA:	SOPORTE T63P76			Nº PLANO:
SIN ESCALA				32 / 35
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



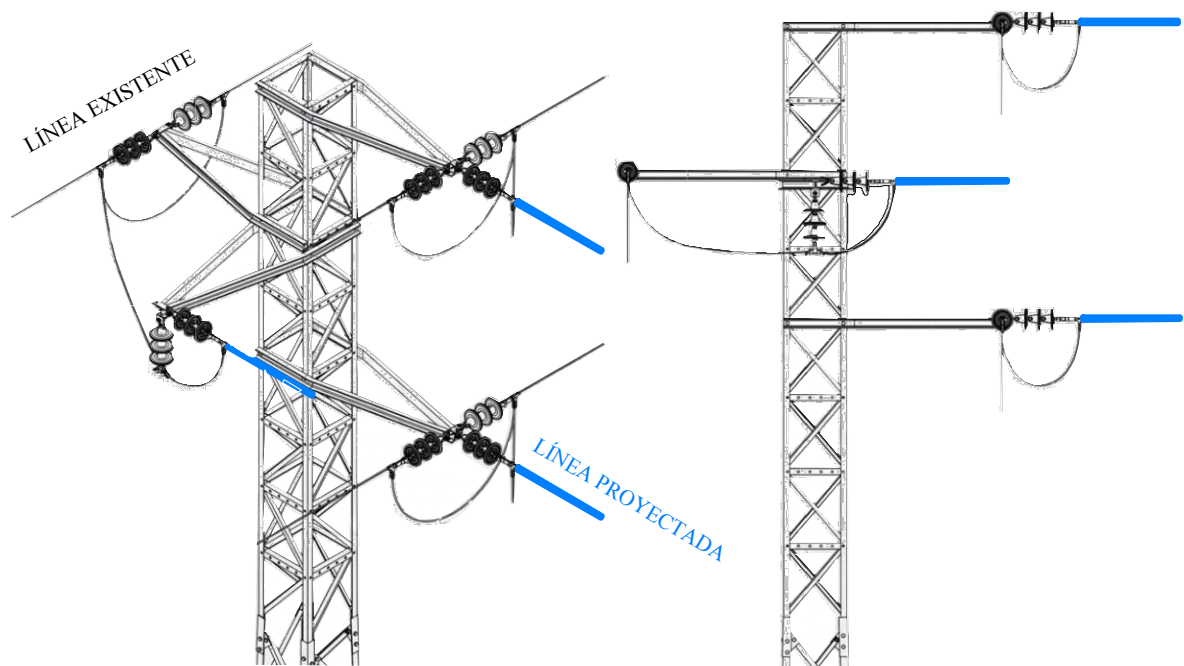
TIPO	DIMENSIONES (mm)	
	A	C
ECT63	63	39

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO		J. R. AGUILAR			
COMPROBADO					
ESCALA:	TAPÓN ECT63			Nº PLANO:	
SIN ESCALA				33 / 35	
				SUSTITUYE A:	
				SUSTITUIDO POR:	



DIMENSIONES (mm)							MATERIAL PUNTAS	MATERIAL SOPORTE	PESO (kg)
A	B	C	D	E	F	G			
480	20	2584	10	170	113	18	COBRE	ACERO COBREADO	8,5

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO		J. R. AGUILAR		
COMPROBADO				
ESCALA:	PARARRAYOS			Nº PLANO:
SIN ESCALA				34 / 35
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO		J. R. AGUILAR		
COMPROBADO				
ESCALA:	PUNTO DE ENTRONQUE			Nº PLANO:
SIN ESCALA				35 / 35
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

4. PLIEGO DE CONDICIONES

4.1. CONDICIONES GENERALES

4.1.1. OBJETO

Se determinarán en este pliego de condiciones los requisitos a los que se debe atender la ejecución de las instalaciones descritas en el presente proyecto.

4.1.2. CAMPO DE APLICACIÓN

Este pliego de condiciones se refiere a la construcción de la línea aérea de media tensión de 45 kV y la construcción del pre-parque.

4.1.3. DISPOSICIONES GENERALES

El contratista estará obligado a cumplir la reglamentación del trabajo correspondiente, la contratación del seguro obligatorio, subsidio familiar y de vejez, seguro de enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes.

4.1.3.1. Condiciones facultativas legales

Las obras del proyecto se registrarán por lo especificado en:

- Reglamentación general de contratación según decreto 3410/75, de 25 de noviembre.
- Pliego de condiciones generales para contratación de obras públicas aprobado por decreto 3854/70, de 31 de diciembre.
- Artículo 1588 y siguientes del código civil.
- 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.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre prevención de riesgos laborales y real decreto 162/97 sobre disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud en las obras de construcción.

4.1.3.2. Seguridad en el trabajo

El contratista estará obligado a cumplir lo indicado en la ley de prevención de riesgos laborales. Deberá proveer de lo necesario para el mantenimiento de materiales, útiles de trabajo, maquinaria de manera que su uso se realice con las debidas condiciones de seguridad.

Los operarios que trabajen con equipos en tensión o en sus proximidades deberán evitar el uso de elemento metálicos y llevarán calzado aislante. Están obligados a usar todos los dispositivos y medios de protección personal. Pudiendo el director de obra paralizar los trabajos si estima que alguno de los trabajadores está expuesto a peligros que se pueden corregir.

El director de obra podrá exigir del contratista:

- El cese en la obra de cualquier trabajador que por imprudencia pueda poner en peligro su integridad física, la de los demás trabajadores. Este cese se ordenará por escrito.
- Que presente los documentos que acreditan haber formalizado los regímenes de seguridad social en la forma legalmente establecida. Esto puede pedirse en cualquier momento.

4.1.3.3. Seguridad pública

El contratista deberá tomar todas las medidas necesarias para que todas las operaciones que se realicen durante el trabajo no pongan en peligro a las personas, animales y cosas. Los daños ocasionados por accidentes son responsabilidad del contratista.

El contratista mantendrá una póliza de seguro que proteja tanto a sus empleados u obreros como a él mismo frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc., como consecuencia de los trabajos realizados.

4.1.4. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

Se organizarán los trabajos de la forma más eficaz posible para la ejecución de los mismos. Se seguirán las indicaciones del director de obra.

4.1.4.1. Datos de la obra

Se entregará una copia de los planos y del pliego de condiciones al contratista, se entregarán además todos los planos o datos necesarios para la correcta ejecución de la obra.

El contratista podrá sacar a su costa una copia de la memoria, presupuesto, anexos del proyecto y segundas copias de los documentos. Haciéndose el contratista responsable de la buena conservación de los documentos originales de donde ha obtenido las copias, siendo los originales devueltos al director de obra.

Tras la terminación de los trabajos, en un plazo máximo de dos meses, el contratista deberá actualizar los planos y documentos, de acuerdo con las características de la obra una vez terminada, haciendo entrega de dos expedientes con los trabajos realmente realizados al director de obra.

Por el contratista no se realizará ninguna modificación, corrección, adición u omisión de los parámetros fijados en el proyecto. Para realizar cualquier cambio, se debe contar con la autorización previa del director de obra.

4.1.4.2. Replanteo de la obra

El replanteo de las obras se realizará por el director de obra antes de comenzar las mismas, y siempre una vez que el contratista posea el proyecto.

Se levantará un acta por duplicado, haciendo constar claramente los datos entregados, firmados por el director de obra y el representante del contratista.

El contratista asumirá los gastos del replanteo.

4.1.4.3. Normas y variaciones del proyecto

Se considerarán mejoras y variaciones del proyecto las que hayan sido ordenadas por el director de obra de forma escrita y se haya convenido precio previamente de proceder a su ejecución.

4.1.4.4. Recepción del material

El contratista se hará cargo de la conservación y vigilancia del material suministrado.

El material suministrado será aprobado por el contratista y director de obra, confirmado que permita una instalación correcta.

4.1.4.5. Organización

La organización de la obra y materiales que se empleen estará a cargo del contratista, de éste será la responsabilidad de la seguridad contra accidentes.

El contratista informará al director de obra de los planes de organización técnica de la obra y de la procedencia de los materiales.

4.1.4.6. Facilidades para la inspección

Para las mediciones, replanteos y pruebas de materiales, al director de obra se le proporcionará por parte del contratista, toda clase de facilidades para la realización de estas labores mencionadas antes, así como la mano de obra necesaria para la realización de los trabajos cuyo propósito es comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas, permitiéndose el acceso a todas las partes de la obra, así como talleres o fábricas donde se produzcan los materiales o se realicen trabajos para las obras.

4.1.4.7. Limpieza y seguridad en las obras

El contratista tiene la obligación de mantener tanto las obras como sus inmediaciones limpias de escombros y materiales. Debe retirar las instalaciones provisionales que no sean precisas, así como adoptar las medidas necesarias y realizar los trabajos necesarios para que las obras ofrezcan un buen aspecto a juicio de la dirección técnica.

Se tomarán todas las medidas necesarias para una seguridad absoluta a la hora de la ejecución de las obras. Durante la noche se iluminarán los puntos de trabajo y serán cercados los que pudieran ser peligrosos.

4.1.4.8. 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.

4.1.4.9. Ejecución de las obras

Las obras serán ejecutadas conforme a lo establecido en el proyecto.

El contratista no podrá hacer modificación o alteración alguna del proyecto, salvo aprobación escrita por el director de obra.

Un técnico suficientemente especializado, a juicio del director de obra, estará al frente de los trabajos.

4.1.4.10. Subcontratación de las obras

La realización de determinadas tareas en las obras podrá ser realizada por un tercero, salvo que el contrato disponga lo contrario. Estará la subcontratación sometida al cumplimiento de los requisitos siguientes:

- Se dará conocimiento al director de obra del subcontrato, dicho conocimiento será por escrito. Se indicarán las tareas a realizar y sus condiciones económicas, de manera que él lo autorice previamente.
- Las tareas que se contraten con la subcontrata no pueden suponer el 50 % del presupuesto total de la obra.

Cualquier subcontratación no eximirá al contratista de ninguna de sus obligaciones con respecto al contratante.

4.1.4.11. Plazo de ejecución

Se empezará a contar el plazo de ejecución a partir de la fecha de replanteo.

Estará obligado el contratista a cumplir con los plazos establecidos en el contrato para la ejecución de las obras. Pudiendo ser modificados debido a exigencias de la realización de las obras.

Si por causas ajenas al contratista, no fuese posible comenzar la obra en la fecha fijada o se suspendiesen los trabajos una vez empezados, se concederá una prórroga por el director de obra, la duración de esa prórroga será la estrictamente necesaria.

4.1.4.12. Recepción provisional

Al finalizar las obras y transcurridos 15 días a la petición del contratista, se levantará el acta correspondiente, la cual será firmada por el director de obra y contratista, acreditando la conformidad con las obras realizadas. Desde ese momento empezará a contar el plazo de garantía.

Si las obras no se encuentran en estado de ser recibidas, constará dicha situación en el acta y se comunicarán al contratista las instrucciones para subsanar los defectos encontrados y plazo para ello. Estas obras de subsanación correrán a cargo del contratista. Pasado el plazo dado para la subsanación de los defectos encontrados, se realizará una nueva inspección. Si no se cumpliera con las instrucciones dadas podrá declararse el contrato como rescindido.

4.1.4.13. Periodos de garantía

El periodo de garantía comenzará a contar desde la aprobación del acta de recepción. Este periodo será el indicado en el contrato. Durante este periodo la responsabilidad de la conservación de la obra es del contratista, asumiendo él los cargos de reparaciones que puedan derivarse de la mala calidad de los materiales o de defectos en la ejecución.

4.1.4.14. Recepción definitiva

La recepción definitiva tendrá lugar una vez terminado el periodo de garantía o a los 6 meses de la recepción provisional. El acta correspondiente, por duplicado, será firmada por el contratista y director de obra.

4.1.4.15. Pago de obras

El pago se realizará sobre certificaciones parciales de las unidades de obra que se encuentren completamente finalizadas.

Se deberán advertir al director de obra las unidades ocultas o enterradas de las cuales se necesita conocer su medición, en caso de no haber advertido al director de obra, las operaciones necesarias para la medición de estas unidades correrán a cargo del contratista.

4.1.4.16. Abono de materiales acopiados

Los materiales acopiados se abonarán con arreglo a los precios descompuestos en la adjudicación. Este material se reflejará en el acta de recepción obra, señalándose los plazos de entrega y los lugares indicados para su descarga. Los daños que puedan producirse durante su carga, transporte y descarga serán responsabilidad del contratista.

4.1.5. DISPOSICIÓN FINAL

La aceptación del presente proyecto supone la aceptación de todas y cada una de las cláusulas contempladas en este pliego de condiciones.

4.2. CONDICIONES TÉCNICAS

4.2.1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Este pliego de condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras del proyecto.

4.2.2. EJECUCIÓN DEL TRABAJO

La responsabilidad de la ejecución de los trabajos, conforme a las reglas indicadas, corresponde al contratista.

4.2.2.1. Replanteo

Para conseguir la perfecta situación de los ejes de las excavaciones y evitar así que haya necesidad de rasgar las paredes de los hoyos, se tomarán todas las medidas con la mayor exactitud posible. El aumento en el volumen de la fundación derivado del rasgado de las paredes de los hoyos correrá por cuenta de la contrata.

4.2.2.2. Apertura de hoyos

Las dimensiones de las excavaciones se ajustarán lo máximo posible a las dadas en el proyecto.

Las paredes de los hoyos serán verticales.

Si fuese necesario variar las dimensiones de la excavación se hará de acuerdo con la dirección técnica.

Las excavaciones permanecerán abiertas el menor tiempo posible, con objeto de evitar accidentes. En caso de penetrar agua en los fosos, esta deberá achicarse antes de rellenar de hormigón.

Cuando se realicen trabajos de desplazamiento de tierras, la capa vegetal arable será separada para después ser colocada en su yacimiento primitivo y dar de nuevo la forma de suelo cultivable. La tierra sobrante de las excavaciones que no pueda ser utilizada en el relleno de los fosos, deberá quitarse allanando y limpiando el terreno circundante. Dicha tierra deberá ser transportada a un lugar donde al depositarla no ocasione perjuicio alguno.

Se efectuará una explanación del terreno que se prolongará hasta 30 centímetros, como mínimo, por fuera de la excavación, prolongándose después con la inclinación natural de la tierra circundante.

Las excavaciones se realizarán con los medios apropiados según el tipo de terreno.

4.2.2.3. Transporte, acarreo y acopio a pie de hoyo

Los materiales, equipos, apoyos, etc., no serán arrastrados ni golpeados, teniéndose especial cuidado en su manipulación.

El contratista tomará nota de los materiales recibidos dando cuenta al director de obra de las anomalías que se produzcan.

4.2.2.4. Cimentaciones

Comprende el hormigonado, el transporte y suministro de todos los áridos y demás elementos necesarios a pie de hoyo, así como el transporte y colocación de los anclajes y su correcta nivelación.

El amasado del hormigón se realizará con hormigonera o en caso de no ser posible de esta manera, se realizará sobre chapas metálicas, procurando que la mezcla sea lo más homogénea posible.

4.2.2.4.1. Arena

Debe estar limpia y no contener yeso, impurezas orgánicas, arcillosas, escorias, carbón, mica y feldespato. Su procedencia puede ser de ríos,

arroyos y canteras. Se dará preferencia a la arena cuarzosa, la de origen calizo, siendo preferibles las arenas de superficie áspera o angulosa.

4.2.2.4.2. Grava

Podrá proceder de graveras de río o de canteras, y deberá estar limpia de materias extrañas como arcilla o limo, no conteniendo un volumen de cuerpos inertes de más del 3%.

El empleo de piedra y arenas unidas sin dosificación está prohibido, así como materiales blandos o cascotes. El tamaño deberá estar comprendido entre 2 y 6 centímetros, no admitiéndose piedras ni bloques de mayor tamaño.

4.2.2.4.3. Cemento

Se empleará cualquiera de los cementos Portland de fraguado lento existentes en el mercado. En caso de terrenos yesosos se empleará cemento puzolánico. Es posible el empleo de cementos especiales previa autorización de la obra.

4.2.2.4.4. Agua

Todas las aguas potables son admisibles, así como las procedentes de río o manantial siempre que su mineralización no sea excesiva.

Se prohíbe el uso de aguas cuya procedencia sea de ciénagas o que presenten gran cantidad de sales carbonosas o selenitosas.

4.2.2.4.5. Hormigón

Preferiblemente, el amasado de hormigón se efectuará en hormigonera, pudiéndose amasar a mano sobre chapa metálica de dimensiones tales que evite que se mezcle con la tierra.

4.2.2.5. Drenaje

Se proveerá de un sistema de drenaje de aguas para evitar la acumulación de agua en la zona del pre-parque.

4.2.2.6. Armado e izado de apoyos y estructuras

Se realizará un muestreo, de al menos el 10%, del montaje de los apoyos. Para ello se montarán éstos con el propósito de comprobar si presentan un error sistemático en su construcción, para proceder a su corrección con tiempo suficiente.

Los apoyos deberán quedar instalados de forma vertical, permitiendo una tolerancia de 0,2 %. Para apoyos de fin de línea y principio de línea se admitirá una inclinación del 0,5 al 1% en sentido contrario a la resultante de esfuerzos producidos por los conductores.

Estas tareas no podrán empezarse hasta que, como mínimo, haya transcurrido una semana desde que se realizó el hormigonado.

Se empleará una grúa para izarlos una vez armados en el suelo, o bien se empleará una pluma para izar por elementos y montarlos.

Se fijarán las estructuras que componen el pre-parque a su base de hormigón mediante pernos, quedando perfectamente fijada.

Los tornillos deberán sobresalir de la tuerca al menos 3 pasos de rosca. Tras comprobar que el montaje se ha realizado correctamente, los tornillos serán granateados para impedir que se aflojen.

Tras finalizar todas las operaciones anteriores, la dirección técnica recepcionará los apoyos montados, para poder proceder al tendido de conductores.

4.2.2.7. Protección de las superficies metálicas

Para la protección de las superficies de los elementos de acero, estos estarán galvanizados por inmersión.

4.2.2.8. Tendido, tensado y engrapado de los conductores

4.2.2.8.1. Colocación de aisladores

Se tendrá cuidado a la hora de manipular tanto los aisladores como los herrajes auxiliares de los mismos.

Las cadenas de aisladores se manipularán de manera que estos no flexen, además se evitarán los golpes entre estos o contra superficies duras.

Los aisladores rígidos serán fijados al soporte metálico en posición vertical.

4.2.2.8.2. Tendido de conductores

Deberá haber pasado como mínimo quince días desde la terminación del hormigonado hasta el comienzo del tendido de los conductores, salvo que dirección técnica indique lo contrario.

Antes de comenzar las tareas de tendido, se instalarán los pórticos de protección para vías de comunicación.

Cuando el tendido sobrevuele una vía de comunicación se establecerán las protecciones necesarias que impidan la caída del conductor sobre la misma permitiendo a su vez el paso por esta sin interrumpir la circulación. Estas protecciones deben ser capaces de soportar esfuerzos que por accidente aparezcan por la caída de uno o varios conductores. Serán debidamente señalizadas estas protecciones.

Las poleas serán de aleación de aluminio con un diámetro interior de la garganta de 20 veces el diámetro del conductor como mínimo. Cada polea estará montada sobre rodamientos de bola suficientemente engrasadas.

Si se produce la rotura de venas de un conductor durante el tendido, se consultará con dirección técnica la clase de reparación que se ejecutará.

Podrán realizarse empalme de los conductores mediante manguitos de torsión, máquinas de husillo o preformados. El empleo de un método u otro será indicado por dirección técnica. Serán cepillados todos los empalmes para asegurar la perfecta limpieza de las superficies a unir.

4.2.2.8.3. Tensado, regulado y engrapado de los conductores

Serán venteados los apoyos de inicio y fin de la línea antes de proceder a su tensado, contrarrestando así los esfuerzos que se causan sobre los mismos.

La dirección técnica facilitará al contratista, el vano de regulación y las flechas, indicando cuando la regulación deba hacerse mediante el uso de un taquímetro y no por tablillas.

Se medirá la temperatura del cable antes de su tendido, para ello se empleará un termómetro de contacto, el cuál medirá la temperatura del cable durante cinco minutos.

El contratista facilitará la altura mínima de los conductores en el caso más desfavorable, indicando además la temperatura anteriormente medida, para la comprobación por parte de la dirección técnica.

La comprobación y afino del regulado será realizado siempre por la flecha.

Tras el tensado y regulado de los conductores, si se trata de cantones de varios vanos, se mantendrán los conductores sobre las poleas como mínimo una duración de 24 horas, con el objetivo de que adquieran una posición estable. Tras este tiempo se realizarán los anclajes y después los conductores se colocarán sobre las grapas de suspensión.

Para los puentes flojos se tendrá cuidado con su distancia a masa, verticalidad de estos y su homogeneidad. Para la realización de empalmes en los puentes flojos se emplearán preformados.

Se tendrá cuidado, a la hora del engrapado de los cables, de la limpieza de su ejecución, y se evitará que se puedan morder los cables de aluminio por el uso de herramientas cortantes.

En caso de no poder encajar bien alguno de los elementos de herrajes, nunca se forzará con el martillo, será cambiado por otro.

Se apretarán los estribos alternativamente para conseguir una presión uniforme de la almohadilla sobre el conductor, siempre sin forzarla o romperla.

La tuerca se apretará lo necesario para conseguir comprimir la arandela elástica.

4.2.2.9. Reposición del terreno

Las tierras y hormigonado sobrante deberán ser retiradas a un vertedero, siendo los gastos ocasionados por ello cargo del contratista. Estas tierras sobrantes podrán ser extendidas si el propietario del terreno lo autoriza.

4.2.2.10. Numeración de apoyos. Aviso de peligro eléctrico

Se colocarán, en todos los apoyos y en cada orientación de la valla que delimita el pre-parque, placas indicadoras de riesgo eléctrico.

Se numerarán los apoyos según la numeración indicada por el director de obra.

Las placas se colocarán a una altura suficiente para que no puedan ser retiradas desde el suelo, y la numeración de los apoyos deberá ser legible desde el suelo.

4.2.2.11. Tomas de tierra

4.2.2.11.1. Electrodo de difusión

Los electrodos de difusión serán conectados entre sí y al apoyo, mediante un cable de cobre de 50 mm² de sección.

El extremo superior de cada electrodo o pica, así como el cable que une los mismos, estarán enterrados a una distancia no inferior a 50 centímetros desde la superficie del terreno.

La distancia de los electrodos al macizo de hormigón no será inferior a 0,6 metros ni superior a 3 metros.

Cuando se requiera la instalación de más de un electrodo, la separación entre estos será de 3 metros.

4.2.2.11.2. Anillo cerrado

El anillo será realizado con cable de cobre de 50 mm² de sección. Este anillo y la parte superior de las picas estarán enterrados a no menos de 0,5 metros desde la superficie del terreno. Será de la misma naturaleza y sección el cable que conectará el apoyo con el anillo, así como el cable que conectará al anillo y el mallazo electrosoldado.

El anillo y picas quedarán distanciados de las aristas de la cimentación como mínimo 1 metro.

4.2.2.11.3. Comprobación de los valores de resistencia de difusión

La dirección técnica deberá recibir por parte del contratista, los valores de la resistencia de puesta a tierra para su comprobación.

4.2.2.12. Embarrados y conexiones

El embarrado se realizará con tubo de aluminio rígido circular de características tales como se indican en el proyecto.

Se tendrá cuidado en la manipulación de los tubos rígidos para embarrado, de manera que no sean golpeados o sometidos a esfuerzos.

4.2.2.13. Vallado perimetral

Todo el recinto del pre-parque estará rodeado por una valla metálica de 2,2 metros de altura como mínimo, medida desde la parte exterior del pre-parque.

El vallado dispondrá en su parte superior con medidas disuasorias de escalada.

Se instalarán señales de peligro por riesgo eléctrico en cada una de las orientaciones del vallado y en el acceso al pre-parque.

4.2.3. MATERIALES

4.2.3.1. Reconocimiento y admisión de materiales

Los materiales empleados serán previamente aceptados por el director de obra.

Aunque no se incluyan en este pliego de condiciones, los materiales se someterán a cuantos ensayos y análisis indique el director de obra.

4.2.3.2. Conductores

Los conductores de aluminio y acero cumplirán con la norma UNE-EN 50182.

Los conductores de cobre cumplirán la norma UNE-EN 207015.

Para hilos de acero galvanizado se cumplirá con la norma UNE-EN 50189.

Los hilos de acero recubiertos de aluminio cumplirán la norma UNE-EN 61232.

4.2.3.3. Apoyos y estructuras

Los apoyos y estructuras metálicas serán de acero y cumplirán la norma UNE 207017.

4.2.3.4. Aisladores

Las cadenas de aisladores de vidrio cumplirán con las normas UNE-EN 60305 y UNE-EN 60433.

Los aisladores rígidos de columna cumplirán con la norma CEI 60720.

4.2.3.5. Herrajes

Todos los herrajes estarán galvanizados.

Cumplirán con los requisitos indicados en las normas UNE-EN 61284, UNE-EN 61854 o UNE-EN 61897.

Las características mecánicas de estos cumplirán con las normas UNE-EN 60305, UNE-EN 60433 o UNE-EN 61466-1.

Deberán cumplir con las dimensiones de acoplamiento a los aisladores indicados en las normas UNE 21009 o UNE 21128.

Para herrajes con uniones tipo rótula, los dispositivos de cierre y bloqueo deben cumplir con lo dispuesto en la norma UNE-EN 60372.

4.2.3.6. Autoválvulas

Deben cumplir con las normas UNE-EN 60099-1 y UNE-EN 60099-4.

4.2.3.7. Interruptor automático

Deberán cumplir con la norma UNE-EN 62271-100.

4.2.3.8. Transformador de tensión e intensidad para medida

Tanto los transformadores de tensión como los transformadores de intensidad para medida deberán cumplir con la norma UNE-EN 60044

4.2.4. RECEPCIÓN DE OBRA

Tras la finalización de la obra o durante el transcurso de esta, el director de obra podrá verificar que los trabajos ejecutados cumplen con las indicaciones que contempla este pliego de condiciones. El contratista se hará cargo económicamente de esta verificación.

A la finalización de las obras, el contratista deberá solicitar la recepción global e la obra.

El director de obra contestará al contratista, por escrito, expresando su conformidad con la instalación o condicionando su recepción a las modificaciones que considere oportunas.

5. PRESUPUESTO

5.1. MEDICIONES

MEDICIONES

<i>Código</i>		<i>Ud</i>	<i>Resumen</i>	<i>Cantidad</i>
A1	Capítulo		LÍNEA AÉREA DE 45 KV	
A1.1	Partida	m3	EXCAVACIONES	59,77
A1.1.1	Mano de obra	h	Maquinaria de excavación	0,300
A1.1.2	Mano de obra	h	Mano de obra	0,400
A1.2	Partida	m3	HORMIGONADO	64,66
A1.2.1	Material	m3	Hormigón	1,000
A1.2.2	Maquinaria	h	Hormigonera	0,250
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	0,250
A1.3	Partida	u	PUESTA A TIERRA APOYOS FRECUENTADOS	3,00
A1.3.1	Material	m	Cable desnudo de sección 50 mm2	19,000
A1.3.2	Material	m	Tubo de PVC de 30 mm de diámetro	0,800
A1.3.3	Material	u	Pica de 2 m y 14 mm de diámetro	4,000
A1.3.4	Mano de obra	h	Excavación de zanja	0,500
A1.3.5	Material	m2	Mallazo electrosoldado	10,890
A1.3.6	Material	u	Grapa pica - conductor	8,000
A1.3.7	Material	u	Grapa conductor - conductor	5,000
A1.3.8	Material	u	Terminal de cobre	1,000
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	1,500

A1.4	Partida	u	PUESTA A TIERRA APOYOS NO FRECUENTADOS	11,00
A1.4.1	Material	m	Cable desnudo de sección 50 mm2	4,100
A1.4.2	Material	m	Tubo de PVC de 30 mm de diámetro	0,800
A1.4.3	Material	u	Pica de 2 m y 14 mm de diámetro	2,000
A1.4.4	Mano de obra	h	Excavación de zanja	0,300
A1.4.5	Material	u	Grapa pica - conductor	2,000
A1.4.6	Material	u	Terminal de cobre	1,000
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	0,450
A1.5	Partida	u	APOYO METÁLICO GALVANIZADO C-4500-TR-14	1,00
A1.5.1	Material	u	Apoyo metálico galvanizado c-4500-14	1,000
C.GRUA	Maquinaria	h	Hora de camión grúa	1,500
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	4,000
A1.6	Partida	u	APOYO METÁLICO GALVANIZADO C-4500-TR-16	1,00
A1.6.1	Material	u	Apoyo metálico galvanizado c-4500-16	1,000
C.GRUA	Maquinaria	h	Hora de camión grúa	1,500
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	4,000
A1.7	Partida	u	APOYO METÁLICO GALVANIZADO C-500-16	1,00
A1.7.1	Material	u	Apoyo metálico galvanizado c-500-16	1,000
C.GRUA	Maquinaria	h	Hora de camión grúa	1,500
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	4,000
A1.8	Partida	u	APOYO METÁLICO GALVANIZADO C-500-18	1,00
A1.8.1	Material	u	Apoyo metálico galvanizado c-500-18	1,000
C.GRUA	Maquinaria	h	Hora de camión grúa	1,500
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	4,000

A1.9	Partida	u	APOYO METÁLICO GALVANIZADO C-500-20	1,00
A1.9.1	Material	u	Apoyo metálico galvanizado c-500-20	1,000
C.GRUA	Maquinaria	h	Hora de camión grúa	1,500
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	4,000
A1.10	Partida	u	APOYO METÁLICO GALVANIZADO C-1000-20	1,00
A1.10.1	Material	u	Apoyo metálico galvanizado c-1000-20	1,000
C.GRUA	Maquinaria	h	Hora de camión grúa	1,500
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	4,000
A1.11	Partida	u	APOYO METÁLICO GALVANIZADO C-2000-16	1,00
A1.11.1	Material	u	Apoyo metálico galvanizado c-2000-16	1,000
C.GRUA	Maquinaria	h	Hora de camión grúa	1,500
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	4,000
A1.12	Partida	u	APOYO METÁLICO GALVANIZADO C-2000-18	4,00
A1.12.1	Material	u	Apoyo metálico galvanizado c-2000-18	1,000
C.GRUA	Maquinaria	h	Hora de camión grúa	1,500
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	4,000
A1.13	Partida	u	APOYO METÁLICO GALVANIZADO C-3000-18	1,00
A1.13.1	Material	u	Apoyo metálico galvanizado c-3000-18	1,000
C.GRUA	Maquinaria	h	Hora de camión grúa	1,500
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	4,000
A1.14	Partida	u	APOYO METÁLICO GALVANIZADO C-3000-20	1,00
A1.14.1	Material	u	Apoyo metálico galvanizado c-3000-20	1,000
C.GRUA	Maquinaria	h	Hora de camión grúa	4,000
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	1,500

A1.15	Partida	u	APOYO METÁLICO GALVANIZADO C-3000-22	1,00
A1.15.1	Material	u	apoyo metálico galvanizado c-3000-22	1,000
C.GRUA	Maquinaria	h	Hora de camión grúa	1,500
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	4,000
A1.16	Partida	u	ARMADO E HIZADO DE APOYOS	14,00
C.GRUA	Maquinaria	h	Hora de camión grúa	1,000
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	1,000
A1.17	Partida	u	PLACA PELIGRO DE MUERTE	14,00
A1.17.1	Material	u	Placa peligro de muerte	1,000
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	0,300
A1.18	Partida	u	CADENA DE SUSPENSIÓN	12,00
A1.18.1	Material	u	Cadena suspensión vidrio	1,000
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	0,500
A1.19	Partida	u	CADENA DE AMARRE	42,00
A1.19.1	Material	u	Aislador de vidrio U70BS	1,000
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	0,500
A1.20	Partida	u	CADENA DE AMARRE CRUCE	24,00
A1.20.1	Material	u	Aislador de vidrio U70BS	1,000
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	0,600
A1.21	Partida	m	CONDUCTOR LA-110	7.994,99
A1.21.1	Material	m	Conductor LA-110	1,000

A1.22	Partida	km	SUMINISTRO, TENDIDO Y TENSADO DE CONDUCTORES	2,65
A1.22.1	Maquinaria	h	Camión transporte de bobinas	6,000
C.GRUA	Maquinaria	h	Hora de camión grúa	8,000
MO4	Maquinaria	h	Mano de obra de 4 operarios	8,000
A1.23	Partida	u	BALIZA SEÑALIZACIÓN ANTICOLISIÓN	6,00
A1.23.1	Material	u	Baliza señalización	1,000
C.GRUA	Maquinaria	h	Hora de camión grúa	0,200
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	0,200
A1.24	Partida	u	CRUCETA APOYO PUNTO DE ENTRONQUE	1,00
A1.24.1	Material	u	Cruceta de apoyo	1,000
C.GRUA	Maquinaria	h	Hora de camión grúa	1,000
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	6,000
A2	Capítulo		PRE-PARQUE	
A2.1	Partida	u	PUESTA A TIERRA PRE-PARQUE	1,00
A2.1.1	Material	m	Cable desnudo de sección 120 mm2	1.512,200
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	16,000
A2.2	Partida	u	PÓRTICO ENTRADA	1,00
A2.2.1	Partida	u	Pórtico de entrada	1,000
C.GRUA	Maquinaria	h	Hora de camión grúa	4,000
MO2	Maquinaria	h	Mano de obra de 2 operarios	4,000

A2.3	Partida	u	PÓRTICO SALIDA	1,00
A2.3.1	Material	u	Pórtico de salida	1,000
C.GRUA	Maquinaria	h	Hora de camión grúa	2,000
MO2	Maquinaria	h	Mano de obra de 2 operarios	2,000
A2.4	Partida	u	ESTRUCTURA METÁLICA TIPO 1	2,00
A2.4.1	Material	u	Estructura metálica tipo 1	1,000
MO2	Maquinaria	h	Mano de obra de 2 operarios	1,500
A2.5	Partida	u	ESTRUCTURA METÁLICA TIPO 2	2,00
A2.5.1	Material	u	Estructura metálica tipo 2	1,000
MO2	Maquinaria	h	Mano de obra de 2 operarios	1,500
A2.6	Partida	u	ESTRUCTURA METÁLICA TIPO 3 (PARA EMBARRADO)	1,00
A2.6.1	Material	u	Estructura metálica tipo 3 (embarrado)	1,000
C.GRUA	Maquinaria	h	Hora de camión grúa	1,500
MO2	Maquinaria	h	Mano de obra de 2 operarios	1,500
A2.7	Partida	u	ESTRUCTURA METÁLICA TIPO 2 (PARA ELEMENTOS DE MEDIDA)	1,00
A2.7.1	Material	u	Estructura metálica tipo 2 (para elementos de medida)	1,000
MO2	Maquinaria	h	Mano de obra de 2 operarios	1,500
A2.8	Partida	u	PARARRAYOS	3,00
A2.8.1	Material	u	Pararrayos franklin	1,000
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	0,500
A2.9	Partida	u	SECCIONADORES	21,00
A2.9.1	Material	u	Seccionador SHD 52	1,000
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	0,400

A2.10	Partida	u	AUTOVÁLVULAS	6,00
A2.10.1	Material	u	Autoválvula PEXLIM R	1,000
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	0,500
A2.11	Partida	u	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO	2,00
A2.11.1	Partida	u	Interruptor automático LTB 72,5 D1/B en SF6	1,000
MO2	Maquinaria	h	Mano de obra de 2 operarios	1,500
A2.12	Partida	u	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD PROT. Y MEDIDA.	6,00
A2.12.1	Material	u	Transformador de intensidad para protección y medida	1,000
A2.12.2	Maquinaria	h	Maquinaria para instalación	1,500
MO2	Maquinaria	h	Mano de obra de 2 operarios	1,500
A2.13	Partida	u	EMBARRADO	3,00
A2.13.1	Material	m	Tubo aluminio diámetro 63-47	9,400
A2.13.2	Material	u	Aislador rígido columna C4-250-PO	3,000
A2.13.3	Material	u	Soporte para tubo T63P76	3,000
A2.13.4	Material	u	Tapón ECT 63	2,000
MO2	Maquinaria	h	Mano de obra de 2 operarios	1,500
A2.14	Partida	u	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD PARA MEDIDA	3,00
A2.14.1	Material	u	Transformador de intensidad para medida	1,000
A2.14.2	Maquinaria	h	Maquinaria para instalación	1,500
MO2	Maquinaria	h	Mano de obra de 2 operarios	1,500
A2.15	Partida	u	TRANSFORMADOR DE TENSIÓN PARA MEDIDA	3,00
A2.15.1	Material	u	Transformador de tensión para medida UTB-52	1,000
A2.15.2	Maquinaria	h	Maquinaria para instalación	1,500
MO2	Maquinaria	h	Mano de obra de 2 operarios	1,500

A2.16	Partida	m	CONDUCTOR LA-110	103,80
A2.16.1	Material	m	Conductor LA-110	1,000
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	5,000
A2.17	Partida	u	ILUMINACIÓN	4,00
A2.17.1	Material	u	Luminaria Simon milos M	1,000
A2.17.2	Material	u	Soporte metálico	1,000
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	1,500
A2.18	Partida		PLACA PELIGRO DE MUERTE	5,00
A2.18.1	Material	u	Placa peligro de muerte	1,000
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	0,200

5.2. PRECIO UNITARIO

PRECIO UNITARIO

<i>Código</i>		<i>Ud</i>	<i>Resumen</i>	<i>Precio unitario</i>
A1	Capítulo		LÍNEA AÉREA DE 45 KV	
A1.1	Partida	m3	EXCAVACIONES	16,20
A1.1.1	Mano de obra	h	Maquinaria de excavación	30,00
A1.1.2	Mano de obra	h	Mano de obra	18,00
A1.2	Partida	m3	HORMIGONADO	81,01
A1.2.1	Material	m3	Hormigón	64,90
A1.2.2	Maquinaria	h	Hormigonera	35,00
%PM	Material	%	Pequeño material	1,50
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	25,00
A1.3	Partida	u	PUESTA A TIERRA APOYOS FRECUENTADOS	211,30
A1.3.1	Material	m	Cable desnudo de sección 50 mm2	2,90
A1.3.2	Material	m	Tubo de PVC de 30 mm de diámetro	0,75
A1.3.3	Material	u	Pica de 2 m y 14 mm de diámetro	13,12
A1.3.4	Mano de obra	h	Excavación de zanja	30,00
A1.3.5	Material	m2	Mallazo electrosoldado	1,30
A1.3.6	Material	u	Grapa pica - conductor	2,37
A1.3.7	Material	u	Grapa conductor - conductor	3,40
A1.3.8	Material	u	Terminal de cobre	0,50
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	25,00

A1.4	Partida	u	PUESTA A TIERRA APOYOS NO FRECUENTADOS	64,22
A1.4.1	Material	m	Cable desnudo de sección 50 mm2	2,90
A1.4.2	Material	m	Tubo de PVC de 30 mm de diámetro	0,75
A1.4.3	Material	u	Pica de 2 m y 14 mm de diámetro	13,12
A1.4.4	Mano de obra	h	Excavación de zanja	30,00
A1.4.5	Material	u	Grapa pica - conductor	2,37
A1.4.6	Material	u	Terminal de cobre	0,50
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	25,00
A1.5	Partida	u	APOYO METÁLICO GALVANIZADO C-4500-TR-14	1.157,83
A1.5.1	Material	u	Apoyo metálico galvanizado c-4500-14	974,70
C.GRUA	Maquinaria	h	Hora de camión grúa	45,00
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	25,00
A1.6	Partida	u	APOYO METÁLICO GALVANIZADO C-4500-TR-16	1.299,22
A1.6.1	Material	u	Apoyo metálico galvanizado c-4500-16	1.114,00
C.GRUA	Maquinaria	h	Hora de camión grúa	45,00
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	25,00
A1.7	Partida	u	APOYO METÁLICO GALVANIZADO C-500-16	944,38
A1.7.1	Material	u	Apoyo metálico galvanizado c-500-16	764,40
C.GRUA	Maquinaria	h	Hora de camión grúa	45,00
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	25,00
A1.8	Partida	u	APOYO METÁLICO GALVANIZADO C-500-18	1.039,99
A1.8.1	Material	u	Apoyo metálico galvanizado c-500-18	858,60
C.GRUA	Maquinaria	h	Hora de camión grúa	45,00
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	25,00

A1.9	Partida	u	APOYO METÁLICO GALVANIZADO C-500-20	1.136,82
A1.9.1	Material	u	Apoyo metálico galvanizado c-500-20	954,00
C.GRUA	Maquinaria	h	Hora de camión grúa	45,00
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	25,00
A1.10	Partida	u	APOYO METÁLICO GALVANIZADO C-1000-20	1.169,30
A1.10.1	Material	u	Apoyo metálico galvanizado c-1000-20	986,00
C.GRUA	Maquinaria	h	Hora de camión grúa	45,00
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	25,00
A1.11	Partida	u	APOYO METÁLICO GALVANIZADO C-2000-16	1.186,76
A1.11.1	Material	u	Apoyo metálico galvanizado c-2000-16	1.003,20
C.GRUA	Maquinaria	h	Hora de camión grúa	45,00
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	25,00
A1.12	Partida	u	APOYO METÁLICO GALVANIZADO C-2000-18	1.314,04
A1.12.1	Material	u	Apoyo metálico galvanizado c-2000-18	1.128,60
C.GRUA	Maquinaria	h	Hora de camión grúa	45,00
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	25,00
A1.13	Partida	u	APOYO METÁLICO GALVANIZADO C-3000-18	1.608,19
A1.13.1	Material	u	Apoyo metálico galvanizado c-3000-18	1.418,40
C.GRUA	Maquinaria	h	Hora de camión grúa	45,00
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	25,00
A1.14	Partida	u	APOYO METÁLICO GALVANIZADO C-3000-20	1.819,84
A1.14.1	Material	u	Apoyo metálico galvanizado c-3000-20	1.576,00
C.GRUA	Maquinaria	h	Hora de camión grúa	45,00
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	25,00

A1.15	Partida	u	APOYO METÁLICO GALVANIZADO C-3000-22	1.928,12
A1.15.1	Material	u	apoyo metálico galvanizado c-3000-22	1.733,60
C.GRUA	Maquinaria	h	Hora de camión grúa	45,00
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	25,00
A1.16	Partida	u	ARMADO E HIZADO DE APOYOS	70,00
C.GRUA	Maquinaria	h	Hora de camión grúa	45,00
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	25,00
A1.17	Partida	u	PLACA PELIGRO DE MUERTE	13,34
A1.17.1	Material	u	Placa peligro de muerte	5,75
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	25,00
A1.18	Partida	u	CADENA DE SUSPENSIÓN	40,48
A1.18.1	Material	u	Cadena suspensión vidrio	27,57
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	25,00
A1.19	Partida	u	CADENA DE AMARRE	40,62
A1.19.1	Material	u	Aislador de vidrio U70BS	27,70
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	25,00
A1.20	Partida	u	CADENA DE AMARRE CRUCE	44,74
A1.20.1	Material	u	Aislador de vidrio U70BS	29,30
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	25,00
A1.21	Partida	m	CONDUCTOR LA-110	1,90
A1.21.1	Material	m	Conductor LA-110	1,90

A1.22	Partida	km	SUMINISTRO, TENDIDO Y TENSADO DE CONDUCTORES	1.340,00
A1.22.1	Maquinaria	h	Camión transporte de bobinas	30,00
C.GRUA	Maquinaria	h	Hora de camión grúa	45,00
MO4	Maquinaria	h	Mano de obra de 4 operarios	100,00
A1.23	Partida	u	BALIZA SEÑALIZACIÓN ANTICOLISIÓN	27,20
A1.23.1	Material	u	Baliza señalización	13,00
C.GRUA	Maquinaria	h	Hora de camión grúa	45,00
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	25,00
A1.24	Partida	u	CRUCETA APOYO PUNTO DE ENTORQUE	250,83
A1.24.1	Material	u	Cruceta de apoyo	55,00
C.GRUA	Maquinaria	h	Hora de camión grúa	45,00
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	25,00
A2	Capítulo	PRE-PARQUE		
A2.1	Partida	u	PUESTA A TIERRA PRE-PARQUE	5.772,09
A2.1.1	Material	m	Cable desnudo de sección 120 mm2	3,50
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	25,00
A2.2	Partida	u	PÓRTICO ENTRADA	3.457,14
A2.2.1	Partida	u	Pórtico de entrada	3.029,00
C.GRUA	Maquinaria	h	Hora de camión grúa	45,00
MO2	Maquinaria	h	Mano de obra de 2 operarios	50,00

A2.3	Partida	u	PÓRTICO SALIDA	1.855,95
A2.3.1	Material	u	Pórtico de salida	1.640,00
C.GRUA	Maquinaria	h	Hora de camión grúa	45,00
MO2	Maquinaria	h	Mano de obra de 2 operarios	50,00
A2.4	Partida	u	ESTRUCTURA METÁLICA TIPO 1	704,30
A2.4.1	Material	u	Estructura metálica tipo 1	620,00
MO2	Maquinaria	h	Mano de obra de 2 operarios	50,00
A2.5	Partida	u	ESTRUCTURA METÁLICA TIPO 2	917,45
A2.5.1	Material	u	Estructura metálica tipo 2	830,00
MO2	Maquinaria	h	Mano de obra de 2 operarios	50,00
A2.6	Partida	u	ESTRUCTURA METÁLICA TIPO 3 (PARA EMBARRADO)	1.797,96
A2.6.1	Material	u	Estructura metálica tipo 3 (embarrado)	1.630,00
C.GRUA	Maquinaria	h	Hora de camión grúa	45,00
MO2	Maquinaria	h	Mano de obra de 2 operarios	50,00
A2.7	Partida	u	ESTRUCTURA METÁLICA TIPO 2 (PARA ELEMENTOS DE MEDIDA)	511,45
A2.7.1	Material	u	Estructura metálica tipo 2 (para elementos de medida)	430,00
MO2	Maquinaria	h	Mano de obra de 2 operarios	50,00
A2.8	Partida	u	PARARRAYOS	163,74
A2.8.1	Material	u	Pararrayos franklin	149,00
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	25,00
A2.9	Partida	u	SECCIONADORES	588,55
A2.9.1	Material	u	Seccionador SHD 52	570,00
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	25,00

A2.10	Partida	u	AUTOVÁLVULAS	207,38
A2.10.1	Material	u	Autoválvula PEXLIM R	192,00
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	25,00
A2.11	Partida	u	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO	25.450,00
A2.11.1	Partida	u	Interruptor automático LTB 72,5 D1/B en SF6	25.000,00
MO2	Maquinaria	h	Mano de obra de 2 operarios	50,00
A2.12	Partida	u	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD PROT. Y MEDIDA.	12.300,68
A2.12.1	Material	u	Transformador de intensidad para protección y medida	12.000,00
A2.12.2	Maquinaria	h	Maquinaria para instalación	30,00
MO2	Maquinaria	h	Mano de obra de 2 operarios	50,00
A2.13	Partida	u	EMBARRADO	1.009,82
A2.13.1	Material	m	Tubo aluminio diámetro 63-47	10,00
A2.13.2	Material	u	Aislador rígido columna C4-250-PO	240,00
A2.13.3	Material	u	Soporte para tubo T63P76	25,00
A2.13.4	Material	u	Tapón ECT 63	16,00
MO2	Maquinaria	h	Mano de obra de 2 operarios	50,00
A2.14	Partida	u	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD PARA MEDIDA	9.260,75
A2.14.1	Material	u	Transformador de intensidad para medida	9.005,00
A2.14.2	Maquinaria	h	Maquinaria para instalación	30,00
MO2	Maquinaria	h	Mano de obra de 2 operarios	50,00
A2.15	Partida	u	TRANSFORMADOR DE TENSIÓN PARA MEDIDA	9.255,68
A2.15.1	Material	u	Transformador de tensión para medida UTB-52	9.000,00
A2.15.2	Maquinaria	h	Maquinaria para instalación	30,00
MO2	Maquinaria	h	Mano de obra de 2 operarios	50,00

A2.16	Partida	m	CONDUCTOR LA-110	126,93
A2.16.1	Material	m	Conductor LA-110	1,90
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	25,00
A2.17	Partida	u	ILUMINACIÓN	260,80
A2.17.1	Material	u	Luminaria Simon milos M	40,00
A2.17.2	Material	u	Soporte metálico	180,00
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	25,00
A2.18	Partida		PLACA PELIGRO DE MUERTE	10,84
A2.18.1	Material	u	Placa peligro de muerte	5,75
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	25,00

5.3. PRESUPUESTO PARCIAL

PRESUPUESTO PARCIAL

<i>Código</i>		<i>Ud</i>	<i>Resumen</i>	<i>Cantidad</i>	<i>€/Unidad</i>	<i>Total</i>
A1	Capítulo		LÍNEA AÉREA DE 45 KV			
A1.1	Partida	m3	EXCAVACIONES	59,77		
			m3. de excavación en terreno, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes y esparcimiento de las mismas en terreno próximo.			
A1.1.1	Mano de obra	h	Maquinaria de excavación	0,300	30,00	9,00
A1.1.2	Mano de obra	h	Mano de obra	0,400	18,00	7,20
			TOTAL EXCAVACIONES	59,77	16,20	968,27
A1.2	Partida	m3	HORMIGONADO	64,66		
			m3. de hormigón para cimentaciones de apoyos.			
A1.2.1	Material	m3	Hormigón	1,000	64,90	64,90
A1.2.2	Maquinaria	h	Hormigonera	0,250	35,00	8,75
%PM	Material	%	Pequeño material	0,737	1,50	1,11
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	0,250	25,00	6,25
			TOTAL HORMIGONADO	64,66	81,01	5.238,11
A1.3	Partida	u	PUESTA A TIERRA APOYOS FRECUENTADOS	3,00		
			Puesta a tierra para apoyos frecuentados, compuesta en cada apoyo por 8 picas de acero cobreado de 14 mm de diámetro y 2 m de longitud. Enterradas a una profundidad mínima de 0,5 m y separada del lado de la cimentación 2,7 m. Unidas entre sí y al apoyo mediante conductor de cobre de 50 mm2, bajo tubo de PVC de 30 mm de diámetro. Unión entre picas y conductor mediante grapas. Con mallazo electrosoldado.			
A1.3.1	Material	m	Cable desnudo de sección 50 mm2	19,000	2,90	55,10
A1.3.2	Material	m	Tubo de PVC de 30 mm de diámetro	0,800	0,75	0,60
A1.3.3	Material	u	Pica de 2 m y 14 mm de diámetro	4,000	13,12	52,48
A1.3.4	Mano de obra	h	Excavación de zanja	0,500	30,00	15,00
A1.3.5	Material	m2	Mallazo electrosoldado	10,890	1,30	14,16

A1.3.6	Material	u	Grapa pica - conductor	8,000	2,37	18,96
A1.3.7	Material	u	Grapa conductor - conductor	5,000	3,40	17,00
A1.3.8	Material	u	Terminal de cobre	1,000	0,50	0,50
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	1,500	25,00	37,50
TOTAL PUESTA A TIERRA APOYOS FRECUENTADOS				3,00	211,30	633,90
A1.4	Partida	u	PUESTA A TIERRA APOYOS NO FRECUENTADOS	11,00		
Puesta a tierra para apoyos no frecuentados, compuesta en cada apoyo por 2 picas de acero cobreado de 14 mm de diámetro y 2 m de longitud. Enterradas a una profundidad mínima de 0,5 m y separada del lado de la cimentación un mínimo de 0,6 m. Unidas entre sí y al apoyo mediante conductor de cobre de 50 mm ² , bajo tubo de PVC de 30 mm de diámetro.						
A1.4.1	Material	m	Cable desnudo de sección 50 mm ²	4,100	2,90	11,89
A1.4.2	Material	m	Tubo de PVC de 30 mm de diámetro	0,800	0,75	0,60
A1.4.3	Material	u	Pica de 2 m y 14 mm de diámetro	2,000	13,12	26,24
A1.4.4	Mano de obra	h	Excavación de zanja	0,300	30,00	9,00
A1.4.5	Material	u	Grapa pica - conductor	2,000	2,37	4,74
A1.4.6	Material	u	Terminal de cobre	1,000	0,50	0,50
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	0,450	25,00	11,25
TOTAL PUESTA A TIERRA APOYOS NO FRECUENTADOS				11,00	64,22	706,42
A1.5	Partida	u	APOYO METÁLICO GALVANIZADO C-4500-TR-14	1,00		
Apoyo para línea eléctrica aérea, metálico, galvanizado de 14 metros de altura total. Incluida cruceta en montaje tipo tresbolillo con separación entre fases de 3,10 metros.						
A1.5.1	Material	u	Apoyo metálico galvanizado c-4500-14	1,000	974,70	974,70
C.GRUA	Maquinaria	h	Hora de camión grúa	1,500	45,00	67,50
%PM	Material	%	Pequeño material	10,422	1,50	15,63
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	4,000	25,00	100,00
TOTAL APOYO METÁLICO GALVANIZADO C-4500-TR-14				1,00	1.157,83	1.157,83

A1.6	Partida	u	APOYO METÁLICO GALVANIZADO C-4500-TR-16	1,00		
			Apoyo para línea eléctrica aérea, metálico, galvanizado de 16 metros de altura total. Incluida cruceta en montaje tipo tresbolillo con separación entre fases de 3,10 metros.			
A1.6.1	Material	u	Apoyo metálico galvanizado c-4500-16	1,000	1.114,00	1.114,00
C.GRUA	Maquinaria	h	Hora de camión grúa	1,500	45,00	67,50
%PM	Material	%	Pequeño material	11,815	1,50	17,72
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	4,000	25,00	100,00
			TOTAL APOYO METÁLICO GALVANIZADO C-4500-TR-16	1,00	1.299,22	1.299,22
A1.7	Partida	u	APOYO METÁLICO GALVANIZADO C-500-16	1,00		
			Apoyo para línea eléctrica aérea, metálico, galvanizado de 16 metros de altura total. Incluida cruceta en montaje tipo tresbolillo con separación entre fases de 3,10 metros.			
A1.7.1	Material	u	Apoyo metálico galvanizado c-500-16	1,000	764,40	764,40
C.GRUA	Maquinaria	h	Hora de camión grúa	1,500	45,00	67,50
%PM	Material	%	Pequeño material	8,319	1,50	12,48
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	4,000	25,00	100,00
			TOTAL APOYO METÁLICO GALVANIZADO C-500-16	1,00	944,38	944,38
A1.8	Partida	u	APOYO METÁLICO GALVANIZADO C-500-18	1,00		
			Apoyo para línea eléctrica aérea, metálico, galvanizado de 18 metros de altura total. Incluida cruceta en montaje tipo tresbolillo con separación entre fases de 3,10 metros.			
A1.8.1	Material	u	Apoyo metálico galvanizado c-500-18	1,000	858,60	858,60
C.GRUA	Maquinaria	h	Hora de camión grúa	1,500	45,00	67,50
%PM	Material	%	Pequeño material	9,261	1,50	13,89
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	4,000	25,00	100,00
			TOTAL APOYO METÁLICO GALVANIZADO C-500-18	1,00	1.039,99	1.039,99
A1.9	Partida	u	APOYO METÁLICO GALVANIZADO C-500-20	1,00		
			Apoyo para línea eléctrica aérea, metálico, galvanizado de 20 metros de altura total. Incluida cruceta en montaje tipo tresbolillo con separación entre fases de 3,10 metros.			
A1.9.1	Material	u	Apoyo metálico galvanizado c-500-20	1,000	954,00	954,00

C.GRUA	Maquinaria	h	Hora de camión grúa	1,500	45,00	67,50
%PM	Material	%	Pequeño material	10,215	1,50	15,32
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	4,000	25,00	100,00
TOTAL APOYO METÁLICO GALVANIZADO C-500-20				1,00	1.136,82	1.136,82
A1.10	Partida	u	APOYO METÁLICO GALVANIZADO C-1000-20	1,00		
			Apoyo para línea eléctrica aérea, metálico, galvanizado de 20 metros de altura total. Incluida cruceta en montaje tipo tresbolillo con separación entre fases de 3,10 metros.			
A1.10.1	Material	u	Apoyo metálico galvanizado c-1000-20	1,000	986,00	986,00
C.GRUA	Maquinaria	h	Hora de camión grúa	1,500	45,00	67,50
%PM	Material	%	Pequeño material	10,535	1,50	15,80
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	4,000	25,00	100,00
TOTAL APOYO METÁLICO GALVANIZADO C-1000-20				1,00	1.169,30	1.169,30
A1.11	Partida	u	APOYO METÁLICO GALVANIZADO C-2000-16	1,00		
			Apoyo para línea eléctrica aérea, metálico, galvanizado de 16 metros de altura total. Incluida cruceta en montaje tipo tresbolillo con separación entre fases de 3,10 metros.			
A1.11.1	Material	u	Apoyo metálico galvanizado c-2000-16	1,000	1.003,20	1.003,20
C.GRUA	Maquinaria	h	Hora de camión grúa	1,500	45,00	67,50
%PM	Material	%	Pequeño material	10,707	1,50	16,06
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	4,000	25,00	100,00
TOTAL APOYO METÁLICO GALVANIZADO C-2000-16				1,00	1.186,76	1.186,76
A1.12	Partida	u	APOYO METÁLICO GALVANIZADO C-2000-18	4,00		
			Apoyo para línea eléctrica aérea, metálico, galvanizado de 18 metros de altura total. Incluida cruceta en montaje tipo tresbolillo con separación entre fases de 3,10 metros.			
A1.12.1	Material	u	Apoyo metálico galvanizado c-2000-18	1,000	1.128,60	1.128,60
C.GRUA	Maquinaria	h	Hora de camión grúa	1,500	45,00	67,50
%PM	Material	%	Pequeño material	11,961	1,50	17,94

MO	Mano de obra	h	Mano de obra	4,000	25,00	100,00
TOTAL APOYO METÁLICO GALVANIZADO C-2000-18				4,00	1.314,04	5.256,16
A1.13	Partida	u	APOYO METÁLICO GALVANIZADO C-3000-18	1,00		
Apoyo para línea eléctrica aérea, metálico, galvanizado de 18 metros de altura total. Incluida cruceta en montaje tipo tresbolillo con separación entre fases de 3,10 metros.						
A1.13.1	Material	u	Apoyo metálico galvanizado c-3000-18	1,000	1.418,40	1.418,40
C.GRUA	Maquinaria	h	Hora de camión grúa	1,500	45,00	67,50
%PM	Material	%	Pequeño material	14,859	1,50	22,29
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	4,000	25,00	100,00
TOTAL APOYO METÁLICO GALVANIZADO C-3000-18				1,00	1.608,19	1.608,19
A1.14	Partida	u	APOYO METÁLICO GALVANIZADO C-3000-20	1,00		
Apoyo para línea eléctrica aérea, metálico, galvanizado de 20 metros de altura total. Incluida cruceta en montaje tipo tresbolillo con separación entre fases de 3,10 metros.						
A1.14.1	Material	u	Apoyo metálico galvanizado c-3000-20	1,000	1.576,00	1.576,00
C.GRUA	Maquinaria	h	Hora de camión grúa	4,000	45,00	180,00
%PM	Material	%	Pequeño material	17,560	1,50	26,34
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	1,500	25,00	37,50
TOTAL APOYO METÁLICO GALVANIZADO C-3000-20				1,00	1.819,84	1.819,84
A1.15	Partida	u	APOYO METÁLICO GALVANIZADO C-3000-22	1,00		
Apoyo para línea eléctrica aérea, metálico, galvanizado de 22 metros de altura total. Incluida cruceta en montaje tipo tresbolillo con separación entre fases de 3,10 metros.						
A1.15.1	Material	u	apoyo metálico galvanizado c-3000-22	1,000	1.733,60	1.733,60
C.GRUA	Maquinaria	h	Hora de camión grúa	1,500	45,00	67,50
%PM	Material	%	Pequeño material	18,011	1,50	27,02
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	4,000	25,00	100,00
TOTAL APOYO METÁLICO GALVANIZADO C-3000-22				1,00	1.928,12	1.928,12

A1.16	Partida	u	ARMADO E HIZADO DE APOYOS	14,00		
			Armado e hizado de apoyos por medios mecánicos.			
C.GRUA	Maquinaria	h	Hora de camión grúa	1,000	45,00	45,00
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	1,000	25,00	25,00
			TOTAL ARMADO E HIZADO DE APOYOS	14,00	70,00	980,00
A1.17	Partida	u	PLACA PELIGRO DE MUERTE	14,00		
			Placa triangular de peligro de muerte colocada a 2 metros de altura sobre el nivel del suelo.			
A1.17.1	Material	u	Placa peligro de muerte	1,000	5,75	5,75
%PM	Material	%	Pequeño material	0,058	1,50	0,09
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	0,300	25,00	7,50
			TOTAL PLACA PELIGRO DE MUERTE	14,00	13,34	186,76
A1.18	Partida	u	CADENA DE SUSPENSIÓN	12,00		
			Cadena de suspensión, incluida instalación, compuesta por: 6 aisladores de vidrio del tipo U70BS. 1 horquilla de bola en V del tipo HB-11. 1 rótula tipo R11. 1 grapa de suspensión GS-2			
A1.18.1	Material	u	Cadena suspensión vidrio	1,000	27,57	27,57
%PM	Material	%	Pequeño material	0,276	1,50	0,41
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	0,500	25,00	12,50
			TOTAL CADENA DE SUSPENSIÓN	12,00	40,48	485,76
A1.19	Partida	u	CADENA DE AMARRE	42,00		
			Cadena de amarre, incluida instalación, compuesta por: 6 aisladores de vidrio del tipo U70BS. 1 horquilla de bola en V del tipo HB-11. 1 rótula tipo R11. 1 grapa de amarre GA-2			
A1.19.1	Material	u	Aislador de vidrio U70BS	1,000	27,70	27,70
%PM	Material	%	Pequeño material	0,277	1,50	0,42
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	0,500	25,00	12,50
			TOTAL CADENA DE AMARRE	42,00	40,62	1.706,04

A1.20	Partida	u	CADENA DE AMARRE CRUCE	24,00		
			Cadena de amarre de cruce, incluida instalación, compuesta por: 12 aisladores de vidrio del tipo U70BS. 1 horquilla de bola en V del tipo HB-11. 4 rótula tipo R11. 2 yugo doble triangular YD. 3 anillas de bola AB-11. 1 grapa de amarre GA-2.			
A1.20.1	Material	u	Aislador de vidrio U70BS	1,000	29,30	29,30
%PM	Material	%	Pequeño material	0,293	1,50	0,44
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	0,600	25,00	15,00
			TOTAL CADENA DE AMARRE CRUCE	24,00	44,74	1.073,76
A1.21	Partida	m	CONDUCTOR LA-110	7.994,99		
			Conductor de aluminio con alma de acero. 94-ALI / 22-ST1A (LA-110). De 116,2 mm2 de sección, 14 mm de diámetro. Compuesto por 30 hilos de aluminio y 7 de acero. Carga a la rotura 4400 daN y 8200 daN/mm2 de módulo de elasticidad.			
A1.21.1	Material	m	Conductor LA-110	1,000	1,90	1,90
			TOTAL CONDUCTOR LA-110	7.994,99	1,90	15.190,48
A1.22	Partida	km	SUMINISTRO, TENDIDO Y TENSADO DE CONDUCTORES	2,65		
			Suministro, tendido y tensado de la línea trifásica de conductores LA-110 según pliego de condiciones y cálculos.			
A1.22.1	Maquinaria	h	Camión transporte de bobinas	6,000	30,00	180,00
C.GRUA	Maquinaria	h	Hora de camión grúa	8,000	45,00	360,00
MO4	Maquinaria	h	Mano de obra de 4 operarios	8,000	100,00	800,00
			TOTAL SUMINISTRO, TENDIDO Y TENSADO DE CONDUCTORES	2,65	1.340,00	3.551,00
A1.23	Partida	u	BALIZA SEÑALIZACIÓN ANTICOLISIÓN	6,00		
			Baliza de señalización anticollisión, color naranja de 600 mm de diámetro.			
A1.23.1	Material	u	Baliza señalización	1,000	13,00	13,00
%PM	Material	%	Pequeño material	0,130	1,50	0,20
C.GRUA	Maquinaria	h	Hora de camión grúa	0,200	45,00	9,00
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	0,200	25,00	5,00
			TOTAL BALIZA SEÑALIZACIÓN ANTICOLISIÓN	6,00	27,20	163,20

A1.24	Partida	u	CRUCETA APOYO PUNTO DE ENTRONQUE	250,83		
			Cruceta para apoyo donde se realizará la conexión a la línea existente.			
A1.24.1	Material	u	Baliza señalización	1,000	55,00	55,00
%PM	Material	%	Pequeño material	0,550	1,50	0,83
C.GRUA	Maquinaria	h	Hora de camión grúa	1,000	45,00	45,00
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	6,000	25,00	150,00
TOTAL CRUCETA APOYO PUNTO DE ENTRONQUE				1,00	250,83	250,83

A2	Capítulo	PRE-PARQUE				
-----------	-----------------	-------------------	--	--	--	--

A2.1	Partida	u	PUESTA A TIERRA PRE-PARQUE	1,00		
			Puesta a tierra para pre-parque, con cable de 120 mm2 de sección formando una cuadrícula de 16x23 metros en forma de malla con cuadrados de 0,5 metros. Incluido conductor de unión entre malla y elementos a tierra.			
A2.1.1	Material	m	Cable desnudo de sección 120 mm2	1.512,200	3,50	5.292,70
%PM	Material	%	Pequeño material	52,927	1,50	79,39
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	16,000	25,00	400,00
TOTAL PUESTA A TIERRA PRE-PARQUE				1,00	5.772,09	5.772,09

A2.2	Partida	u	PÓRTICO ENTRADA	1,00		
			Estructura para pórtico de entrada, metálica, galvanizado, formada por 3 columnas y travesaño, de dimensiones indicadas en planos, con una altura total de 12 metros. Con soporte para colocación de seccionadores. Incluido hizado y montaje.			
A2.2.1	Partida	u	Pórtico de entrada	1,000	3.029,00	3.029,00
C.GRUA	Maquinaria	h	Hora de camión grúa	4,000	45,00	180,00
%PM	Material	%	Pequeño material	32,090	1,50	48,14
MO2	Maquinaria	h	Mano de obra de 2 operarios	4,000	50,00	200,00
TOTAL PÓRTICO ENTRADA				1,00	3.457,14	3.457,14

A2.3	Partida	u	PÓRTICO SALIDA	1,00		
			Estructura para pórtico de salida, metálica, galvanizado, formada por 2 columnas y travesaño, de dimensiones indicadas en planos, con una altura total de 12 metros. Con soporte para colocación de seccionadores. Incluido hizado y montaje.			
A2.3.1	Material	u	Pórtico de salida	1,000	1.640,00	1.640,00
C.GRUA	Maquinaria	h	Hora de camión grúa	2,000	45,00	90,00
%PM	Material	%	Pequeño material	17,300	1,50	25,95
MO2	Maquinaria	h	Mano de obra de 2 operarios	2,000	50,00	100,00
			TOTAL PÓRTICO SALIDA	1,00	1.855,95	1.855,95
A2.4	Partida	u	ESTRUCTURA METÁLICA TIPO 1	2,00		
			Estructura metálica galvanizada. 1 para soporte de autoválvulas y otra para seccionadores. Con dos columnas y travesaño cada una. Medidas de ambas estructuras según se indican en proyecto. Incluido montaje.			
A2.4.1	Material	u	Estructura metálica tipo 1	1,000	620,00	620,00
%PM	Material	%	Pequeño material	6,200	1,50	9,30
MO2	Maquinaria	h	Mano de obra de 2 operarios	1,500	50,00	75,00
			TOTAL ESTRUCTURA METÁLICA TIPO 1	2,00	704,30	1.408,60
A2.5	Partida	u	ESTRUCTURA METÁLICA TIPO 2	2,00		
			Estructura metálica galvanizada. 1 para soporte de interruptor automático y otra para transformadores de intensidad para protección y medida. Con dos columnas y travesaño cada uno. Medidas de ambas estructuras según se indican en proyecto. Incluido montaje.			
A2.5.1	Material	u	Estructura metálica tipo 2	1,000	830,00	830,00
%PM	Material	%	Pequeño material	8,300	1,50	12,45
MO2	Maquinaria	h	Mano de obra de 2 operarios	1,500	50,00	75,00
			TOTAL ESTRUCTURA METÁLICA TIPO 1	2,00	917,45	1.834,90

A2.6	Partida	u	ESTRUCTURA METÁLICA TIPO 3 (PARA EMBARRADO)	1,00		
			Estructura metálica galvanizada. Para soporte de embarrado. Con 6 columnas, travesaños y base para montaje de seccionadores. Medidas de la estructura según se indican en proyecto. Incluido montaje.			
A2.6.1	Material	u	Estructura metálica tipo 3 (embarrado)	1,000	1.630,00	1.630,00
C.GRUA	Maquinaria	h	Hora de camión grúa	1,500	45,00	67,50
%PM	Material	%	Pequeño material	16,975	1,50	25,46
MO2	Maquinaria	h	Mano de obra de 2 operarios	1,500	50,00	75,00
TOTAL ESTRUCTURA METÁLICA TIPO 3				1,00	1.797,96	1.797,96
A2.7	Partida	u	ESTRUCTURA METÁLICA TIPO 2 (PARA ELEMENTOS DE MEDIDA)	1,00		
			Estructura metálica galvanizada. 1 para soporte de transformadores de intensidad y otra para transformadores de tensión. Con dos columnas y travesaño. Medidas de ambas estructuras según se indican en proyecto. Incluido montaje.			
A2.7.1	Material	u	Estructura metálica tipo 2 (para elementos de medida)	1,000	430,00	430,00
%PM	Material	%	Pequeño material	4,300	1,50	6,45
MO2	Maquinaria	h	Mano de obra de 2 operarios	1,500	50,00	75,00
TOTAL ESTRUCTURA METÁLICA TIPO 2				1,00	511,45	511,45
A2.8	Partida	u	PARARRAYOS	3,00		
			Pararrayos de punta franklin de cobre con soporte y mástil de acero cobreado.			
A2.8.1	Material	u	Pararrayos franklin	1,000	149,00	149,00
%PM	Material	%	Pequeño material	1,490	1,50	2,24
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	0,500	25,00	12,50
TOTAL PARARRAYOS				3,00	163,74	491,22
A2.9	Partida	u	SECCIONADORES	21,00		
			Seccionador vertical unipolar, tipo SHD 52. Para montaje exterior. Colocados a la altura indicada en proyecto. Montaje incluido.			
A2.9.1	Material	u	Seccionador SHD 52	1,000	570,00	570,00
%PM	Material	%	Pequeño material	5,700	1,50	8,55
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	0,400	25,00	10,00
TOTAL SECCIONADORES				21,00	588,55	12.359,55

A2.10	Partida	u	AUTOVÁLVULAS	6,00		
			Autoválvula PEXLIM R41-YV052. Montaje sobre soporte incluido.			
A2.10.1	Material	u	Autoválvula PEXLIM R	1,000	192,00	192,00
%PM	Material	%	Pequeño material	1,920	1,50	2,88
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	0,500	25,00	12,50
			TOTAL AUTOVÁLVULAS	6,00	207,38	1.244,28
A2.11	Partida	u	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO	2,00		
			Interruptor automático LTB 72,5 D1/B. Aislamiento en SF6. Intensidad nominal de servicio 31500 A. Intensidad servicio en cortocircuito 40 kA. Incluido montaje.			
A2.11.1	Partida	u	Interruptor automático LTB 72,5 D1/B en SF6	1,000	25.000,00	25.000,00
%PM	Material	%	Pequeño material	250,000	1,50	375,00
MO2	Maquinaria	h	Mano de obra de 2 operarios	1,500	50,00	75,00
			TOTAL INTERRUPTOR AUTOMÁTICO	2,00	25.450,00	50.900,00
A2.12	Partida	u	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD PROT. Y MEDIDA.	6,00		
			Transformador de intensidad para protección y medida CA-52. Relación de transformación 100/5. Aislamiento de papel-aceite. Incluido montaje.			
A2.12.1	Material	u	Transformador de intensidad para protección y medida	1,000	12.000,00	12.000,00
A2.12.2	Maquinaria	h	Maquinaria para instalación	1,500	30,00	45,00
%PM	Material	%	Pequeño material	120,450	1,50	180,68
MO2	Maquinaria	h	Mano de obra de 2 operarios	1,500	50,00	75,00
			TOTAL TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD PROT. Y MEDIDA.	6,00	12.300,68	73.804,08
A2.13	Partida	u	EMBARRADO	3,00		
			Embarrado formado por 3 líneas de: 9,4 metros de barra rígida de aluminio de diámetro interior/exterior de 47/63 mm. 3 aisladores rígidos de columna C4-250-PO, de porcelana vidriada. 3 Soportes para sujeción de barra con aislador. 2 tapones para extremos de barra. Instalación incluida.			
A2.13.1	Material	m	Tubo aluminio diámetro 63-47	9,400	10,00	94,00
A2.13.2	Material	u	Aislador rígido columna C4-250-PO	3,000	240,00	720,00

A2.13.3	Material	u	Soporte para tubo T63P76	3,000	25,00	75,00
A2.13.4	Material	u	Tapón ECT 63	2,000	16,00	32,00
%PM	Material	%	Pequeño material	9,210	1,50	13,82
MO2	Maquinaria	h	Mano de obra de 2 operarios	1,500	50,00	75,00
TOTAL EMBARRADO				3,00	1.009,82	3.029,46
A2.14	Partida	u	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD PARA MEDIDA	3,00		
Transformador de intensidad para medida CA-52. Relación de transformación 100/5. Potencia secundario 25 VA. Aislamiento de papel-aceite. Incluido montaje.						
A2.14.1	Material	u	Transformador de intensidad para medida	1,000	9.005,00	9.005,00
A2.14.2	Maquinaria	h	Maquinaria para instalación	1,500	30,00	45,00
%PM	Material	%	Pequeño material	90,500	1,50	135,75
MO2	Maquinaria	h	Mano de obra de 2 operarios	1,500	50,00	75,00
TOTAL TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD PARA MEDIDA				3,00	9.260,75	27.782,25
A2.15	Partida	u	TRANSFORMADOR DE TENSIÓN PARA MEDIDA	3,00		
Transformador de tensión para medida UTB-52. Relación de transformación 45000/110. Potencia secundario de 30 VA. Aislamiento de papel-aceite. Incluido montaje.						
A2.15.1	Material	u	Transformador de tensión para medida UTB-52	1,000	9.000,00	9.000,00
A2.15.2	Maquinaria	h	Maquinaria para instalación	1,500	30,00	45,00
%PM	Material	%	Pequeño material	90,450	1,50	135,68
MO2	Maquinaria	h	Mano de obra de 2 operarios	1,500	50,00	75,00
TOTAL TRANSFORMADOR DE TENSIÓN MEDIDA				3,00	9.255,68	27.767,04
A2.16	Partida	m	CONDUCTOR LA-110	103,80		
Conductor de aluminio con alma de acero. 94-ALI / 22-ST1A (LA-110). De 116,2 mm2 de sección, 14 mm de diámetro. Compuesto por 30 hilos de aluminio y 7 de acero. Carga a la rotura 4400 daN y 8200 daN/mm2 de módulo de elasticidad. Instalación incluida.						
A2.16.1	Material	m	Conductor LA-110	1,000	1,90	1,90
%PM	Material	%	Pequeño material	0,019	1,50	0,03

MO	Mano de obra	h	Mano de obra	5,000	25,00	125,00
TOTAL CONDUCTOR LA-110				103,80	126,93	13.175,33
A2.17	Partida	u	ILUMINACIÓN	4,00		
			Luminaria Simon Milos M. 10700 Lm. Para uso en exteriores. Potencia 96 W. Se incluye soporte metálico galvanizado e instalación de ambos.			
A2.17.1	Material	u	Luminaria Simon milos M	1,000	40,00	40,00
A2.17.2	Material	u	Soporte metálico	1,000	180,00	180,00
%PM	Material	%	Pequeño material	2,200	1,50	3,30
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	1,500	25,00	37,50
TOTAL ILUMINACIÓN				4,00	260,80	1.043,20
A2.18	Partida		PLACA PELIGRO DE MUERTE	5,00		
			Placa triangular de peligro de muerte colocada a 2 metros de altura sobre el nivel del suelo.			
A2.18.1	Material	u	Placa peligro de muerte	1,000	5,75	5,75
%PM	Material	%	Pequeño material	0,058	1,50	0,09
MO	Mano de obra	h	Mano de obra	0,200	25,00	5,00
TOTAL PLACA PELIGRO DE MUERTE				5,00	10,84	54,20

5.4. PRESUPUESTO TOTAL

PRESUPUESTO TOTAL

<i>Código</i>	<i>Ud</i>	<i>Resumen</i>	<i>Total</i>
A1	Capítulo	LÍNEA AÉREA DE 45 KV	
A1.1	Partida	m3 EXCAVACIONES	968,27
A1.2	Partida	m3 HORMIGONADO	5.238,11
A1.3	Partida	u PUESTA A TIERRA APOYOS FRECUENTADOS	633,90
A1.4	Partida	u PUESTA A TIERRA APOYOS NO FRECUENTADOS	706,42
A1.5	Partida	u APOYO METÁLICO GALVANIZADO C-4500-TR-14	1.157,83
A1.6	Partida	u APOYO METÁLICO GALVANIZADO C-4500-TR-16	1.299,22
A1.7	Partida	u APOYO METÁLICO GALVANIZADO C-500-16	944,38
A1.8	Partida	u APOYO METÁLICO GALVANIZADO C-500-18	1.039,99
A1.9	Partida	u APOYO METÁLICO GALVANIZADO C-500-20	1.136,82
A1.10	Partida	u APOYO METÁLICO GALVANIZADO C-1000-20	1.169,30
A1.11	Partida	u APOYO METÁLICO GALVANIZADO C-2000-16	1.186,76
A1.12	Partida	u APOYO METÁLICO GALVANIZADO C-2000-18	5.256,16
A1.13	Partida	u APOYO METÁLICO GALVANIZADO C-3000-18	1.608,19
A1.14	Partida	u APOYO METÁLICO GALVANIZADO C-3000-20	1.819,84
A1.15	Partida	u APOYO METÁLICO GALVANIZADO C-3000-22	1.928,12
A1.16	Partida	u ARMADO E HIZADO DE APOYOS	980,00
A1.17	Partida	u PLACA PELIGRO DE MUERTE	186,76
A1.18	Partida	u CADENA DE SUSPENSIÓN	485,76
A1.19	Partida	u CADENA DE AMARRE	1.706,04
A1.20	Partida	u CADENA DE AMARRE CRUCE	1.073,76

A1.21	Partida	m	CONDUCTOR LA-110	15.190,48
A1.22	Partida	km	SUMINISTRO, TENDIDO Y TENSADO DE CONDUCTORES	3.551,00
A1.23	Partida	u	BALIZA SEÑALIZACIÓN ANTICOLISIÓN	163,20
A1.24	Partida	u	CRUCETA APOYO PUNTO DE ENTRONQUE	250,83
TOTAL LÍNEA AÉREA DE 45 KV				49.721,62

A2	Capítulo	PRE-PARQUE		
A2.1	Partida	u	PUESTA A TIERRA PRE-PARQUE	5.772,09
A2.2	Partida	u	PÓRTICO ENTRADA	3.457,14
A2.3	Partida	u	PÓRTICO SALIDA	1.855,95
A2.4	Partida	u	ESTRUCTURA METÁLICA TIPO 1	1.408,60
A2.5	Partida	u	ESTRUCTURA METÁLICA TIPO 2	1.834,90
A2.6	Partida	u	ESTRUCTURA METÁLICA TIPO 3 (PARA EMBARRADO)	1.797,96
A2.7	Partida	u	ESTRUCTURA METÁLICA TIPO 2 (PARA ELEMENTOS DE MEDIDA)	511,45
A2.8	Partida	u	PARARRAYOS	491,22
A2.9	Partida	u	SECCIONADORES	12.359,55
A2.10	Partida	u	AUTOVÁLVULAS	1.244,28
A2.11	Partida	u	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO	50.900,00
A2.12	Partida	u	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD PROT. Y MEDIDA.	73.804,08
A2.13	Partida	u	EMBARRADO	3.029,46
A2.14	Partida	u	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD PARA MEDIDA	27.782,25
A2.15	Partida	u	TRANSFORMADOR DE TENSIÓN PARA MEDIDA	27.767,04
A2.16	Partida	m	CONDUCTOR LA-110	13.175,33
A2.17	Partida	u	ILUMINACIÓN	1.043,20
A2.18	Partida	u	PLACA PELIGRO DE MUERTE	54,20

TOTAL PRE-PARQUE	228.288,70
TOTAL LÍNEA AÉREA DE 45 KV + PRE-PARQUE	278.010,32
GASTOS GENERALES 13%	36.141,34
TOTAL	314.242,66
BENEFICIO BRUTO INDUSTRIAL 6%	18.854,56
TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN	333.097,22
IVA 21%	69.950,42
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	403.047,63

El presupuesto general asciende a la expresada cantidad de: **CUATROCIENTOS TRES MIL CUARENTA Y SIETE EUROS con SETENTA Y TRES CÉNTIMOS (403.047,63 €).**