Escuela Politécnica Superior de Jaén

Grado en Ingeniería Eléctrica



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Nombre del Centro

Trabajo Fin de Grado

DISEÑO DE UNA LÍNEA AÉREA A 132KV CON ALIMENTACIÓN SUBTERRÁNEA A SUBESTACIÓN 132/66KV

Alumno: Mª Carmen Muñoz Martínez

Tutor: Prof. D. Francisco José Sánchez Sutil
Dpto.: Departamento de Ingeniería Eléctrica

SANCHEZ SUTIL FRANCISCO JOSE - 26004797P

Firmado digitalmente por SANCHEZ SUTIL FRANCISCO JOSE - 26004797P
Fecha: 2016.09.01 18:06:04 +02'00'

Septiembre, 2016

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto se lo dedico a toda la gente que ha estado ahí durante estos años de duro trabajo. A mi familia por haber hecho que no tirara la toalla a pesar de las dificultades.

A la gente que por desgracia ya no está para poder ver hasta donde he llegado y que por fin lo he conseguido.

A mi novio, por su apoyo y ánimo. Porque me ha enseñado a no rendirme ante cualquier obstáculo.

Por último, agradecer a mi tutor Francisco José Sánchez Sutil por haberme ayudado en las dificultades que se me han ido presentando.

Con este proyecto he aprendido mucho, me siento muy orgullosa de haberlo realizado.

ÍNDICE

MEMORIA DESCRIPTIVA 10
1. OBJETO 11
2. ALCANCE 11
3. ANTECEDENTES 11
4. NORMAS Y REFERENCIAS 11
4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas 11
4.2. Programas de cálculo 12
4.3. Normativa y Reglamentación a aplicar 12
5. REQUISITOS DE DISEÑO 15
5.1. Datos de partida 15
5.2. Características de la corriente 15
5.3. Emplazamiento 16
5.4. Localización 16
6. RESULTADOS FINALES 16
6.1. Características de la línea 16
6.2. Características del conductor de fase 17
6.3. Características del conductor de tierra 18
6.4. Características de aislamiento 19
6.5. Características de los apoyos 20
6.6. Elementos adicionales 21
6.7. Distancias de seguridad 22
6.8. Avifauna 23
6.9. Medio ambiente 23
6.10. Cruzamientos 23
7. DESCRIPCIÓN TRAMO DE LÍNEA SUBTERRÁNEA 26
7.1. Disposición física de la línea 26
7.2. Esquema conexión de pantallas 26
7.3. Descripción de los materiales 26
7.4. Empalmes 28
7.5. Terminales 29
7.6. Autoválvulas 30
7.7. Limitadores de tensión para pantallas 31
7.8. Caja de conexión trifásica enterrada 31

8. DESCRIPCIÓN GENERAL SUBESTACIÓN 31
8.1. Parque de 132 KV 32
8.2. Parque de 66 KV 32
8.3. Red de tierras 32
9. PRESUPUESTO 33
10. BIBLIOGRAFÍA 34
ANEXO Nº 1: CÁLCULOS 36
1. CARACTERISTICAS DE LA CORRIENTE 37
10.1. Descripción 37
10.2. Cálculos eléctricos 37
2. CARACTERÍSTICAS DEL AISLAMIENTO 41
10.3. Tipos de cadenas 41
3. CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR 42
10.4. Descripción 42
10.5. Cálculo mecánico de los conductores 43
10.6. Constante de catenaria para el trazado de la línea 43
10.7. Vano de regulación 44
10.8. Componente horizontal máxima 45
10.9. Ecuación de cambio de condiciones 45
10.10. Cálculo de flechas 46
4. CARACTERISTICAS DE LOS APOYOS 47
10.11. Descripción de los apoyos 47
10.12. Cálculo mecánico de los apoyos 47
10.13. Cimentaciones en los apoyos 84
10.14. Tierras 85
5. DISTANCIAS DE SEGURIDAD 86
10.15. Distancia de los conductores al terreno 86
10.16. Distancia entre conductores 87
10.17. Distancia de los conductores al apoyo 88
6. CRUZAMIENTOS 89
7. CÁLCULOS ELÉCTRICOS DEL CABLE SUBTERRÁNEO DE ALTA TENSIÓN 98
10.18. Cálculo de la intensidad máxima admisible en servicio 99
10.19. Cálculo de la intensidad máxima admisible en cortocircuito en el conductor 104
10.20. Cálculo de la intensidad máxima admisible en cortocircuito en la pantalla 106
10.21. Cálculo de la caída de tensión 106
10.22. Cálculos mecánicos 107

8. CONEXIÓN A SUBESTACIÓN ELÉCTRICA DE 132 KV A 66 KV 109
Parque de 132kV 109
10.23. Tensiones nominales normalizadas 109
10.24. Niveles de aislamiento 109
10.25. Corriente de cortocircuito 109
Parque de 66kV 110
10.26. Tensiones nominales normalizadas 110
10.27. Niveles de aislamiento 110
9. Red de tierras 111
10.28. Criterios de cálculo 111
10.29. Red de tierras inferiores 112
10.30. Red de tierras superiores 115
ANEXO Nº 2: CÁLCULO DE TIERRAS EN APOYOS 117
1. CÁLCULO DE TENSIONES DE PASO Y ACCESO DE LOS APOYOS FRECUENTADOS 118
ANEXO Nº 3: CUADROS DE CÁLCULOS 120
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 163
11. OBJETO, FINALIDAD Y DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD 164
11.1. Objeto 164
11.2. Finalidad 164
11.3. Descripción de la actividad 164
12. EMPLAZAMIENTO 166
13. MAQUINARIA, EQUIPOS Y PROCESOS 166
13.1. Replanteo 166
13.2. Accesos y evaluación 166
13.3. Hormigonado 168
13.4. Armado e izado 168
13.5. Tendido, tense y regulado 169
14. MATERIALES EMPLEADOS 170
14.1. Apoyos 170
14.2. Cadenas 170
14.3. Conductores 171
14.4. Autoválvulas 171
14.5. Cables de tierra 171
14.6. Terminales 171
14.7. Zanjas 172
15. RIESGOS AMBIENTALES Y SU CORRECCIÓN 173

15.1. Ruidos y vibraciones 173
15.2. Emisiones a la atmósfera 179
15.3. Utilización de agua y vertidos líquidos 182
15.4. Generación, almacenamiento y eliminación de residuos 186
15.5. Almacenamiento de productos 193
16. MEDIDAS DE SEGUIMIENTO Y CONTROL 196
17. DECRETO 178/2006 PROTECCIÓN AVIFAUNA 197
17.1. Definiciones 197
17.2. Medidas antielectrocución 198
17.3. Medidas anticolisión 200
18. VALORACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL 200
19. CONCLUSIÓN DEL ANÁLISIS 201
ANEXO Nº 4: AVIFAUNA 203
1. OBJETO 204
2. EMPLAZAMIENTO 204
3. CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA 204
3.1. Resumen de los tipos de apoyos 204
4. MEDIDAS ADOPTADAS 204
4.1. Medidas antielectrocución 204
4.2. Anticolisión 205
ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD 206
1. OBJETO 207
1.1. Datos del proyecto y del Estudio de seguridad y salud 207
1.2. Datos de la obra 207
2. ÁMBITO DE APLICACIÓN 207
2.1. Emplazamiento 207
2.2. Climatología 208
2.3. Accesos y vallado 208
2.4. Interferencias y servicios afectados 208
2.5. Vertido de aguas residuales 208
3. ANÁLISIS DE RIESGOS Y SU PREVENCIÓN 208
3.1. Obra civil 208
3.2. Montaje 213
4. MAQUINARIA A EMPLEAR 230
4.1. Retroexcavadora 230
4.2. Grúa 231

4.3. Martillo hidráulico 231
4.4. Cortadora de ladrillo y material cerámico 232
4.5. Máquinas herramientas y herramientas manuales 233
5. Instalaciones provisionales 234
5.1. Instalación provisional eléctrica 234
5.2. Instalación de prevención de incendios 235
6. Instalaciones de higiene y bienestar 236
7. Medicina preventiva y asistencial 236
7.1. Reconocimientos médicos 236
7.2. Asistencia de accidentados 236
PLIEGO DE CONDICIONES 236
1. LEGISLACIÓN APLICABLE A LA OBRA 236
2. CONSIDERACIONES DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA 238
3. CONSIDERACIONES DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL 239
4. SEÑALIZACIÓN DE LA OBRA 239
5. CONDICIONES Y MEDIOS DE SEGURIDAD EN MEDIOS AUXILIARES, EQUIPOS Y MÁQUINAS 239
6. FORMACIÓN E INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES 240
7. ACCIONES A SEGUIR EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL 241
8. COMUNICACIONES INMEDIATAS EN CASO DE ACCIDENTE 242
9. SEGURIDAD EN LA OBRA 242
10. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD 242
11. OBLIGACIONES DE CADA CONTRATISTA ADJUDICATARIO EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD 243
12. COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD 244
13. LIBRO DE INCIDENCIAS 244
14. SEGURO DE RESPOSABILIDAD CIVIL Y PATRONAL 245
15. SUBCONTRATACIÓN 245
III. MEDICIONES Y PRESUPUESTO 246
1. MEDICIONES 246
2. PRESUPUESTO 247
PLANOS 251
PLANO 1 252
PLANO 2 254
PLANO 3 256
PLANO 4 258

PLANO 5 260
PLANO 6 262
PLANO 7 264
PLANO 8 266
PLANO 9 268
PLANO 10 270
PLANO 11 272
PLANO 12 274
PLANO 13 277
PLANO 14 279
PLANO 15 281
PLANO 16 283
PLANO 17 285
PLANO 18 287
PLANO 19 289
PLANO 20 291
PLANO 21 293
PLANO 22 295
PLANO 23 297
PLIEGO DE CONDICIONES 299
1. OBJETO 300
2. DISPOSICIONES GENERALES 300
2.1. Seguridad en el Trabajo 300
2.2. Gestión ambiental 300
2.3. Códigos y normas 300
2.4. Normas legales y aplicables a las condiciones de seguridad de los elementos, maquinaría, útiles, herramientas, equipos y sistemas preventivos a utilizar o aplicar en la obra 301
3. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL 302
4. PROTECCIONES COLECTIVAS 303
4.1. Señalización 303
4.2. Prescripciones de los medios auxiliares 304
5. OBLIGACIONES DE LAS PARTES IMPLICADAS 305
5.1. Promotor 305
5.2. Dirección facultativa 305
5.3. Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución 306

5.4. Contratistas y subcontratistas 306
5.5. Trabajadores autónomos 307
6. ORGANIZACIÓN DE LA PREVENCIÓN DE LA OBRA 308
6.1. Tramitación del estudio de seguridad y salud 308
6.2. Responsables de seguridad a pie de obra 308
6.3. Organización preventiva de la empresa contratada 308
6.4. Reuniones de seguridad en obra 308
6.5. Comité de seguridad y salud en obra 309
6.6. Delegados de prevención 309
6.7. Servicios de prevención 309
7. MEDIDAS DE ACTUACIÓN EN CASO DE EMERGENCIA Y ANTE RIESGO GRAVE E INMINENTE 310
7.1. Primeros auxilios y asistencia sanitaria 310
7.2. Comunicación de accidentes e incidentes. 311
7.3. Servicios higiénicos 312
8. FORMACIÓN E INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES 313
8.1. Requerimientos por incumplimientos 314
8.2. Paralización de los trabajos 314
8.3. Libro de incidencias 315
8.4. Penalizaciones 315
9. CONDICIONES DE LOS MATERIALES DE LA OBRA CIVIL 316
9.1. Hormigones 316
9.2. Áridos para morteros y hormigones 317
9.3. Morteros 317
9.4. Cementos 317
9.5. Agua 318
9.6. Armaduras 318
9.7. Piezas de hormigón armado o pretensado 318
9.8. Materiales siderúrgicos 318
9.9. Laminados de acero y para estructuras. 318
10. CONDICIONES GENERALES PARA LA EJECUCIÓN DE LA OBRA 319
10.1. Movimiento de tierras 319
10.2. Hormigones 320
10.3. Pavimentos de hormigón 320
10.4. Armaduras 320
10.5. Laminados 320

10.6. Encofrados 321
10.7. Piezas prefabricadas de hormigón 321
10.8. Estructura metálica 321
10.9. Embarrados y conexiones 321
10.10. Aparamenta 321
10.11. Transformadores de potencia y reactancias 322
10.12. Batería de condensadores 323
10.13. Cables de potencia 323
10.14. Puesta a tierra 323
11. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD 323
12. RECEPCIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE LAS OBRAS 326
PRESUPUESTO Y MEDICIONES 328

MEMORIA DESCRIPTIVA

MEMORIA DESCRIPTIVA

1. OBJETO

Se formula el presente proyecto de "nueva línea aérea de alta tensiónc", con objeto de obtener de la Administración la autorización administrativa de la construcción de las instalaciones que en él se reflejan, así como la aprobación del proyecto de ejecución de las mismas.

Los apoyos descritos en el proyecto se corresponden a los apoyos identificados por Andelec como óptimos, según las condiciones de cálculo definidas previamente, entre la gama de apoyos del fabricante Andel. En caso de que los apoyos a suministrar en la realización de la obra correspondan a otro fabricante, éste tendrá que aportar su propia definición de apoyos dentro de su gama, certificando y garantizando que estos sean óptimos en cada caso, según el árbol de cargas definidos para cada apoyo en el anexo de cálculos de este proyecto.

2. ALCANCE

La presente línea se diseña para mejorar la calidad de suministro de los clientes existentes en la zona de forma eficiente y para poder atender los nuevos suministros que se pudieran dar en un futuro.

3. ANTECEDENTES

Debido a la necesidad por mejorar el transporte de energía en España, interconexionando entre sistemas de transporte y distribución de la red eléctrica e intentando siempre hacerlo de la forma más eficiente y segura posible, se ha proyectado la construcción de una línea eléctrica aérea de 132kV, con conexionado subterráneo a subestación de intemperie, a su vez ésta formada por dos parques, uno de 132kV y otro de 66kV. Ambas son diseñadas para asegurar la continuidad de suministro en caso de fallo.

4. NORMAS Y REFERENCIAS

4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas

- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.

- Real Decreto 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.

A demás de los dos anteriores Reglamentos, se tendrán en cuenta las normas que en ellos se citan.

4.2. Programas de cálculo

Para el correcto desarrollo del proyecto y de sus diversos cálculos, se ha utilizado la siguiente relación de programas:

- Programa de desarrollo de proyectos: Este proyecto ha sido redactado de acuerdo con la vigente reglamentación (Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero), elaborado con ayuda del programa Andelec, cumpliendo con la actual normativa.

- Programas ofimáticos: Se incluyen en este apartado el paquete de aplicaciones de Microsoft. Microsoft Office 2016, entre los que se utilizan: Microsoft Word como procesador de textos y redacción del proyecto; y Microsoft Excel, como base de datos para la redacción de estado de mediciones del proyecto.

4.3. Normativa y Reglamentación a aplicar

ELECTRICIDAD.

- 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.

-Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias. (Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002).

- Normas particulares y de normalización de la Cía. Suministradora de Energía Eléctrica.
- Recomendaciones UNESA.

- Método de Cálculo y Proyecto de instalaciones de puesta a tierra para Centros de Transformación conectada a redes de tercera categoría, UNESA.

- Ley 10/1996, de 18 de marzo sobre Expropiación Forzosa y sanciones en materia de Instalaciones eléctricas y Reglamento para su aplicación, aprobado por Decreto 2619/1966 de 20 de octubre.

-Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.

PROTECCION CONTRA EL RAYO.

- Exigencia básica SUA 8: Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo. R.D. 314/2006 de 17 de marzo (B.O.E. 28/03/2006), por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Modificado por Orden Ministerial de abril de 2009.

- Norma UNE 21186 (junio 1996) " Protección de estructuras, edificaciones y zonas abiertas mediante pararrayos con dispositivo de cebado", y 1ª modificación de noviembre 2009.

- Serie de Normas UNE. EN 62305-1- 4 "Protección contra el rayo"

- Serie de Normas UNE. EN 50164-1-7 "Componentes de protección contra el rayo"

SEGURIDAD CONTRA INCENDIO.

- Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, R.D. 1942/1993 de 5 de noviembre (B.O.E. de 14 de diciembre de 1993).

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Documento Básico SI "Seguridad en caso de incendio".

- Reglamento de Seguridad contra incendios en los Establecimientos Industriales, R.D. 2276/2004, de 3 de diciembre, BOE 17-12-04.

- Reglas Técnicas del CEPREVEN (Centro de prevención de Daños y Pérdidas).

- Norma UNE-EN 671-1:1995 sobre Bocas de incendio equipadas con mangueras semirrígidas (BIES 25 mm). -Norma UNE-EN 671-2:1995 sobre Bocas de incendio equipadas con mangueras planas (BIES 45 mm).

- Norma UNE 23.091 de mangueras de impulsión para la lucha contra incendios.

- Norma UNE 23.400 para racores de conexión de 25, 45, 70 y 100 mm.

- Norma UNE 23410-1:1994 sobre Lanzas-boquilla de agua para la lucha contra incendios.

- Norma UNE 23.500:2012 para sistemas de abastecimiento de agua contra incendios.

- Norma UNE-EN 12845:2005+A2:2010 sobre Sistemas de rociadores automáticos. Diseño, instalación y mantenimiento.

- Norma EN 12259-1-2-3-4-5 sobre Componentes para sistemas de rociadores y agua pulverizada. - Normas UNE 23-405-90, 23-406-90 y 23-407-90 para hidrantes.

- Norma UNE 23008-2:1998 sobre Concepción de las instalaciones de pulsadores manuales de alarma de incendio.

- Normas UNE 23032, 23033, 23034 y 23035 sobre Seguridad contra incendios.

- Normas UNE-EN 1363, 1364, 1365, 1366, 1634 y 13381 sobre Ensayos de resistencia al fuego.

- Norma UNE-EN 13501 sobre Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación.

- Normas UNE EN 1182, 1187, 1716, 9239-1, 11925-2, 13823, 13773, 13772, 1101, 1021-1, 1021-2 y 23727 sobre Ensayos de Reacción al fuego.

- Norma UNE-EN 26184 sobre Sistemas de protección contra explosiones.

- Norma UNE-EN 3-7:2004 sobre Extintores portátiles de Incendios.

-Normas UNE 23.521, 23.522, 23.523, 23.524, 23.525 y 23.526 para sistemas de extinción por espuma física de baja expansión.

- Normas UNE 23.541, 23.542, 23.543 y 23.544 para sistemas de extinción por polvo.

- Normas UNE 23585 y 12101 sobre Sistemas de control de temperatura y evacuación de humos.

- Normas UNE-EN 1125, 179, 1154, 1155 y 1158 sobre Herrajes y dispositivos de apertura para puertas resistentes al fuego.

- Normas UNE 23033-1, 23034 y 23035-4 sobre Señalización en la Seguridad contra incendios.

- Norma EN 54-1-2-3-4-5-10-11sobre Sistemas de detección y alarma de incendios.

- Normas particulares y de normalización de la Cía. Suministradora de Agua.

- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.

SEGURIDAD Y SALUD

- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Derogados Títulos I y III Orden de 09.03.71, del Mº de Trabajo. BOE 16.03.71 BOE 17.03.71 BOE 06.04.71*.

- Prevención de Riesgos Laborales. Ley 31/1995 de 08.11.95 de la Jefatura del Estado. BOE 10.11.95 BOE 31.12.98** (Ley 50/1998) BOE 13.12.2003**(Ley 54/2003)

- Reglamento de los servicios de prevención Real Decreto 39/1997 de 17.01.97 del Mº de Trabajo y Asuntos Sociales BOE 31.01.97 BOE 30.04.97**

- Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Real Decreto 485/97 de 14.04.97 de M. de Trabajo y Asuntos Sociales. BOE 23.4.97

- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo Real Decreto 486/97, de 14.04.97 del M. de Trabajo y Asuntos Sociales BOE 23.04.97. **BOE 13.11.04 (R.D. 2177/2004).

- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de carga que entrañe riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores.

- Real Decreto 487/1997 DE 14.04.97 del Mº de Trabajo y Asuntos Sociales BOE 23.04.97

- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.

- Decreto 178/2006, de 10 de octubre, por el que se establecen normas de protección de la avifauna para las instalaciones eléctricas de alta tensión en la Comunidad Autónoma de Andalucía.

- Resolución de 26 de octubre de 2001, de la Consejería de Medio Ambiente. Zonas de especial protección de las aves.

5. REQUISITOS DE DISEÑO

5.1. Datos de partida

- Tipo de trabajo: Línea de nueva construcción
- Tipo de instalación: Aérea y subterránea
- Tensión: 132kV
- Tipo de línea: Doble circuito
- Tipo de conductor: LA-145 (147,10 mm²) para línea aérea
- Tipo de montaje: Doble circuito
- Denominación: "Diseño de una Línea Aérea a 132kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV"
- Ayuntamientos afectados: Ayuntamiento de Linares, Ayuntamiento de Baeza y Ayuntamiento de Úbeda.
- Organismos afectados: -Ninguno

5.2. Características de la corriente

La potencia a transportar de la línea es de 55 MW para las características:

- Tensión máxima de servicio: 132 kV
- Frecuencia: 50Hz
- Factor de potencia: 0.8
- Clase de Corriente: Alterna- trifásica

5.3. Emplazamiento

La obra de la que se trata estará situada dentro de los Términos Municipales de Linares, Baeza y Úbeda, afectando a un total de 0 derivaciones.

Se trata de una línea de 27648.8m con apoyos en configuración de doble circuito con conductor LA-145 (147.10 mm2) y cable de tierra ACST16 (135.90 mm2) de fibra óptica.

La línea de entrada a subestación, así como el emplazamiento de ésta, está prevista su construcción en el término municipal de Linares (Jaén).

Las características del emplazamiento de la subestación son:

Tipo de zona: A (según R.L.A.T)

Temperaturas extremas: (-15ºC/ +50ºC)

Contaminación ambiental: Media

Nivel de Niebla: Medio

Coeficiente sísmico: 0,05g

La línea subterránea tendrá longitud de 20m y será un cable elegido en un rango que la empresa suministradora de energía nos ofrece.

5.4. Localización

La línea proyectada tendrá su origen en el Término Municipal de Úbeda, que se encuentra en Zona B de cálculo (con cota entre 500 y 1000 m); el final de la misma será en el Término Municipal de Linares, que se encuentra en Zona A de cálculo (con cota de hasta 500 m) según R.L.A.T; efectuando un total de 0 derivaciones.

6. RESULTADOS FINALES

6.1. Características de la línea

- Longitud de Línea: 27648.8m
- Cota mínima del terreno: 252.3 m
- Cota máxima del terreno: 742.3 m
- Zonas: A, B

- Nº apoyos: 79
- Apoyo con menos cota: 740.6 m
- Apoyo con mayor cota: 274.7 m
- Superficie total de ocupación de apoyos: 238.2 m2
- Nº vanos: 78
- Nº de vanos de regulación: 43
- Nº derivaciones afectadas: 0
- Separación de conductores mínima de cálculo: 2.58 m
- Separación de conductores máxima de cálculo: 4.27 m

6.2. Características del conductor de fase

Se proyecta la línea con cable de Aluminio-Acero de 147.10 mm2 de sección total. Con las características citadas a continuación.

Conductor LA-145 (147.10 mm^2)

- Designación: LA-145
- Sección (mm^2): 147.1
- Diámetro (mm): 15.75
- Carga de rotura (daN): 5410
- Peso (daN/m): 0,5367
- Módulo de elasticidad (daN/mm^2): 8036
- Coeficiente de dilatación (ºC-1): 0,0000178
- Resistencia kilométrica (Ohm/km): 0,238
- Composición: 30+7

6.3. Características del conductor de tierra

El cable de tierra utilizado en esta línea tiene las siguientes características.

Conductor F. Óptica ACST16 (135.9 mm2)

- Designación: F. Óptica ACST16
- Sección (mm^2): 135.9
- Diámetro (mm): 15.5
- Carga de rotura (daN): 8109
- Peso (daN/m): 0.5547
- Módulo de elasticidad (daN/mm^2): 9024
- Coeficiente de dilatación (ºC-1): 0.00001729
- Resistencia kilométrica (Ohm/km): 0,001
- Composición: 7+0

Conductor Tipo 50 (50,00 mm²):

- Designación: Tipo 50
- Sección (mm²): 50,00
- Diámetro (mm): 9,000
- Carga de rotura (daN): 6174
- Peso (daN/m): 0,392
- Módulo de elasticidad (daN/mm²): 18130
- Coeficiente de dilatación (°C-1): 0,00001154
- Resistencia kilométrica (Ohm/km): 0,001
- Composición: 7+0

6.4. Características de aislamiento

1.1.1. Descripción

Todos los apoyos llevarán cadenas de aisladores del tipo (polimérico y vidrio).

1.1.2. Tipo de cadenas

Los tipos de cadenas de aislamiento son, de alineación para los apoyos en línea o cadenas verticales y de amarre o cadenas horizontales para los apoyos de anclaje, ángulo o principio y final de línea.

1.1.2.1. CADENAS DE SUSPENSIÓN

Las características y especificaciones son en función del tipo de cadena:

Tipo de cadena: Cadena de vidrio y suspensión simple para conductor LA-180 y 132KV de tensión.

Código de cadena: LA-180-132Kv- SUS-SIM-VID

Nº de elementos: 10Uds

Tipo de elementos: U100BS

Longitud: 1538,000 mm

Peso: 39.318daN

Línea de fuga:3150,000 mm

Carga de destrucción electromecánica: 7500,000 daN

1.1.2.2. CADENAS DE SUSPENSIÓN DE CRUCE

Este tipo de cadena solo se usará en apoyos de alineación-suspensión con seguridad reforzada por cruzamiento de accidentes que así lo precisen, como: carreteras, ríos, ramblas, ferrocarril, casas, naves, invernaderos, etc.

En este tipo de línea no hay cadenas de suspensión de cruce.

1.1.2.3. CADENAS DE ANCLAJE-AMARRE

Doble cadena, cada cadena estará compuesta por:

Tipo de cadena: Cadena de vidrio y anclaje simple para conductor LA-180 y 132KV de tensión.

Código de cadena: LA-180-132KV-ANC-SIM-VID

Nº de elementos: 10 Uds

Tipo de elementos: U100BS

Longitud: 1720,000 mm

Peso: 40,543 daN

Línea de fuga: 3150,000 mm

Carga de destrucción electromecánica: 8500,000 daN

1.1.2.4. CADENAS DE ANCLAJE-AMARRE DE CRUCE

No hay cadenas de este tipo en la línea de estudio.

6.5. Características de los apoyos

Todos los apoyos serán metálicos y galvanizados en caliente, resueltos con fuste en barras atornilladas o electro-soldadas y cabeza en cuerpo único soldado o atornillado, según el catálogo Andel S.A. bajo especificación Endesa. Dispuestos para llevar cadenas de aisladores de suspensión en los apoyos de suspensión y cadenas de amarre o anclaje en los ángulos y alineaciones (amarres y anclajes) y fin de línea.

Los apoyos están formados por:

- CABEZA-ARMADO: Prismática de sección cuadrada en un cuerpo único atornillado, de celosía simple o doble, las crucetas estarán realizadas en celosía, formando de esta forma un conjunto.

- FUSTE: Tronco piramidal de sección cuadrada, formado por distintos tramos según la altura a conseguir, cada uno se compone de cuatro montantes unidos por celosía sencilla o doble atornillada en cuerpos.

Las crucetas podrán ir en varios tipos de montaje, pero con una separación mínima de m, para que permita cumplir con las distancias mínimas de seguridad establecidas en la ley de protección de avifauna, en cuanto a medidas de antielectrocución.

Las funciones, esfuerzos, alturas, tipo de montaje, separación entre crucetas y número de apoyos quedan definidos en el capítulo de cálculos.

Todos los apoyos irán empotrados en el terreno, mediante macizos de hormigón únicos o fraccionados, calculados para que las condiciones más desfavorables cumplan con los coeficientes de seguridad exigidos en la vigente reglamentación.

1.1.3. Cimentaciones

La cimentación de los apoyos descritos en este proyecto, cuando utilicen macizo único, han sido calculados siguiendo el método Sulzberger, adoptándose los parámetros que figuran en el cuadro incluido en el anexo de cálculos y resultados de cálculo a tal efecto.

Por el contrario, los apoyos con macizos de cimentación fraccionados han sido calculados arreglo al método de talud natural. Los parámetros de cálculo figuran en el cuadro incluido en el anexo de cálculos y resultados de cálculo a tal efecto.

1.1.4. Tierras

Todas las estructuras metálicas de los apoyos, irán unidas directamente a tierra mediante conductores de 50mm^2 de cobre y picas de 14mm de diámetro con 2 m de longitud.

La puesta a tierra se realiza de acuerdo al punto 7 de la ITC-LAT 07, de forma que se asegure la difusión de la corriente de puesta a tierra mediante los electrodos escogidos.

Asimismo, en los apoyos emplazados en zonas de pública concurrencia, tendrán la consideración de apoyos frecuentados, las tomas de tierra se dispondrán en anillo cerrado con picas y enterrado alrededor del empotramiento del apoyo, a un metro de distancia de las aristas del macizo de la cimentación.

De esta forma también será ejecutada la instalación de toma de tierra en anillo en aquellos apoyos que suporten elementos de maniobra de cualquier tipo.

Para los apoyos cuyo emplazamiento no sea en zonas de pública concurrencia tendrán la consideración de apoyos no frecuentados, reservando para ellos una puesta a tierra mediante una pica de cobre de 14mm de diámetro.

El proceso de cálculo de la puesta a tierra está expuesto en el anexo y resultados de cálculo.

6.6. Elementos adicionales

1.1.5. Terminales

En el apoyo final, para dar lugar a la línea subterránea, se instalarán botellas terminales como dispositivos adicionales de la línea aérea. Los terminales a utilizar serán del tipo exterior termorretráctiles para 132 kV.

En estos terminales se consigue un control del campo que queda repartido sobre la longitud del terminal y evita la concentración de las líneas de campo en las zonas en las que termina la semiconductora exterior. Para ello, se aplica un tubo termorrectráctil de un material especial, solapado sobre la semiconductora exterior del cable, y cubriendo la superficie del aislamiento en el terminal.

El conjunto se recubre de otro tubo termorrectráctil con características antitracking y se colocan las campanas para extender la línea de fuga. Este material ha de ser resistente al agua y a la corrosión.

En presencia de contaminación, la respuesta del aislamiento externo del terminal a las tensiones a frecuencia industrial cobra una importancia capital, lo que debe tenerse en cuenta en su diseño.

La designación de estos elementos es APECB 1452 P de la empresa ABB. Sus características son las siguientes:

Tensión máxima admisible será de 145 kV.

Distancia a cresta 3750 mm

Máxima fuerza actuando normal 2000 N

Diámetro 359mm

Diámetro de la boquilla 50mm

Longitud de la boquilla 125 mm

Longitud de conexiones 235 mm

Longitud cuerpo de terminal 1620 mm

Diámetro de la vaina 170 mm

1.1.6. Autoválvulas

Con objeto de proteger los cables contra las sobre tensiones provocadas por descargas atmosféricas, se instalarán autoválvulas o pararrayos. Estas autoválvulas se dispondrán sólo en el último apoyo.

Las autoválvulas serán de óxido de zinc, del fabricante ABB, como elemento activo y con contador de descargas. Las características exigidas son las siguientes:

Tensión nominal 132 kV

Tensión más elevada 145 kV

Línea de fuga 5.302metros

Corriente nominal de descarga 10 Ka

Por tanto, las autoválvulas que cumplen con estos requisitos establecidos serán las de clase 3 EXLIM Q36-E145.

6.7. Distancias de seguridad

1.1.7. Distancia de los conductores al terreno

La distancia de los conductores al terreno, según el apartado 5.5 de la ITC-LAT 07 del Reglamento los apoyos deben tener una altura suficiente para que los conductores cuando se produzca su flecha máxima vertical, queden siempre por encima de cualquier punto del terreno o superficies de agua no navegable, con un mínimo de 6 metros.

1.1.8. Distancia entre conductores

Viene definida por la longitud del vano, y su flecha máxima vertical, para cada caso se define, la separación de crucetas más adecuada, con un mínimo establecido para el cumplimiento de las distancias establecidas en la ley de avifauna.

El Reglamento de líneas en su punto 5.4 de la ITC-LAT 07, obliga a que los conductores y sus accesorios en tensión y los apoyos, la distancia tiene que ser suficiente para que no exista riesgo de cortocircuito entre fases ni a tierra. Teniendo siempre presentes los efectos de oscilación de los conductores debidos a la acción del viento y al desprendimiento de la nieve que se pueda acumular en la superficie de estos.

6.8. Avifauna

Para la definición de la línea aérea objeto del proyecto, se han tenido en cuenta las medidas antielectrocución y anticolisión de protección de la avifauna, según la actual reglamentación.

6.9. Medio ambiente

Por tratarse de la creación de una línea nueva, de longitud 27 Km, de acuerdo con la Ley 7/2007 de 9 de Julio, de Gestión Integral de la Calidad Ambiental. Se necesita la Calificación Ambiental, por lo que se incluye el documento de AVIFAUNA, anexo al presente proyecto.

6.10. Cruzamientos

En el presente proyecto se efectúan los siguientes cruzamientos en la línea eléctrica aérea de 132 kV:

Cruzamiento nº 99 “Autovías, autopistas” situado a 390,90m del origen.

Entre los apoyos 3 y 2 del presente proyecto se presenta un cruzamiento tipo Autovías, autopistas.

Cruzamiento nº 99 “Autovías, autopistas” situado a 1514,90m del origen.

Entre los apoyos 6 y 5 del presente proyecto se presenta un cruzamiento tipo Autovías, autopistas.

Cruzamiento nº 4 “Carretera, caminos asfaltados” situado a 6992,15m del origen.

Entre los apoyos 21 y 22 del presente proyecto se presenta un cruzamiento tipo Carretera,

caminos asfaltados.

Cruzamiento nº 99 "Autovías, autopistas" situado a 8170,80m del origen.

Entre los apoyos 25 y 24 del presente proyecto se presenta un cruzamiento tipo Autovías, autopistas.

Cruzamiento nº 12 "Árboles dispersos de todo tipo" situado a 8366,60m del origen.

Entre los apoyos 25 y 26 del presente proyecto se presenta un cruzamiento tipo Árboles dispersos de todo tipo.

Cruzamiento nº 99 "Autovías, autopistas" situado a 9457,10m del origen.

Entre los apoyos 29 y 28 del presente proyecto se presenta un cruzamiento tipo Autovías, autopistas.

Cruzamiento nº 4 "Carretera, caminos asfaltados" situado a 9880,00m del origen.

Entre los apoyos 30 y 31 del presente proyecto se presenta un cruzamiento tipo Carretera, caminos asfaltados.

Cruzamiento nº 4 "Carretera, caminos asfaltados" situado a 10691,60m del origen.

Entre los apoyos 31 y 32 del presente proyecto se presenta un cruzamiento tipo Carretera, caminos asfaltados.

Cruzamiento nº 4 "Carretera, caminos asfaltados" situado a 13110,55m del origen.

Entre los apoyos 39 y 40 del presente proyecto se presenta un cruzamiento tipo Carretera, caminos asfaltados.

Cruzamiento nº 4 "Carretera, caminos asfaltados" situado a 13566,15m del origen.

Entre los apoyos 40 y 41 del presente proyecto se presenta un cruzamiento tipo Carretera, caminos asfaltados.

Cruzamiento nº 4 "Carretera, caminos asfaltados" situado a 13692,65m del origen.

Entre los apoyos 41 y 42 del presente proyecto se presenta un cruzamiento tipo Carretera, caminos asfaltados.

Cruzamiento nº 4 "Carretera, caminos asfaltados" situado a 14050,95m del origen.

Entre los apoyos 42 y 43 del presente proyecto se presenta un cruzamiento tipo Carretera, caminos asfaltados.

Cruzamiento nº 4 "Carretera, caminos asfaltados" situado a 17285,40m del origen.

Entre los apoyos 52 y 53 del presente proyecto se presenta un cruzamiento tipo Carretera, caminos asfaltados.

Cruzamiento nº 7 "Ríos, arroyos, embalses, pantanos, ramblas" situado a 21483,35m del origen.

Entre los apoyos 63 y 64 del presente proyecto se presenta un cruzamiento tipo Ríos, arroyos, embalses, pantanos, ramblas.

Cruzamiento nº 5 "Vías de ferrocarril, AVE" situado a 22124,00m del origen.

Entre los apoyos 64 y 65 del presente proyecto se presenta un cruzamiento tipo Vías de ferrocarril sin electrificar.

Cruzamiento nº 4 "Carretera, caminos asfaltados" situado a 26942,10m del origen.

Entre los apoyos 77 y 78 del presente proyecto se presenta un cruzamiento tipo Carretera, caminos asfaltados.

Cruzamiento nº 4 "Carretera, caminos asfaltados" situado a 27286,70m del origen.

Entre los apoyos 78 y 79 del presente proyecto se presenta un cruzamiento tipo Carretera, caminos asfaltados.

Cruzamiento nº 99 "Autovías, autopistas" situado a 27324,00m del origen.

Entre los apoyos 79 y 78 del presente proyecto se presenta un cruzamiento tipo Autovías, autopistas.

7. DESCRIPCIÓN TRAMO DE LÍNEA SUBTERRÁNEA

7.1. Disposición física de la línea

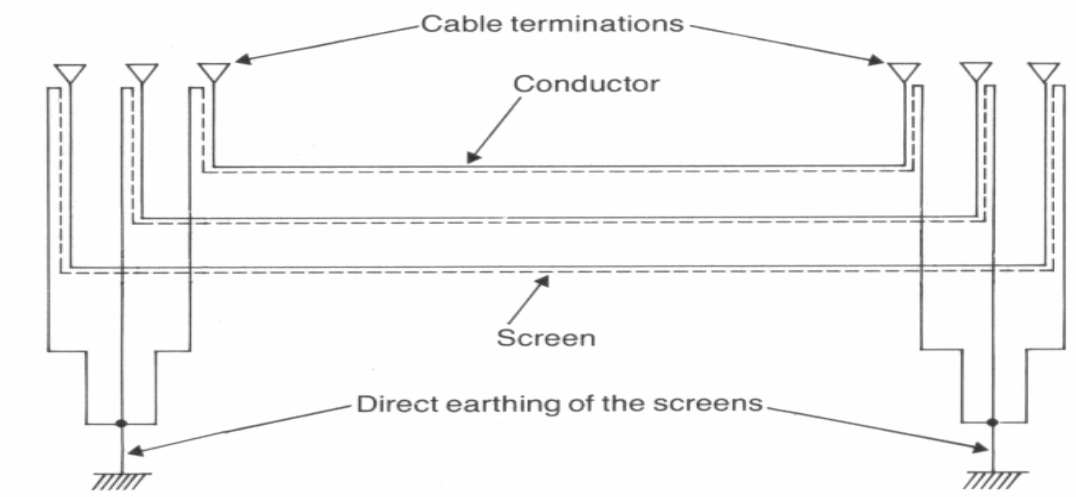
Las fases estarán dispuestas en doble circuito y cada uno de los cables irá en un tubo de polietileno de doble capa, quedando todos los tubos embebidos en un bloque de hormigón.

Esta canalización tendrá una profundidad de 1,5 metros y una anchura de 1,6 metros con una separación entre circuitos de 75 cm. La longitud de la línea será de 20 metros.

7.2. Esquema conexión de pantallas

Dada la longitud de la línea, la disposición de los circuitos y las intensidades máximas admisibles, la conexión de las pantallas a tierra será del tipo "Solid Bonded" (pantallas conectadas a tierra en ambos extremos).

Esta configuración se aplica a líneas de poca longitud. Si se utiliza este sistema en los cables al tresbolillo, deben de colocarse lo más juntos posibles para reducir tensiones inducidas en las pantallas.



7.3. Descripción de los materiales

1.1.9. Composición del conductor subterráneo adoptado

Conductor de aluminio semirrígido de clase 2, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE). Tiene una pantalla de corona de hilos de cobre con cubierta exterior de poliolefina termoplástica libre de halógenos.

Este cable está especialmente diseñado para distribución de energía para instalaciones en alta tensión al aire entubados y enterrados.

Cubierta resistente a la abrasión y al desgarro, con obturación longitudinal ante la penetración del agua en pantalla y conductor. Cable libre de halógenos y no propagador de llama.

Temperatura máxima en servicio permanente de 90º.

- Sección del conductor (mm2): 630

- Material del conductor: aluminio

- Material del aislamiento: XLPE

- Tipo de pantalla: hilos de cobre

- Material de pantalla: cobre

- Sección de la pantalla (mm2): 1390

- Material de cubierta: Poliolefina

1.1.10. Dimensiones

- Diámetro del conductor (mm): 28.32

- Diámetro del conductor incluida la pantalla semiconductora (mm): 67.3

- Espesor del aislamiento (mm): 10

- Espesor de la cubierta (mm): 19.49

- Diámetro exterior nominal (mm): 87.7

- Radio mínimo de curvatura (mm): 1755

- Peso aproximado del cable (Kg/km): 8425

1.1.11. Características del cable

- Resistencia del conductor en c.c. a 20º (Ω*km): 0.048

- Resistencia de la pantalla en c.c. a 20º (Ω*km): 0.1545

- Capacidad nominal del cable (µF/km): 0.127

- Gradiente de potencial máximo (kV/mm):7

- Gradiente de potencial mínimo (kV/mm):5

- Corriente admisible en el cable en régimen permanente en tubos(A): 519

- Tensión nominal (kV): 132

- Temperatura nominal máxima del conductor en servicio normal (ºC): 90

- Temperatura en condiciones de cortocircuito (ºC): 250

- Tensión soportada a impulsos (kV): 650

1.1.12. Características de la instalación en régimen permanente

Las características eléctricas de la línea, obtenidas a partir de la disposición física de la línea subterránea y de los datos de partida (temperatura de conductor, temperatura de pantalla, temperatura del terreno, resistividad del terreno, etc.) mostrados anteriormente y junto con los datos de Anexo de Cálculos son las que se indican a continuación:

- Intensidad máxima admisible (A): 519

- Potencia máxima admisible (MVA): 152

1.1.13. Características de la instalación en régimen de cortocircuito

Las características obtenidas a partir del cálculo adjunto en el documento de anexos son las siguientes:

- Temperatura inicial del conductor en el c.c. (ºC): 250

- Temperatura final del conductor en el c.c.(ºC): 90

- Duración del cortocircuito en el conductor(s): 0.5

- Intensidad máxima de cortocircuito en el conductor(kA): 84

- Temperatura inicial en la pantalla(ºC):150

- Temperatura final en la pantalla(ºC):80

- Duración del cortocircuito(s): 0.5

- Intensidad máxima de cortocircuito en la pantalla (kA): 23

7.4. Empalmes

Los empalmes llevarán una envolvente para su protección mecánica una vez instalados. Esta envolvente deberá tener como mínimo las mismas características de resistencia mecánica.

No deben limitar la capacidad de transporte de los cables, tanto en servicio normal como en régimen de sobrecarga. Para ello, la continuidad eléctrica de los conductores en los empalmes se realizará con elementos de unión de tal naturaleza que no disminuyan la correspondiente conductividad del conductor del cable.

Se utilizarán empalmes termorretráctiles para 132 kV. En estos empalmes, la unión de la parte conductora se hace mediante un conector a presión con pernos que tienen una cabeza que se autocizalla al alcanzar el par de apriete requerido para garantizar la conexión eléctrica prefijada.

El proceso de fabricación de los tubos aislantes consta de 5 etapas: extrusión, reticulado, expansión, cierre y corte. Sobre el conector y los extremos del semiconductor exterior del cable se aplica un tubo termo-retráctil de un material que uniformiza el campo eléctrico.

Se recubre todo el empalme con una malla de cobre estañado y se da continuidad a la pantalla mediante un casquillo de compresión.

7.5. Terminales

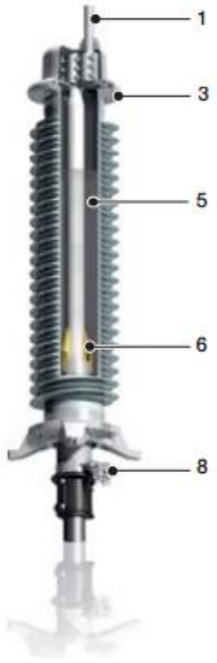
Los terminales se sitúan en el apoyo final de línea para indicar el comienzo de la línea subterránea. Estos serán del tipo exterior termorretráctiles para 132 kV. Con ellos se consigue un control del campo que queda repartido sobre la longitud del terminal. Para ello, se aplica un tubo termorrectráctil de un material especial, solapado sobre la semiconductora exterior del cable, y cubriendo la superficie del aislamiento en el terminal.

El conjunto se recubre de otro tubo termorrectráctil con características antitracking y se colocan las campanas para extender la línea de fuga. Este material ha de ser resistente al agua y a la corrosión.

En presencia de contaminación, la respuesta del aislamiento externo del terminal a las tensiones a frecuencia industrial cobra una importancia capital.

El contorneo del aislamiento externo, ocurre generalmente cuando la contaminación y la humedad se depositan sobre la superficie exterior debido a llovizna, nieve, rocío o niebla.

La designación de estos elementos es APECB 1452 P de la empresa ABB. Sus características son las siguientes:



1. Perno superior
2. Conexión del conductor
3. Parte Superior
4. Aislador compuesto
5. Compuesto de relleno
6. Cono de aliviadero
7. Cuerpo del terminal
8. Abrazadera a tierra
9. Abrazadera del cable

Tensión máxima admisible será de 145 kV.

Distancia a cresta: 3750 mm

Máxima fuerza actuando normal: 2000 N

Diámetro: 359mm

Diámetro de la boquilla: 50mm

Longitud de la boquilla: 125 mm

Longitud de conexiones: 235 mm

Longitud cuerpo de terminal: 1620 mm

Diámetro de la vaina: 170 mm

7.6. Autoválvulas

Con objeto de proteger los cables contra las sobretensiones provocadas por descargas atmosféricas, se instalarán autoválvulas o pararrayos. Estas serán de óxido de zinc, del fabricante ABB, como elemento activo y contador de descargas.

Las características exigidas son las siguientes:

Tensión nominal 132 kV

Tensión más elevada 145 kV

Línea de fuga 5.302metros

Corriente nominal de descarga 10 kA

Por tanto, las autoválvulas que cumplen con estos requisitos establecidos serán las de clase 3 EXLIM Q36-E145.

7.7. Limitadores de tensión para pantallas

Los limitadores de tensión para las pantallas son dispositivos con características tensión-corriente fuertemente no lineales, destinados a limitar las diferencias de potencial transitorias de ocasión de sobretensiones de impulsos, atmosféricas o de maniobra, pueden aparecer entre elementos del circuito de pantallas con rigidez dieléctrica limitada.

Serán de óxido de zinc y no se deberán tener ningún efecto limitador sobre las tensiones a frecuencia industrial originadas durante las faltas en red.

Sin embargo, deberán conducir para las perturbaciones breves de origen atmosférico o de maniobra, que originan tensiones muy elevadas en los extremos y en los puntos de discontinuidad, limitando estas tensiones a valores admisibles.

Las tensiones que se han de limitar son las que aparecen entre las pantallas y la tierra local, que someten a esfuerzos dieléctricos a la cubierta exterior del cable y a los aisladores de soporte de los terminales y las que presentan entre los dos extremos de pantalla que concurren en un mismo empalme con discontinuidad de pantalla, que deben ser soportadas por un espesor muy reducido de material aislante en el interior del empalme.

7.8. Caja de conexión trifásica enterrada

Constituidas para alojar las conexiones de las pantallas, de los cables de conexión a tierra y los limitadores de tensión asociados.

Estas envolventes deben ser capaces de contener los efectos de fallo térmico o eléctrico de alguno de los elementos alojados sin que se produzcan daños a elementos vecinos.

Serán de acero galvanizado o acero inoxidable y deberán estar siempre conectadas a tierra, por medio de una conexión independiente de la puesta a tierra de los elementos contenidos en su interior.

Las envolventes serán trifásicas y deberán estar provistas de una etiqueta que muestre la disposición de enlace para la que van destinadas. Deben permitir aislar la pantalla para la realización de ensayos de cubierta. Se montarán enterradas y serán estancas con tapa atornillable de acero inoxidable.

Cumplirán el grado de protección IP68 a 1m de profundidad según IEC 529 (EN 60.529, UNE 20.324) e IK 10 según EN 50.102.

8. DESCRIPCIÓN GENERAL SUBESTACIÓN

El proyecto consiste en el diseño de una línea aérea de transporte de 132 KV y la interconexión de esta red de transporte de 132 KV con una red de distribución de 66 KV.

Se implanta una configuración de doble circuito en la línea de transporte aérea, alimentando subterráneamente mediante un cable entubado a una subestación de 132 KV en A.T. y posteriormente de 66 KV en distribución.

El parque que conecta a la línea de entrada de 132 KV tiene por tensión la misma que las líneas de salida. Se conecta al parque de 66 KV mediante dos transformadores trifásicos de 30 MW cada uno.

8.1. Parque de 132 KV

Su función es conectarse a la red de transporte de 132 KV e interconexionar con la red de distribución de 66 KV a través de dos transformadores trifásicos de 30 MW.

Se adoptará en este parque una configuración de interruptor y medio, que asegurará el suministro constante de energía incluso en caso de falla o mantenimiento en alguna de sus barras.

Este parque estará formado por embarrados principales y por embarrados secundarios con sus correspondientes aisladores.

8.2. Parque de 66 KV

Este parque está diseñado para ser conectado a una red de distribución de 66 KV y interconectado con una red de transporte de 132 KV a través de dos transformadores trifásicos de potencia 30 MW.

La configuración a adoptar en este parque será de doble barra para asegurar el suministro de energía de forma constante a pesar de las operaciones de mantenimiento que se puedan llegar a desarrollar.

Este parque también estará formado por embarrados principales y secundarios con sus correspondientes aisladores.

8.3. Red de tierras

1.1.14. Red de tierras inferiores

Para este diseño se tienen en cuenta las especificaciones de la instrucción técnica complementaria ITC-MIE-RAT 13.

La red de tierras inferiores está diseñada para garantizar la protección del personal y los equipos, proporcionar un camino a tierra para intensidades debidas a descargas atmosféricas.

Para diseñar las tierras se eligen las condiciones de diseño más desfavorables, siendo estas las del parque de 132 KV. Los criterios de diseño serán, por tanto:

Resistividad del terreno: 300 Ωm

Intensidad de defecto: 28 k A (Icc=40 k A)

Tiempo de despeje de falta: 0.5 s

El cable elegido será de 120 mm2 de sección y cobre. La malla que forma los cables cubre una superficie total de 16200 m2 y está enterrada a una profundidad de 60 cm. La longitud total del cable enterrado es de 2805 m. Además, sobre el terreno, se ha proyectado cubrirlo de una capa de hormigón de 20 cm de espesor, cuya resistividad tiene el valor de 3000 Ωm.

Según los criterios de diseño especificados, en la instrucción técnica complementaria ITCMIE-RAT-13 y en la normativa UNE 60909 se establece que las tensiones de paso y contacto no pueden ser superiores a los siguientes valores:

- Tensión de paso 7276 V
- Tensión de contacto 695.5V

Por tanto, la red de tierras diseñada no cumple con sus objetivos en la parte de tensión de contacto, por lo que nos vemos obligados a montar un mallazo electro-soldado cubierto de hormigón, además de vallar la subestación.

La fijación de las estructuras a la malla, se realizará mediante cable, que será fijado a la estructura mediante grapas de fundición de bronce, del que saldrá la varilla de toma a tierra. Dicha varilla será de cobre electrolítico de 14 mm de diámetro.

La unión entre los diferentes cables de cobre que forman la malla de la red de tierras se hará mediante soldadura aluminotérmica.

1.1.15. Red de tierras superiores

La red de tierras superiores tiene por cometido la captación de las descargas atmosféricas y su conducción a la malla de red inferiores enterrada a 0,6 metros de profundidad, para que pueda ser disipada sin poner en peligro la seguridad del personal ni de la subestación.

Esta está compuesta por un conjunto de hilos de guarda, paralelos a la calle y en unos pararrayos que protegen los equipos de la subestación.

9. PRESUPUESTO

El presupuesto de ejecución por contrata del presente proyecto es el siguiente:

Presupuesto de ejecución de material .....1.681.963,92 €

Estudio de seguridad y salud……. 21.926,48 €

Gastos generales (10%) ..... 170.389,04 €

Beneficio neto (7%)..... 119.272,33 €

Descuento(4%)……68.155,62 €

TOTAL .....1.925.396.,15 €

I.V.A. (23%) ..... 442.841,12 €

TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN CONTRATA ……..... **2.368.237,27 €**

El importe del presupuesto de ejecución por contrata de la subestación asciende a DOS MILLONES TRESCIENTAS SESENTA Y OCHO MIL DOSCIENTAS TREINTA Y SIETE CON VEINTISIETE.

El presupuesto desglosado y el presupuesto de ejecución material están justificado en el Documento Presupuesto.

10.BIBLIOGRAFÍA

-Reglamento de Alta Tensión.

-Reglamento de subestaciones y centros de transformación.

-Reglamento de Baja Tensión.

-Tema 25. Características de las subestaciones eléctricas. Asignatura Instalaciones eléctricas de alta tensión. Autor: Francisco José Sánchez Sutil.

-Tema 11. Introducción a los cálculos eléctricos. Asignatura Instalaciones eléctricas de alta tensión. Autor: Francisco José Sánchez Sutil.

-Tema 18. Tipos de instalaciones en líneas subterráneas. Asignatura Instalaciones eléctricas de alta tensión. Autor: Francisco José Sánchez Sutil.

-Tema 28. Métodos de cálculo. Asignatura Instalaciones eléctricas de alta tensión. Autor: Francisco José Sánchez Sutil.

-Tema 29. Cálculo de puesta a tierra en los apoyos. Asignatura Instalaciones eléctricas de alta tensión. Autor: Francisco José Sánchez Sutil.

-Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría. Método UNESA. Ministerio de España.

-Proyecto tipo subestaciones E-ON.

-Proyecto tipo línea subterránea Endesa.

-Proyecto tipo línea subterránea E-ON.

-Catálogos obtenidos de distintas empresas.

-Ayuda del programa Andelec 2012/16 para el cálculo de línea aérea.

-Tema 5. Coordinación de aislamiento en redes eléctricas de alta tensión.

ANEXO Nº 1: CÁLCULOS

CÁLCULOS

En este Anexo se va a proceder a explicar mediante los cálculos correspondientes los siguientes apartados:

- Conductor de línea aérea
- Elección de los apoyos y cimentaciones de la línea aérea
- Conductor de línea subterránea
- Conexión de línea subterránea a subestación y cálculo de tierras de ésta

LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN (L.A.T.)

1. CARACTERISTICAS DE LA CORRIENTE

10.1. Descripción

- Tensión máxima de servicio: 132kV
- Frecuencia: 50 Hz
- Factor de Potencia: 0.8
- Potencia a transportar: 55MW
- Clase de Corriente: Alterna- Trifásica

10.2. Cálculos eléctricos

10.2.1. Reactancia

La reactancia kilométrica viene dada por la ecuación.

$Xk = \omega * Lk = 2 * \pi * f * Lk$

Donde:

X_k = Reactancia kilométrica de la línea en Ω/km.

ω= Pulsación de la corriente eléctrica.

L_k = Coeficiente de autoinducción por kilómetro de línea en H/km.

f = Frecuencia de la red en Hz.

Para el cálculo del coeficiente de autoinducción por kilómetro de la línea utilizamos la expresión.

$$L_k = \frac{1}{n_{cir}} * \left[\frac{\mu}{2 * n} + 4.605 * log\frac{DMG}{req}\right] * 10^{-4}$$

Donde:

L_k = Coeficiente de autoinducción por kilómetro de línea en H/km.

μ = Permeabilidad magnética del conductor. Que, para el cobre, aluminio, aluminio-acero tiene un valor de 1.

n_{cir} = Número de conductores por fase.

D = Separación media geométrica en milímetros.

r_{eq} = Radio equivalente del conductor en milímetros.

10.2.2. Intensidad máxima admisible en el conductor

Según el punto 4.2.1. de la ITC-LAT 07, la densidad máxima de corriente permitida para el conductor utilizado en la línea de sección 147.1mm2, es de 2.5407A/mm2. Por tanto, la intensidad máxima admitida por el conductor se obtiene mediante la ecuación.

$Imax. = \delta * S$

En donde:

Imáx. = Intensidad máxima soportada por el conductor por límite térmico en amperios.

δ = Densidad máxima de corriente en A/mm2.

S = Sección del conductor en milímetros.

10.2.3. Caída de tensión

La caída de tensión por resistencia y reactancia de la línea, despreciando la capacidad viene dada por.

$\Delta V = I * (Rk * \cos(\varphi) + Xk * sen(\varphi)) * L$

En donde:

ΔV = Caída de tensión por resistencia y reactancia en V.

I = Intensidad de la línea en amperios.

Rk = Resistencia kilométrica de la línea en Ω/km.

Xk = Reactancia kilométrica de la línea en Ω/km.

L = Longitud de la línea en km.

10.2.4. Potencia máxima a transportar

10.2.4.1. POTENCIA MÁXIMA POR INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN EL CONDUCTOR

Para calcular el valor de potencia máxima que la línea puede transportar por intensidad, se utilizará el valor de la intensidad máxima obtenido según el apartado 1.2.2 de la presente memoria. La ecuación que permite el cálculo de esta potencia por intensidad es.

$Pmax = \sqrt{3} * U * Imax * \cos(\varphi)$

En donde:

Pmáx. = Potencia máxima por intensidad máxima en kW.

U = Tensión compuesta de red en kV.

Imáx. = Intensidad máxima soportada por el conductor por límite térmico en amperios.

10.2.4.2. POTENCIA MÁXIMA POR CAÍDA DE TENSIÓN

Para comprobar la potencia que se puede transportar con la longitud de la línea con una determinada caída de tensión. Para ello utilizaremos el momento eléctrico, que nos ofrece la siguiente ecuación:

$$Pmáx = \frac{U^2 * u\%}{(\mathrm{Rk} + \mathrm{Xk} * \tan(\varphi)) * L_{línea} * 100}$$

En donde:

PMáx. = Potencia máxima por caída de tensión en kW.

U = Tensión compuesta de red en kV.

u% = Porcentaje de caída de tensión.

Rk = Resistencia kilométrica de la línea en Ω/km.

Xk = Reactancia kilométrica de la línea en Ω/km.

L = Longitud de la línea en km.

Ejemplo de cálculo

Partiendo de las características que tiene cada conductor

Coductor	Seccion (mm^2)	Diametro (mm)	Carga de rotura (daN)	Peso (kg/m)	Módulo de elasticidad (dan/mm^2)	C.dilatación (°C^-1)	Rk (Ohm/km)
LA-110	116,197	14	4312	0,432	8036	1,78E-05	0,314
LA-145	147,1	15,75	5410	0,546	8036	1,78E-05	0,238
LA-180	181,6	17,5	6387	0,675	8036	1,78E-05	0,194
LA-280 Hawk	281,1	21,798	8254	0,976	7546	1,92E-05	0,119
LA-30	31,1	7,137	1003	0,108	7938	1,90E-05	1,077
LA-380	381,5	25,399	10912	1,276	6860	1,92E-05	0,119
LA-455	454,5	27,718	12397	1,521	6860	1,92E-05	0,119
LA-545	547,3	30,42	14847	1,832	6860	1,92E-05	0,119
LA-56	54,6	9,449	1633	0,188	7938	1,90E-05	0,614
LA-78	78,6	11,34	2313	0,272	7938	1,90E-05	0,479

Para las densidades de corriente

Sección nominal mm²	Densidad de corriente A/mm²		
	Cobre	Aluminio	Aleación de aluminio
10	8,75		
15	7,60	6,00	5,60
25	6,35	5,00	4,65
35	5,75	4,55	4,25
50	5,10	4,00	3,70
70	4,50	3,55	3,30
95	4,05	3,20	3,00
125	3,70	2,90	2,70
160	3,40	2,70	2,50
200	3,20	2,50	2,30
250	2,90	2,30	2,15
300	2,75	2,15	2,00
400	2,50	1,95	1,80
500	2,30	1,80	1,70
600	2,10	1,65	1,55

Realizamos las operaciones anteriormente descritas para la intensidad máxima admisible. Los valores obtenidos para cada conductor están expuestos en las hojas Excel de cálculo. Veremos el ejemplo de cómo obtener el conductor **LA- 145**.

Utilizando la fórmula de la intensidad máxima para todos los conductores y diferentes configuraciones, la configuración que más nos interesaría según el método será LA-145.

$$Imax. = \delta * S = 2.77 * 147.1 = 373.74A$$

Siendo esta la máxima intensidad que el conductor puede transportar. Posteriormente hacemos el cálculo de la potencia.

$$Pmax = \sqrt{3} * U * Imax * \cos(\varphi) = \sqrt{3} * 132000 * 373074 * 0.8 = 68.36MW$$

La potencia que se ha obtenido es mayor que 55MW que será nuestra necesidad de transporte. Por tanto, según el criterio, en el archivo Excel se muestra que se puede coger el conductor a partir del LA-145, el cual transmite 68.36MW.

Los cálculos están realizados tanto para doble como para simple circuito y con un conductor por fase. Según este criterio, la mejor configuración posible será LA-145 en doble circuito.

Para el segundo criterio de caída de tensión, tenemos en cuenta el Radio Medio Geométrico. Con este se aplican las siguientes fórmulas.

$$L_k = \frac{1}{Ncir}\left[\frac{\mu}{2*n} + 4.605 * \log\left(\frac{DMG}{R_{eq}}\right)\right] * 10^{-4}$$

$$C_k = N_{cir} * \frac{24.2}{\log\left(\frac{DMG}{R_{eq}}\right) * 10^{-9}}$$

Una vez obtenidos estos parámetros, se realizan los cálculos de caída de tensión para el conductor elegido. Se considera como máximo una caída de tensión de 5% para la fórmula de la potencia.

$$P_{máx} = \frac{10 * U^2 * u\%}{(R_k + X_k * \tan(\varphi)) * L} = \frac{10 * 132^2 * 5}{(0.238 + 0.185 * 0.6197) * 27.858} = 82932.9kW$$

Este es el resultado que nos cumple la potencia que queremos transportar. Lo cumple la configuración **doble circuito con un conductor por fase y LA-145.**

2. CARACTERÍSTICAS DEL AISLAMIENTO

10.3. Tipos de cadenas

10.3.1. Cadenas de suspensión

Las características y especificaciones son en función del tipo de cadena:

Tipo de cadena: Cadena de vidrio y suspensión simple para conductor LA-180 y 132KV de tensión.

Código de cadena: LA-180-132Kv- SUS-SIM-VID

Nº de elementos: 10Uds

Tipo de elementos: U100BS

Longitud: 1538,000 mm

Peso: 39.318daN

Línea de fuga:3150,000 mm

Carga de destrucción electromecánica: 7500,000 daN

10.3.2. Cadenas de suspensión de cruce

Este tipo de cadena solo se usará en apoyos de alineación-suspensión con seguridad reforzada por cruzamiento de accidentes que así lo precisen, como: carreteras, ríos, ramblas, ferrocarril, casas, naves, invernaderos, etc.

En este tipo de línea no hay cadenas de suspensión de cruce.

10.3.3. Cadenas de anclaje-amarre

Doble cadena, cada cadena estará compuesta por:

Tipo de cadena: Cadena de vidrio y anclaje simple para conductor LA-180 y 132KV de tensión.

Código de cadena: LA-180-132KV-ANC-SIM-VID

Nº de elementos: 10 Uds

Tipo de elementos: U100BS

Longitud: 1720,000 mm

Peso: 40,543 daN

Línea de fuga: 3150,000 mm

Carga de destrucción electromecánica: 8500,000 daN

10.3.4. Cadenas de anclaje-amarre de cruce

No hay cadenas de este tipo en la línea de estudio.

3. CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR

10.4. Descripción

El conductor obtenido con el que se proyecta la línea será de Aluminio-Acero de 147.1mm^2 de sección.

Conductor LA-145 (147.1 mm²):

- Designación: LA-145
- Sección (mm²): 147.1
- Diámetro (mm): 15.75
- Carga de rotura (daN): 5410

- Peso (daN/m): 0,5367
- Módulo de elasticidad (daN/mm²): 8036
- Coeficiente de dilatación (°C-1): 0,0000178
- Resistencia kilométrica (Ohm/km): 0,238
- Composición: 30+7

10.5. Cálculo mecánico de los conductores

El trazado de la línea está comprendido entre las cotas 274.72 m. y 740.63 m., por lo que, según el vigente Reglamento un tramo de esta línea se encontrará en ZONA A y otro tramo más largo en ZONA B.

10.6. Constante de catenaria para el trazado de la línea

La constante de catenaria viene definida por la siguiente expresión:

$$C = \frac{T(daN)}{p\left(\frac{daN}{m}\right)}$$

Para el trazado de la línea se deberá utilizar la curva catenaria que produzca las flechas verticales máximas, dichas flechas se producirán en cada zona en las hipótesis que muestra la siguiente tabla:

Zona	Hipótesis
A	- Temperatura considerada con el peso propio del conductor
B	- Temperatura considerada con el peso propio del conductor - 0º más la sobrecarga de hielo
C	- Temperatura considerada con el peso propio del conductor - 0º más la sobrecarga del hielo

Para la hipótesis de temperatura la constante de catenaria se calculará mediante la expresión.

$$C = \frac{T_{50°C}(daN)}{P_{conductor}\left(\frac{daN}{m}\right)}$$

Y para la hipótesis de hielo utilizaremos la ecuación que sigue.

$$C = \frac{T_{0°C} + Hielo(daN)}{P_{HIELO}\left(\frac{daN}{m}\right)}$$

Se escogerá la menor constante de las hipótesis anteriores, que por otra parte será la que produzca una curva más vertical, o más cerrada, que origina unas flechas máximas mayores y tensiones menores. Esta constante es aproximada y posteriormente se calculará la constante real en cada alineación o vano de regulación existentes en la línea. Este valor de la constante de catenaria real en cada alineación figura en la tabla del anexo de cálculos.

10.7. Vano de regulación

Los tramos de línea que se encuentran entre apoyos de amarre-alineación, anclaje-alineación, ángulo-amarre, ángulo-anclaje o final/principio de línea, que proporcionan puntos fuertes a la línea, tramos entre los cuales se encuentran colocados apoyos de alineación-suspensión o ángulo-suspensión, que deben tener las cadenas perfectamente verticales, se deben igualar las componentes horizontales de la tensión en cada uno de los vanos para que estas cadenas no sufran desviación alguna.

Si varían las condiciones de equilibrio aparecen diferencias entre las componentes horizontales de la tensión en los distintos vanos, lo cual queda compensado por la desviación de las cadenas, que en estas condiciones dejan de estar perfectamente en equilibrio. Por tanto, como se puede demostrar las condiciones de equilibrio al modificarse hacen que las componentes horizontales de los vanos que componen la alineación varíen en la misma magnitud, del mismo modo que lo harían las componentes horizontales de un vano con una longitud ficticia denominado vano de regulación. El cálculo de este vano de regulación se realiza para cada una de las alineaciones de las que está compuesta la línea eléctrica, para este cálculo utilizamos la siguiente ecuación.

$$A_r = \frac{\sum \frac{b^3}{a^2}}{\sum \frac{b^2}{a}} * \sqrt{\frac{\sum a^3}{\sum \frac{b^2}{a}}}$$

En donde:

ar = Longitud del vano de regulación en m.

a = Longitud proyectada de cada uno de los vanos que componen el vano de regulación en m.

b = Longitud real de cada uno de los vanos que componen el vano de regulación en m.

10.8. Componente horizontal máxima

Una vez trazada la línea con la constante de catenaria de flechas máximas elegida, se calculan las componentes horizontales máximas para cada una de las alineaciones de las que consta la línea. Para ello utilizaremos la siguiente ecuación.

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

En donde:

T0 = Componente horizontal máxima en daN.

Ta = 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 en daN.

a = Longitud proyectada del vano en m.

b = Longitud real del vano en m.

h = Desnivel del vano en m.

pz = Sobrecarga correspondiente a la zona de cálculo en daN/m.

Esta ecuación se aplicará a cada uno de los vanos que componen cada alineación, escogiendo en cada una de las alineaciones el valor más pequeño de la componente horizontal de la tensión, ya que esta componente horizontal de valor menor dará lugar a tensiones menores y por tanto a flechas verticales mayores.

10.9. Ecuación de cambio de condiciones

Para el cálculo de las tensiones en la línea se utilizará la ecuación de cambio de condiciones.

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

En donde:

δ = Coeficiente de dilatación lineal en $°C^{-1}$

a = Longitud proyectada del vano en m.

t = Temperatura en las condiciones finales de cálculo de la tensión en °C.

t0 = Temperatura de correspondiente a la zona de cálculo en °C.

S = Sección del conductor en mm2.

E = Módulo de elasticidad en daN/mm2.

T = Componente horizontal en las condiciones finales de cálculo en daN.

T_0 = Componente horizontal máxima en cada alineación en daN.

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

p_0 = Sobrecarga correspondiente a la sobrecarga correspondiente a la zona de cálculo en daN/m.

Operando con la ecuación de cambio de condiciones se puede obtener otra ecuación que permita el cálculo de la tensión buscada.

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

Ecuación en la que los coeficientes A y B se pueden obtener fácilmente de la ecuación de cambio de condiciones aplicando las ecuaciones siguientes.

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

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

Resolviendo la ecuación de tercer grado se obtienen tres soluciones, dos imaginarias conjugadas y una tercera real que corresponderá al valor de la tensión en las condiciones de cálculo buscadas.

10.10. Cálculo de flechas

Para el cálculo de flechas se utiliza la longitud real del vano. La ecuación que permite el cálculo de la flecha se obtiene a partir del desarrollo en serie por la fórmula de Mac Laurin de la función.

$$y = C * cosh\frac{X}{C}$$

En donde:

X = Longitud en m.

C = Constante de la catenaria.

Desarrollando esta ecuación por Mac Laurin hasta el tercer término se obtiene la expresión a utilizar para el cálculo de flechas en las hipótesis de cálculo requeridas.

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

En donde:

f = Valor de la flecha en metros.

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

a = Longitud proyectada del vano en metros.

b = Longitud real del vano en metros.

T = Valor de la tensión en las condiciones de cálculo en daN.

El resumen de cálculos de tensiones y flechas, tanto para las hipótesis Reglamentarias, como para la tabla de tendido, figuran en las tablas del anexo de cálculo.

4. CARACTERISTICAS DE LOS APOYOS

10.11. Descripción de los apoyos

Todos los apoyos serán metálicos y galvanizados en caliente, resueltos con fuste en barras atornilladas y cabeza en cuerpo único soldado, según recomendación UNESA 6704-A. Dispuestos para llevar cadenas de aisladores de suspensión en los apoyos de alineación y cadenas de amarre en los ángulos, anclajes y fin de línea. Los apoyos están formados por:

- CABEZA: Prismática de sección cuadrada en campos de 600 mm formando un cuerpo único soldado, taladrada para adosar en diferentes combinaciones de crucetas.

- FUSTE: Tronco piramidal de sección cuadrada, formado por distintos tramos según la altura a conseguir, cada uno se compone de cuatro montantes de longitud máxima de 6 m unidos por celosía sencilla atornillada.

- ARMADO: Se realizan a partir de semicrucetas atornilladas de diferente longitud, lo que permite una amplia variedad de combinaciones.

Las crucetas irán montadas en montaje doble circuito para doble circuito con separación de conductores mínima de 4,00 m y máxima de 7,50 m, por lo que se han establecido separaciones de crucetas que permitan dichas distancias, entre 2,80 m y 3,80 m.

Todos los apoyos irán empotrados en el terreno, mediante macizos de hormigón, calculados para que las condiciones más desfavorables cumplan con los coeficientes de seguridad exigidos en la vigente reglamentación.

10.12. Cálculo mecánico de los apoyos

El cálculo de esfuerzos y posterior dimensionado de barras, se ha realizado con la ayuda del programa de diseño de líneas aéreas por ordenador ANDELEC con su estándar 8.0, concebido específicamente para los cálculos de este tipo estructuras.

El cálculo de apoyos se realiza usando como base el punto 3.5.3 de la ITC-LAT 07, en el que figuran las tablas con hipótesis de cálculo que hay que tener en cuenta para el cálculo de esfuerzos en los distintos tipos de apoyos utilizados en las líneas eléctricas.

Como se sabe, los apoyos metálicos construidos sobre la base de perfiles laminados en los cuales sus características resistentes están determinadas por los esfuerzos que pueden soportar en dos direcciones perpendiculares, que como es lógico coinciden con la dirección de los dos ejes de simetría del apoyo, y a su vez coinciden con la dirección de la línea y su perpendicular.

Si algún esfuerzo a los que se somete el apoyo no coincide con las dos direcciones perpendiculares a las que están sometidas los apoyos, no se podría utilizar la hipótesis de que el esfuerzo se reparte por igual en las caras de apoyo, dando como resultado en los montantes un esfuerzo superior al que estaría sometido el apoyo si dicho esfuerzo tuviera la dirección de alguno de los ejes de simetría. Por tanto, se deberá obtener el esfuerzo equivalente dirigido según el eje de simetría que produzca el mismo esfuerzo aplicado sobre el montante más cargado. Este esfuerzo equivalente se puede calcular con la siguiente expresión.

$$F = F' * \left(\cos(\alpha) + \frac{d1}{d2} * sen(\alpha) \right) = F'x + \frac{d1}{d2} * F'y$$

En donde:

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

F' = Esfuerzo actuante en daN que no se encuentra en la dirección del eje de simetría.

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

Fx' y Fy' = Componentes del esfuerzo en los ejes de simetría del apoyo en daN.

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

En la línea objeto del proyecto se han utilizado apoyos metálicos de sección cuadrada, apoyos en los cuales d1 es igual a d2, por tanto, la ecuación anterior como es fácil de deducir para apoyos metálicos de sección cuadrada queda.

$$F = F'x + F'y$$

10.12.1. Esfuerzos verticales que actúan sobre los apoyos

Para el cálculo de cargas verticales se deberán distinguir dos hipótesis, la de viento y la de hielo, y la opcional de viento y hielo combinadas en líneas de categoría no especial y obligatoria en las de categoría especial, por tanto, para cada una de ellas utilizaremos una ecuación diferente.

La ecuación de viento se utilizará en todas las hipótesis de cálculo de apoyos en la zona A y la primera hipótesis de las zonas B y C. Por el contrario, la ecuación correspondiente a la hipótesis de hielo se utilizará para el cálculo de las hipótesis 2ª, 3ª y 4ª de las hipótesis de cálculo de apoyos reglamentarias para las zonas B y C.

Si la hipótesis de viento más hielo está presente, se utilizará en la segunda correspondiente en las zonas B y C, en las 3ª y 4ª de las líneas de categoría especial.

Veamos las ecuaciones a utilizar en el cálculo de las cargas verticales o permanentes que gravitan sobre el apoyo.

10.12.1.1. HIPÓTESIS DE VIENTO

$$P_c = p * \left(\frac{a1 + a2}{2} + C_v * (\tan(n1) \pm \tan(n2)) \right) + P_{CAD} * N_{CAD}$$

En donde:

P_c = Cargas verticales por conductor y fase en daN.

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

a1 = Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a2 = Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

C_v = Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5ºC, -10 ºC y -15 ºC, en zonas A, B y C respectivamente, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07.

n1 = Pendiente del vano anterior.

n2 = Pendiente del vano posterior.

Se debe recordar en este punto la ecuación de cálculo de la constante de la catenaria.

$$C = \frac{T(daN)}{P\left(\frac{daN}{m}\right)}$$

Que para las condiciones de cálculo de la hipótesis de viento quedará en la siguiente forma.

$$C = \frac{T_v(daN)}{P_v\left(\frac{daN}{m}\right)}$$

En donde:

Cv = Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5ºC, -10 ºC y -15 ºC, en zonas A, B y C respectivamente, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07.

Tv = Componente horizontal de la tensión a la temperatura de -5ºC, -10 ºC y -15 ºC, en zonas A, B y C respectivamente, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07.

pv = Sobrecarga del conductor en las condiciones de viento según el apartado 3.1.5 de la ITCLAT 07.

El valor de la sobrecarga debida a la acción del viento se obtiene utilizando la siguiente ecuación:

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

En donde:

p_v = sobrecarga de viento en daN/m.

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

v = presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1.

Este valor será de $v = 60 * \left(\frac{V_v}{120}\right)^2$ daN/m2 para conductores con un diámetro igual o inferior a 16 mm y $v = 50 * \left(\frac{V_v}{120}\right)^2$ daN/m2 para conductores con un diámetro superior a 16mm.

d = Diámetro en m del conductor.

Para el cálculo de las dos tangentes utilizaremos las siguientes expresiones:

$$\tan(n1) = \frac{h1}{a1}$$

$$\tan(n2) = \frac{h2}{a2}$$

En donde:

a1 = Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a2 = Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

h1 = Desnivel del vano anterior al apoyo en m.

h2 = Desnivel del vano posterior al apoyo en m.

10.12.1.2.

10.12.1.3. HIPÓTESIS DE HIELO

$$P_c = p_h * \left(\frac{a1 + a2}{2} + T_0 * (\tan(n1) \pm \tan(n2))\right) + P_{CAD} * N_{CAD}$$

En donde:

Pc = Cargas verticales por conductor y fase en daN.

p_h = Peso por metro lineal del conductor más la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.

a1 = Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a2 = Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

T0 = Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

n1 = Pendiente del vano anterior.

n2 = Pendiente del vano posterior.

El cálculo de la sobrecarga de hielo se obtiene utilizando las siguientes expresiones para las zonas B y C.

- Zona B:

$$p_h = p + 0.18 * \sqrt{d}$$

En donde:

p_h = Peso por metro lineal del conductor más la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.

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

d = Diámetro del conductor en mm.

- Zona C:

$$p_h = p + 0.36 * \sqrt{d}$$

En donde:

p_h = Peso por metro lineal del conductor más la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.

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

d = Diámetro del conductor en m.

Si se considera la hipótesis adicional de viento más hielo, se utilizará la siguiente ecuación:

$$P_C = p_h * \left(\frac{a1 + a2}{2} + C_{vh} * (\tan(n1) \pm \tan(n2)) \right)$$

En donde:

P_C = Cargas verticales por conductor y fase en daN.

p_h = Peso por metro lineal del conductor más la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.

a1 = Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a2 = Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

C_{vh}= Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -15 ºC y -20 ºC, en zonas B y C respectivamente, y sobrecarga de viento más hielo según el apartado 3.1.2.1 de la ITCLAT 07.

n1 = Pendiente del vano anterior.

n2 = Pendiente del vano posterior.

10.12.1.4. HIPÓTESIS DE VIENTO MÁS HIELO

En esta ocasión la constante de catenaria se tendrá que calcular en las condiciones de viento más hielo según sigue:

$$C = \frac{T_{vh}(daN)}{P_{vh}\left(\frac{daN}{m}\right)}$$

La sobrecarga de viento más hielo, se obtiene como muestra la siguiente ecuación:

$$p_{vh} = \sqrt{p_h^2 + (v * D_{mh})^2}$$

En donde:

p_{vh} = sobrecarga de viento más hielo en daN/m.

p_h = Peso por metro lineal del conductor más la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.

v = presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1.

Este valor será de $v = 60 * \left(\frac{V_v}{120}\right)^2$ daN/m2 para conductores con un diámetro igual o inferior a 16 mm y $v = 50 * \left(\frac{V_v}{120}\right)^2$ daN/m2 para conductores con un diámetro superior a 16mm.

D_{mh}= Diámetro en m del manguito de hielo.

En este caso el diámetro del conductor habrá de sustituirse por el diámetro del manguito de hielo equivalente, con una densidad mínima según ITC-LAT 07 en su punto 3.1.2.1 de 750 daN/m3, para su cálculo se procede de la forma:

$$D_{mh} = \sqrt{d^2 + \frac{4 * p_h}{750 * \pi}}$$

En donde:

D_{mh} = Diámetro en m del manguito de hielo.

p_h = Peso por metro lineal del conductor más la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.

d = Diámetro en m del conductor.

En cualquiera de las dos hipótesis habrá que añadir el valor resultante de cálculo de peso de las cadenas de aisladores completas, por tanto, la carga sobre cruceta por conductor será:

$Pa = Pc + Pcadena$

En donde:

Pa = Peso total sobre cruceta por conductor en daN.

Pc= Cargas verticales por conductor y fase en daN.

Pcadena = Peso total de la cadena de aisladores en daN.

En el peso de la cadena de aisladores se habrá de tener en cuenta la función del apoyo en la línea, para apoyos de alineación solo será necesaria una cadena de aisladores por fase al igual que en el final/principio de línea, por el contrario, para los apoyos de amarre y ángulo serán necesarias dos cadenas por fase. Además, si el apoyo tiene un coeficiente de seguridad reforzado como ocurre por ejemplo cuando se atraviesa una carretera, se debe duplicar según Reglamento el número de cadenas de aisladores por cada fase.

Y por último las cargas verticales totales que gravitan sobre el apoyo se obtendrán aplicando la siguiente ecuación:

$Pt = Pa * n$

En donde:

Pt= Cargas verticales totales sobre el apoyo en daN.

Pa = Peso total sobre cruceta por conductor en daN.

n = Número de conductores de los que consta la línea.

Se ha tomado como criterio de cálculo que la línea está formada por un conductor por fase, con dos circuitos por línea.

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

10.12.2.1. ESFUERZO DEL VIENTO

El esfuerzo del viento se considera que actúa en la dirección perpendicular a la línea eléctrica. La ecuación que permite el cálculo del esfuerzo del viento sobre los conductores es la siguiente.

$$E_v = n * d * v * \frac{a1 + a2}{2} + E_{VCAD} * N_{CAD}$$

En donde:

Ev = Esfuerzo del viento sobre los conductores de la línea en daN.

n = Número de conductores de que consta la línea.

d = Diámetro del conductor en m.

v = presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1.

Este valor será de $v = 60 * \left(\frac{V_v}{120}\right)^2$ daN/m2 para conductores con un diámetro igual o inferior a 16 mm y $v = 50 * \left(\frac{V_v}{120}\right)^2$ daN/m2 para conductores con un diámetro superior a 16mm.

a1 = Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a2 = Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

Evt = Esfuerzo del viento total sobre conductores y aisladores en daN.

Ev = Esfuerzo del viento sobre los conductores de la línea en daN.

Evcadena = Presión del viento sobre la cadena de aisladores en daN.

n = Número de conductores de los que consta la línea.

Esta ecuación es válida para apoyos que tengan sus vanos orientados en la dirección de la línea como en los apoyos de alineación, amarre y final/principio de línea. Pero en los apoyos de ángulo la acción del viento no se produce en la dirección perpendicular a la línea eléctrica, sino que lo hace en la dirección de la bisectriz del ángulo que forma la línea. Por tanto, será necesario en estos casos multiplicar el esfuerzo anterior por un coeficiente modificándose por tanto la ecuación para el cálculo del esfuerzo del viento en la siguiente forma para los apoyos de ángulo.

$$E_{vtangulo} = E_{vt} * \cos\left(\frac{\beta - \alpha}{2}\right)$$

En donde:

$E_{vtangulo}$= Esfuerzo total del viento en el apoyo de ángulo en daN.

E_{vt}= Esfuerzo del viento total sobre conductores y aisladores en daN.

β = Valor del ángulo llano, si se utilizan grados sexagesimales le corresponderá un valor de 180 y si se utilizan grados centesimales le corresponderá un valor de 200.

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

10.12.2.2. DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES

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

$$D_T = \%P * T$$

En donde:

Dt = Esfuerzo producido por el desequilibrio de tracciones en daN.

P = Porcentaje de cálculo según Reglamento en su ITC-LAT 07 en su apartado 3.1.4, este porcentaje será del 8% para tensiones inferiores o iguales a 66 kV y 15% para tensiones superiores a 66 kV en apoyos de alineación y ángulo con cadenas de suspensión, 15% para tensiones inferiores o iguales a 66 kV y 25% para tensiones superiores a 66 kV en apoyos de alineación y ángulo con cadenas de amarre, 100% para apoyos de final/principio de línea y 50% para apoyos de anclaje.

T0 = Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

Los apoyos de amarre, anclaje y ángulo dividen dos alineaciones sucesivas de la línea por lo cual en cada uno de sus lados existe una componente horizontal de la tensión, por tanto, el criterio de cálculo seguido en estos tipos de apoyos es utilizar en la ecuación anterior el valor de la componente horizontal de la tensión máxima mayor de las dos alineaciones sucesivas del apoyo en cuestión, obteniendo así el esfuerzo mayor que se podría producir por desequilibrio de tracciones.

Esta ecuación solo es válida para apoyos metálicos de sección cuadrada que son los utilizados en esta línea.

10.12.2.3. ROTURA DE CONDUCTORES

Según lo indicado anteriormente en esta memoria, si se cumplen las condiciones impuestas en la ITC-LAT 07 en su punto 3.5.3, se podrá prescindir del cálculo del esfuerzo de torsión de rotura de conductores para apoyos de suspensión y amarre. Por el contrario, sí se calculan para los apoyos de anclaje, final/principio de línea en todas las ocasiones.

Como indica el Reglamento en su ITC-LAT 07 apartado 3.1.5, se deberá calcular el esfuerzo de torsión producido por la rotura de un conductor, para calcular el esfuerzo de torsión producido por la rotura de conductores utilizaremos la siguiente expresión.

$$R_C = \%P * T_0$$

Donde:

Rc = Esfuerzo de torsión producido por la rotura de conductores en daN.

P = Porcentaje de cálculo según Reglamento en su ITC-LAT 07 en su apartado 3.1.4, este porcentaje será del 100% para apoyos de final/principio de línea, 100% para apoyos de anclaje, 100% para apoyos de amarre y 50% para apoyos de alineación.

T0 = Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

10.12.2.4. RESULTANTE DE ÁNGULO

En los apoyos de ángulo es necesario calcular la resultante de ángulo para las hipótesis 1ª y 2ª, correspondiente a las condiciones de viento, hielo y en caso de estar presente en viento más hielo. Las ecuaciones de cálculo de la resultante de ángulo son las siguientes.

10.12.2.4.1. HIPÓTESIS DE VIENTO:

En esta ecuación se aplicará en la 1ª hipótesis de la zona A, B y C, así como en la 3ª y 4ª hipótesis de la zona A. La ecuación es la siguiente.

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

En donde:

Rav = Resultante de ángulo en las condiciones de viento en daN.

n = Número de conductores de los que consta la línea.

Tv = Componente horizontal de la tensión a la temperatura de -5ºC, -10 ºC y -15 ºC, en zonas A, B y C respectivamente, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07, en los vanos de regulación anterior y posterior identificados con el subíndice 1 y 2 respectivamente.

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

10.12.2.4.2. HIPÓTESIS DE HIELO:

En este caso la expresión que sigue a continuación será aplicable en la 2ª hipótesis de hielo en las zonas B y C, así como en la 3ª y 4ª hipótesis en líneas de categoría no especial en zonas B y C.

$$R_{ah} = n * \sqrt{\left((T_{h1} + T_{h2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right)^2 + \left((T_{h1} - T_{h2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right)^2}$$

En donde:

Rah = Resultante de ángulo en las condiciones de hielo en daN.

n = Número de conductores de los que consta la línea.

Th = Componente horizontal de la tensión bajo las condiciones de temperatura –15ºC y sobrecarga debida al hielo según zona para la zona B, y –20ºC y sobrecarga debida al hielo según zona para la zona C en daN, en los vanos de regulación anterior y posterior identificados con el subíndice 1 y 2 respectivamente.

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

10.12.2.4.3. HIPÓTESIS DE VIENTO MÁS HIELO:

Si esta hipótesis es considerada en líneas de categoría no especial, se aplicará la ecuación de cálculo en la 2ª hipótesis de viento más hielo en zonas B y C. En líneas de categoría especial, se aplicará además de la anteriormente mencionada de 2ª hipótesis de viento más hielo en la 3ª y 4ª para líneas situadas en zonas B y C.

$$R_{avh} = n * \sqrt{\left((T_{vh1} + T_{vh2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right)^2 + \left((T_{vh1} - T_{vh2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right)^2}$$

En donde:

Rah = Resultante de ángulo en las condiciones de viento más hielo en daN.

n = Número de conductores de los que consta la línea.

Tvh = Componente horizontal de la tensión bajo las condiciones de temperatura –15ºC y sobrecarga debida al viento más hielo según zona para la zona B, y –20ºC y sobrecarga debida al viento más hielo según zona para la zona C en daN, en los vanos de regulación anterior y posterior identificados con el subíndice 1 y 2 respectivamente.

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

10.12.2.5. DESVIACIÓN DE LA CADENA DE AISLADORES EN APOYOS DE ALINEACIÓN-SUSPENSIÓN POR LA ACCIÓN DEL VIENTO

Se debería calcular el ángulo máximo de desviación de la cadena de aisladores de apoyos de suspensión bajo la acción del viento, para que los conductores y sus parten en tensión nunca superen la distancia mínima de los apoyos.

Para el cálculo de esta desviación de las cadenas de aisladores se considerará según ITC-LAT 07 apartado 5.4.2 del Reglamento una presión debida a la mitad de la acción del viento, la ecuación que proporciona el ángulo que se desvían las cadenas de alineación debido a la acción del viento en los apoyos de alineación es la siguiente.

$$\tan(\alpha) = \frac{\frac{v}{2} * d * \frac{a1 + a2}{2} + \frac{E_{vcad}}{2}}{p * \frac{a1 + a2}{2} + T_{vmed} * (\tan(n1) \pm \tan(n2)) + \frac{P_{cadena}}{2}}$$

En donde:

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

d = Diámetro del conductor en m.

v = presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1. Este valor será de 60 daN/m2 para conductores con un diámetro igual o inferior a 16 mm y 50 daN/m2 para conductores con un diámetro superior a 16 mm.

a1 = Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a2 = Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

Tvmed= Componente horizontal de la tensión en las condiciones de temperatura de –5ºC, – 10ºC y –15ºC, para las zonas A, B y C respectivamente y sobrecarga debida a la mitad de la presión del viento, con una velocidad de 120 km/h en daN.

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

n1 = Pendiente del vano anterior.

n2 = Pendiente del vano posterior.

Evcadena = Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores en daN.

Pcadena = Peso de la cadena de aisladores en daN.

10.12.3. Cálculo de esfuerzos que actúan sobre los apoyos

En este apartado se va a tratar el cálculo de los apoyos con sus diferentes hipótesis según fija el Reglamento en su ITC-LAT 07 apartado 3.5.3. Para ello se van a exponer el cálculo de los diferentes tipos de apoyos que fija este artículo del Reglamento.

En estos apartados se van a desarrollar los esfuerzos para el conductor de fase; si la línea estuviera construida con conductor de tierra, los cálculos serían análogos, simplemente con cambiar los parámetros del conductor de tierra por los del conductor de fase.

10.12.3.1. APOYOS DE ALINEACIÓN

10.12.3.1.1. APOYO DE ALINEACIÓN-SUSPENSIÓN

10.12.3.1.1.1. 1ª Hipótesis Viento

La 1ª hipótesis de cálculo es común a las tres zonas de cálculo (A, B y C). En primer lugar, las tablas de la ITC-LAT 07, apartado 3.5.3, indican el cálculo de la vertical. Se debe utilizar la ecuación que permite el cálculo de estas cargas en las condiciones de viento y temperatura de -5ºC, -10ºC y -15ºC, respectivamente en las zonas A, B y C.

$$V_c = p * \left(\frac{a1 + a2}{2} + C_v * (\tan(n1) \pm \tan(n2)) \right) + P_{CAD} * N_{CAD}$$

En donde:

V: Cargas verticales por conductor y fase en daN.

P: Peso por metro lineal del conductor en daN/m.

a_1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

C_V: Contante de catenaria en las condiciones de temperatura -5ºC, -10ºC y -15ºC, en zonas A, B y C respectivamente como mínimo, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07.

n_1: Pendiente del vano anterior.

n_2: Pendiente del vano posterior.

P_{CAD}: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

En cuanto a esfuerzos transversales, la primera hipótesis indica que se debe calcular el esfuerzo correspondiente a la acción del viento sobre conductores y cadena de aisladores, para ello se utilizará la ecuación que se expone seguidamente.

$$T_v = n * d * v * \frac{a1 + a2}{2} + E_{VCAD} * N_{CAD}$$

En donde:

T: Esfuerzo transversal en daN.

d: Diámetro del conductor en m.

v: Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1.

E_{VCAD}: Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores en daN.

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

El esfuerzo longitudinal para esta hipótesis no aplica.

10.12.3.1.1.2. 2ª Hipótesis Hielo

Esta hipótesis solo se calculará para las zonas B y C ya que en la zona A no está presente el hielo. Para los apoyos de alineación solo será necesario calcular el valor del esfuerzo vertical, ya que tanto el esfuerzo transversal como el longitudinal no se aplican, como se indica en la tabla de la ITC-LAT 07 apartado 3.5.3 del Reglamento, por tanto, en este caso se utilizará la ecuación correspondiente a la hipótesis de hielo y que es la siguiente.

$$V_c = p_h * \left(\frac{a1 + a2}{2} + T_h * (\tan(n1) \pm \tan(n2))\right) + P_{CAD} * N_{CAD}$$

En donde:

V: Cargas verticales por conductor y fase en daN.

Ph: Peso por metro lineal del conductor más la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.

a_1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

T_H: Componente horizontal de la tensión en las condiciones de hielo en daN.

n_1: Pendiente del vano anterior.

n_2: Pendiente del vano posterior.

P_{CAD}: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

El esfuerzo transversal y longitudinal no aplican para esta hipótesis de cálculo.

10.12.3.1.1.3. 3ª Hipótesis Desequilibrio de Tracciones

La hipótesis de desequilibrio de tracciones se deberá calcular en las tres zonas de cálculo, pero con valores de temperatura y sobrecarga diferente en cada una de ellas.

En primer lugar, el Reglamento obliga a calcular el esfuerzo vertical. Para la zona A de cálculo se procederá como para la 1ª hipótesis de cálculo, por el contrario, para las zonas B y C se procederá como para la 2º hipótesis de cálculo correspondiente a las condiciones de hielo.

En esta 3ª hipótesis de cálculo se deberá calcular es esfuerzo correspondiente al desequilibrio de tracciones, correspondiente al esfuerzo longitudinal. El porcentaje que fija el Reglamento 3.1.4.1. ITC-LAT 07, cuyo valor es el 8% para líneas con tensión nominal igual o inferior a 66 kV, y el 15% para líneas con tensión superior a 66 kV, por tanto, el esfuerzo resultante por desequilibrio de tracciones para apoyos de alineación será, para el primer tipo de líneas:

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

Y para el segundo tipo:

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

Donde:

L: Esfuerzo longitudinal producido por el desequilibrio de tracciones en daN.

T0: Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

El esfuerzo transversal no aplica para esta hipótesis de cálculo.

10.12.3.1.1.4. 4ª Hipótesis Rotura de Conductores

Se puede prescindir de la 4ª hipótesis en las líneas de tensión nominal hasta 66 kV según la ITC-LAT 07 apartado 3.5.3 del Reglamento cumpliendo las siguientes condiciones.

- Carga de rotura del conductor inferior a 6600 daN.

- Que los conductores tengan un coeficiente de seguridad de tres como mínimo.

- Que el coeficiente de seguridad de los apoyos y cimentaciones en la hipótesis tercera sea el correspondiente a las hipótesis normales.

- Que se instalen apoyos de anclaje cada tres kilómetros como máximo.

De optar por el cálculo de la 4ª hipótesis, el esfuerzo será correspondiente al longitudinal y se deberá realizar su cálculo de acuerdo a la siguiente expresión, con un porcentaje de cálculo del 50 por ciento:

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

Donde:

L: Esfuerzo longitudinal producido por el desequilibrio de tracciones en daN.

T0: Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

El esfuerzo transversal no aplica para esta hipótesis de cálculo.

10.12.3.1.2. APOYO DE ALINEACIÓN-AMARRE

10.12.3.1.2.1. 1ª Hipótesis Viento

La 1ª hipótesis de cálculo es común a las tres zonas de cálculo. En primer lugar, las tablas de la ITC-LAT 07 apartado 3.5.3, obliga al cálculo de los verticales. Seguidamente se utiliza la ecuación que permite el cálculo de estas cargas en las condiciones de viento y temperatura de -5ºC, -10ºC y -15ºC, respectivamente en las zonas A, B y C.

$$V_c = p * \left(\frac{a1 + a2}{2} + C_v * (\tan(n1) \pm \tan(n2)) \right) + P_{CAD} * N_{CAD}$$

Donde:

V: Cargas verticales por conductor y fase en daN.

P: Peso por metro lineal del conductor en daN/m.

a_1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

C_{V1}: Contante de catenaria en las condiciones de temperatura -5ºC, -10ºC y -15ºC, en zonas A, B y C respectivamente como mínimo, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07, en vano de regulación anterior.

C_{V2}: Contante de catenaria en las condiciones de temperatura -5ºC, -10ºC y -15ºC, en zonas A, B y C respectivamente como mínimo, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07, en vano de regulación posterior.

n_1: Pendiente del vano anterior.

n_2: Pendiente del vano posterior.

P_{CAD}: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

En cuanto a esfuerzos transversales, la primera hipótesis indica que se debe calcular el esfuerzo correspondiente a la acción del viento sobre conductores y cadena de aisladores, para lo que se utilizará la siguiente ecuación.

$$T_v = n * d * v * \frac{a1 + a2}{2} + E_{VCAD} * N_{CAD}$$

En donde:

T: Esfuerzo transversal en daN.

d: Diámetro del conductor en m.

v: Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1.

a_1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

E_{VCAD}: Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores en daN.

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

El esfuerzo longitudinal para esta hipótesis no aplica.

10.12.3.1.2.2. 2ª Hipótesis Hielo

Esta hipótesis solo se calculará para las zonas B y C ya que en la zona A no estar presente el hielo. Para los apoyos de alineación solo será necesario calcular el valor del esfuerzo vertical, ya que tanto el esfuerzo transversal como el longitudinal no se aplican en esta hipótesis, como se indica en la tabla de la ITC-LAT 07 apartado 3.5.3 del Reglamento, por tanto, en este caso se utilizará la ecuación correspondiente a la hipótesis de hielo.

$$V_c = p_h * \left(\frac{a1 + a2}{2} + T_h * (\tan(n1) \pm \tan(n2))\right) + P_{CAD} * N_{CAD}$$

Donde:

V: Cargas verticales por conductor y fase en daN.

Ph: Peso por metro lineal del conductor más la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.

a_1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

T_{H1}: Componente horizontal de la tensión en las condiciones de hielo en el vano de regulación anterior en daN.

T_{H2}: Componente horizontal de la tensión en las condiciones de hielo en el vano de regulación posterior en daN.

n_1: Pendiente del vano anterior.

n_2: Pendiente del vano posterior.

P_{CAD}: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

El esfuerzo transversal y longitudinal no aplican para esta hipótesis de cálculo.

10.12.3.1.2.3. 3ª Hipótesis Desequilibrio de Tracciones

La hipótesis de desequilibrio de tracciones se deberá calcular en las tres zonas de cálculo, pero con valores de temperatura y sobrecarga diferente en cada una de ellas.

En primer lugar, el Reglamento obliga a calcular el esfuerzo vertical. Para la zona A de cálculo se procederá como para la 1ª hipótesis de cálculo, por el contrario, para las zonas B y C se procederá como para la 2º hipótesis de cálculo correspondiente a las condiciones de hielo.

En esta 3ª hipótesis de cálculo se deberá calcular el esfuerzo correspondiente al desequilibrio de tracciones, correspondiente al esfuerzo longitudinal. El porcentaje que fija el Reglamento ITC-LAT 07 3.1.4.2, cuyo valor es el 15% para líneas con tensión nominal igual o inferior a 66 kV, y el 25% para líneas con tensión superior a 66 kV, por tanto, el esfuerzo resultante por desequilibrio de tracciones para apoyos de alineación será, para el primer tipo de líneas:

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

Y para el segundo tipo:

$$L = \frac{25}{100} * n * T_0$$

Donde:

L: Esfuerzo longitudinal producido por el desequilibrio de tracciones en daN.

T0: Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

El esfuerzo transversal no aplica para esta hipótesis de cálculo.

10.12.3.1.2.4. 4ª Hipótesis Rotura de Conductores

Se puede prescindir de la 4ª hipótesis en las líneas de tensión nominal hasta 66 kV según la ITC-LAT 07 apartado 3.5.3 del Reglamento cumpliendo las siguientes condiciones.

- Carga de rotura del conductor inferior a 6600 daN.

- Que los conductores tengan un coeficiente de seguridad de tres como mínimo.

- Que el coeficiente de seguridad de los apoyos y cimentaciones en la hipótesis tercera sea el correspondiente a las hipótesis normales.

- Que se instalen apoyos de anclaje cada tres kilómetros como máximo.

De optar por el cálculo de la 4ª hipótesis, el esfuerzo será correspondiente al longitudinal y se deberá realizar su cálculo de acuerdo a la siguiente expresión, con un porcentaje de cálculo del 100 por ciento:

$L = T0$

Donde:

L: Esfuerzo longitudinal producido por el desequilibrio de tracciones en daN.

T0: Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

El esfuerzo transversal no aplica para esta hipótesis de cálculo.

10.12.3.1.3. APOYOS DE ALINEACIÓN-ANCLAJE

10.12.3.1.3.1. 1ª Hipótesis Viento

La hipótesis de viento será aplicable a las tres zonas de cálculo bajo las condiciones fijadas en el Reglamento en su ITC-LAT 07 3.5.3 de sobrecarga correspondiente a la acción del viento y temperatura de –5ºC, -10ºC y -15ºC, respectivamente en las zonas A, B y C. En primer lugar, se tendrán que calcular las cargas permanentes utilizando la ecuación propuesta anteriormente en esta memoria.

$$V_c = p * \left(\frac{a1 + a2}{2} + C_v * (\tan(n1) \pm \tan(n2)) \right) + P_{CAD} * N_{CAD}$$

Donde:

V: Cargas verticales por conductor y fase en daN.

P: Peso por metro lineal del conductor en daN/m.

a_1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

C_{V1}: Contante de catenaria en las condiciones de temperatura -5ºC, -10ºC y -15ºC, en zonas A, B y C respectivamente como mínimo, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07, en vano de regulación anterior.

C_{V2}: Contante de catenaria en las condiciones de temperatura -5ºC, -10ºC y -15ºC, en zonas A, B y C respectivamente como mínimo, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07, en vano de regulación posterior.

n_1: Pendiente del vano anterior.

n_2: Pendiente del vano posterior.

P_{CAD}: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

En esta hipótesis tendremos que calcular el esfuerzo correspondiente a la acción del viento sobre conductores y cadena de aisladores. Para calcular este esfuerzo utilizaremos la ecuación siguiente.

$$T_v = n * d * v * \frac{a1 + a2}{2} + E_{VCAD} * N_{CAD}$$

En donde:

T: Esfuerzo transversal en daN.

d: Diámetro del conductor en m.

v: Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1.

a_1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

E_{VCAD}: Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores en daN.

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

El esfuerzo transversal no aplica para esta hipótesis de cálculo.

10.12.3.1.3.2. 2ª Hipótesis Hielo

Esta hipótesis de cálculo solo será aplicable a las zonas B y C reglamentarias, en la zona A no se tendrá que calcular debido a que en dicha zona no está presente la hipótesis de hielo. En este tipo de apoyos y al igual que sucedía en los apoyos de alineación solo será necesario calcular las cargas permanentes ya que no existe ningún esfuerzo actuante en esta hipótesis. Por tanto, la ecuación para calcular las cargas permanentes será la correspondiente para la hipótesis de hielo.

$$V_c = p_h * \left(\frac{a1 + a2}{2} + T_h * (\tan(n1) \pm \tan(n2))\right) + P_{CAD} * N_{CAD}$$

Donde:

V: Cargas verticales por conductor y fase en daN.

P: Peso por metro lineal del conductor en daN/m.

a_1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

T_{H1}: Componente horizontal de la tensión en las condiciones de hielo en el vano de regulación anterior en daN.

T_{H2}: Componente horizontal de la tensión en las condiciones de hielo en el vano de regulación posterior en daN.

n_1: Pendiente del vano anterior.

n_2: Pendiente del vano posterior.

P_{CAD}: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

El esfuerzo transversal y longitudinal no aplican para esta hipótesis de cálculo.

10.12.3.1.3.3. 3ª Hipótesis Desequilibrio de Tracciones

La presente hipótesis de cálculo deberá realizarse en las tres hipótesis de cálculo, debiendo calcular las cargas permanentes y el esfuerzo por desequilibrio de tracciones.

Las cargas permanentes en el caso de que la línea transcurra por la zona A de cálculo se procederá del mismo modo que para la primera hipótesis de cálculo y para las zonas B y C se calculará de igual forma que para la segunda hipótesis de cálculo.

Para calcular el esfuerzo por desequilibrio de tracciones utilizaremos la expresión propuesta anteriormente, y que según ITC-LAT 07 apartado 3.1.4.3 del Reglamento tiene un porcentaje del 50%.

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

En donde:

L: Esfuerzo longitudinal producido por el desequilibrio de tracciones en daN.

T0: Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

El esfuerzo transversal no aplica para esta hipótesis de cálculo.

10.12.3.1.3.4. 4ª Hipótesis de Rotura de Conductores

Al contrario de lo que sucedía con los dos tipos de apoyos anteriores, para los de amarre o anclaje si será necesario calcular la hipótesis de rotura de conductores en cualquiera de las tres zonas de cálculo reglamentarias. En primer lugar, se tendrán que calcular los esfuerzos verticales. Si la línea transcurre por la zona A se calcularán igual que las correspondientes a la primera hipótesis. Si la línea transcurre por las zonas B y C de cálculo reglamentarias se calcularán igual que las correspondientes a la segunda hipótesis.

Según ITC-LAT 07 apartado 3.1.5.4 del Reglamento será la correspondiente a la rotura de un conductor sin reducción de esfuerzo. Por tanto, la expresión de cálculo quedará.

$L = T0$

En donde:

L: Esfuerzo longitudinal producido por el desequilibrio de tracciones en daN.

T0: Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

El esfuerzo transversal no aplica para esta hipótesis de cálculo.

10.12.3.2. APOYO DE ÁNGULO

10.12.3.2.1. APOYO DE ÁNGULO-SUSPENSIÓN

10.12.3.2.1.1. 1ª Hipótesis Viento

La hipótesis de viento se tendrá que calcular en las tres zonas de cálculo reglamentarias, en las condiciones de –5ºC, -10ºC y -15ºC de temperatura, para las zonas A, B y C y con la sobrecarga correspondiente a la presión del viento.

En primer lugar, según la ITC-LAT 07 3.5.3 del Reglamento se tendrán que calcular los esfuerzos verticales, para ello utilizaremos la ecuación correspondiente a la hipótesis de viento.

$$V_c = p * \left(\frac{a1 + a2}{2} + C_v * (\tan(n1) \pm \tan(n2)) \right) + P_{CAD} * N_{CAD}$$

En donde:

V: Cargas verticales por conductor y fase en daN.

p: Peso por metro lineal del conductor en daN/m.

a_1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

C_V: Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5ºC, -10ºC y -15ºC, en zonas A, B y C respectivamente como mínimo, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07.

n_1: Pendiente del vano anterior.

n_1: Pendiente del vano posterior.

P_{CAD}: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

En los apoyos de ángulo este esfuerzo no se encuentra situado en la perpendicular de la línea, sino que se encuentra situado en la dirección de la bisectriz del ángulo formado por las dos alineaciones, por tanto, será necesario multiplicar por un coeficiente que tenga en cuenta esta desviación de la dirección del esfuerzo, por tanto, el esfuerzo resultante será.

$$E_{vtangulo} = E_{vt} * \cos\left(\frac{\beta - \alpha}{2}\right)$$

En segundo lugar, se tendrá que calcular el esfuerzo correspondiente a la resultante de ángulo, que como se indicó para la hipótesis de viento se puede calcular con la ecuación.

$$R_{av} = n * \sqrt{\left((T_{v1} + T_{v2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right)^2 + \left((T_{v1} - T_{v2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right)^2} + E_{VTANG}$$

El esfuerzo longitudinal no aplica para esta hipótesis de cálculo.

10.12.3.2.1.2. 2ª Hipótesis Hielo

La segunda hipótesis de cálculo para apoyos de ángulo solo será necesario su cálculo en las zonas B y C reglamentarias ya que en la zona A no existe la hipótesis de hielo. En primer lugar, se tendrán que calcular las cargas permanentes aplicando la ecuación correspondiente a las condiciones de hielo.

$$V_c = p_h * \left(\frac{a1 + a2}{2} + T_h * (\tan(n1) \pm \tan(n2))\right) + P_{CAD} * N_{CAD}$$

Donde:

V: Cargas verticales por conductor y fase en daN.

Ph: Peso por metro lineal del conductor más la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.

a_1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

T_0: Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

n_1: Pendiente del vano anterior.

n_2: Pendiente del vano posterior.

P_{CAD}: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

En esta hipótesis se calcula el esfuerzo correspondiente a la resultante de ángulo en las condiciones de hielo.

$$T = n * \sqrt{\left((T_{h1} + T_{h2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right)^2 + \left((T_{h1} - T_{h2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right)^2}$$

El esfuerzo longitudinal no aplica para esta hipótesis de cálculo.

10.12.3.2.1.3. 3ª Hipótesis Desequilibrio de Tracciones

El cálculo de esta hipótesis es necesario en las tres zonas. El cálculo de los esfuerzos verticales se realizará para la zona A como el expuesto para la 1ª hipótesis de cálculo, y para las zonas B y C como el expuesto para la segunda hipótesis de cálculo.

El porcentaje de cálculo a aplicar será el mismo que para los apoyos de alineación-suspensión, fijado por el Reglamento ITC-LAT 07 3.1.4.1, cuyo valor es el 8% para líneas con tensión nominal igual o inferior a 66 kV, y el 15% para líneas con tensión superior a 66 kV. Por tanto, la ecuación de cálculo a utilizar será la propuesta anteriormente en esta memoria de cálculo, que una vez aplicado el porcentaje de cálculo quedará de la siguiente forma. Para el primer tipo de líneas:

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

Y para el segundo tipo:

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

Donde:

T: Esfuerzo transversal en daN.

T0: Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

Si el esfuerzo transversal aplica para esta hipótesis de cálculo, y corresponde a la resultante de ángulo, para la zona A será:

$$T = n * \sqrt{\left((T_{v1} + T_{v2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right)^2 + \left((T_{v1} - T_{v2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right)^2}$$

Y para el caso de apoyos situados en zonas B y C:

$$T = n * \sqrt{\left((T_{h1} + T_{h2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right)^2 + \left((T_{h1} - T_{h2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right)^2}$$

10.12.3.2.1.4. 4ª Hipótesis Rotura de Conductores

Se puede prescindir de la 4ª hipótesis en las líneas de tensión nominal hasta 66 kV según la ITC-LAT 07 apartado 3.5.3 del Reglamento cumpliendo las siguientes condiciones.

- Carga de rotura del conductor inferior a 6600 daN.

- Que los conductores tengan un coeficiente de seguridad de tres como mínimo.

- Que el coeficiente de seguridad de los apoyos y cimentaciones en la hipótesis tercera sea el correspondiente a las hipótesis normales.

- Que se instalen apoyos de anclaje cada tres kilómetros como máximo.

De optar por el cálculo de la 4ª hipótesis, el esfuerzo será correspondiente al longitudinal y se deberá realizar su cálculo de acuerdo a la siguiente expresión, con un porcentaje de cálculo del 50 por ciento:

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

El esfuerzo transversal también se deberá calcular en los apoyos tipo ángulo, aplicando para ello la resultante de ángulo. Los apoyos en zona A deben coincidir con la hipótesis de viento y en las zonas B y C. Habrá que distinguir entre las fases afectadas y no afectadas. Así para las fases no afectadas de la zona tendremos:

$$T = (n-1) * \sqrt{\left((T_{v1} + T_{v2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right)^2 + \left((T_{v1} - T_{v2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right)^2}$$

Y para las afectadas de la zona A, tendremos:

$$T = 0.5 * \sqrt{\left((T_{v1} + T_{v2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right)^2 + \left((T_{v1} - T_{v2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right)^2}$$

De igual forma para las zonas B y C, las ecuaciones a utilizar son:

$$T = (n-1) * \sqrt{\left((T_{h1} + T_{h2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right)^2 + \left((T_{h1} - T_{h2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right)^2}$$

Para las no afectadas, y para las afectadas de las zonas B y C, tendremos:

$$T = 0.5 * \sqrt{\left((T_{h1} + T_{h2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right)^2 + \left((T_{h1} - T_{h2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right)^2}$$

10.12.3.2.2. APOYO DE ÁNGULO-AMARRE

10.12.3.2.2.1. 1ª Hipótesis Viento

La hipótesis de viento se tendrá que calcular en las tres zonas de cálculo reglamentarias, en las condiciones de –5ºC, -10ºC y -15ºC de temperatura, para las zonas A, B y C y con la sobrecarga correspondiente a la presión del viento. En primer lugar, según la ITC-LAT 07 3.5.3 del Reglamento se tendrán que calcular los esfuerzos verticales, para ello utilizaremos la ecuación correspondiente a la hipótesis de viento.

$$V_c = p * \left(\frac{a1 + a2}{2} + C_v * (\tan(n1) \pm \tan(n2))\right) + P_{CAD} * N_{CAD}$$

En donde:

V: Cargas verticales por conductor y fase en daN.

p: Peso por metro lineal del conductor en daN/m.

a_1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

C_{V1}: Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5ºC, -10ºC y -15ºC, en zonas A, B y C respectivamente como mínimo, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07, en el vano de regulación anterior.

C_{V2}: Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5ºC, -10ºC y -15ºC, en zonas A, B y C respectivamente como mínimo, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07, en el vano de regulación posterior.

n_1: Pendiente del vano anterior.

n_2: Pendiente del vano posterior.

P_{CAD}: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

En esta hipótesis se tendrán que calcular dos esfuerzos, el primero es el correspondiente a la acción del viento sobre conductores y cadena de aisladores. Para el cálculo de esfuerzo producido sobre conductores por la acción del viento se utilizará la ecuación propuesta anteriormente.

$$E_v = n * d * v * \frac{a1 + a2}{2} + Evt$$

En los apoyos de ángulo este esfuerzo no se encuentra situado en la perpendicular de la línea, sino que se encuentra situado en la dirección de la bisectriz del ángulo formado por las dos alineaciones, por tanto, será necesario multiplicar por un coeficiente que tenga en cuenta esta desviación de la dirección del esfuerzo, por tanto, el esfuerzo resultante será.

$$E_{vtangulo} = E_{vt} * \cos\left(\frac{\beta - \alpha}{2}\right)$$

En segundo lugar, se tendrá que calcular el esfuerzo correspondiente a la resultante de ángulo, que como se indicó para la hipótesis de viento se puede calcular con la ecuación.

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

Por tanto, al actuar dos esfuerzos en esta hipótesis de cálculo se deberán sumar para obtener el esfuerzo transversal resultante de esta primera hipótesis de cálculo según la siguiente ecuación.

$T = Evtangulo + Rav$

El esfuerzo longitudinal no aplica para esta hipótesis de cálculo.

10.12.3.2.2.2. 2ª Hipótesis Hielo

La segunda hipótesis de cálculo para apoyos de ángulo solo será necesario su cálculo en las zonas B y C reglamentarias ya que en la zona A no existe la hipótesis de hielo. En primer lugar, se tendrán que calcular las cargas permanentes aplicando la ecuación correspondiente a las condiciones de hielo.

$$V_c = p_h * \left(\frac{a1 + a2}{2} + T_h * (\tan(n1) \pm \tan(n2))\right) + P_{CAD} * N_{CAD}$$

En donde:

V: Cargas verticales por conductor y fase en daN.

Ph: Peso por metro lineal del conductor más la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.

a_1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

T_{H1}: Componente horizontal de la tensión en las condiciones de hielo en el vano de regulación anterior en daN.

T_{H2}: Componente horizontal de la tensión en las condiciones de hielo en el vano de regulación posterior en daN.

n_1: Pendiente del vano anterior.

n_2: Pendiente del vano posterior.

P_{CAD}: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

En esta hipótesis se calcular el esfuerzo correspondiente a la resultante de ángulo en las condiciones de hielo, dicha ecuación es.

$$T = n * \sqrt{\left((T_{h1} + T_{h2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right)^2 + \left((T_{h1} - T_{h2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right)^2}$$

El esfuerzo longitudinal no aplica para esta hipótesis de cálculo.

10.12.3.2.2.3. 3ª Hipótesis Desequilibrio de Tracciones

La presente hipótesis será necesario su cálculo en las tres zonas de cálculo. El cálculo de los esfuerzos verticales se realizará para la zona A como el expuesto para la 1ª hipótesis de cálculo y para las zonas B y C como el expuesto para la segunda hipótesis de cálculo.

El porcentaje de cálculo a aplicar será el mismo que para los apoyos de alineación-amarre, el porcentaje que fija el Reglamento ITC-LAT 07 3.1.4.2, cuyo valor es el 15% para líneas con tensión nominal igual o inferior a 66 kV, y el 25% para líneas con tensión superior a 66 kV. Por tanto, la ecuación de cálculo a utilizar será la propuesta anteriormente en esta memoria de cálculo, que una vez aplicado el porcentaje de cálculo quedará de la siguiente forma. Para el primer tipo de líneas:

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

Y para el segundo tipo:

$$L = \frac{25}{100} * n * T_0$$

El esfuerzo transversal si aplica para esta hipótesis de cálculo, y corresponde a la resultante de ángulo, para la zona A será:

$$T = n * \sqrt{\left((T_{v1} + T_{v2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right)^2 + \left((T_{v1} - T_{v2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right)^2}$$

Y para el caso de apoyos situados en zonas B y C:

$$T = n * \sqrt{\left((T_{h1} + T_{h2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right)^2 + \left((T_{h1} - T_{h2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right)^2}$$

10.12.3.2.2.4. 4ª Hipótesis Rotura de Conductores

Se puede prescindir de la 4ª hipótesis en las líneas de tensión nominal hasta 66 kV según la ITC-LAT 07 apartado 3.5.3 del Reglamento cumpliendo las siguientes condiciones.

- Carga de rotura del conductor inferior a 6600 daN.

- Que los conductores tengan un coeficiente de seguridad de tres como mínimo.

- Que el coeficiente de seguridad de los apoyos y cimentaciones en la hipótesis tercera sea el correspondiente a las hipótesis normales.

- Que se instalen apoyos de anclaje cada tres kilómetros como máximo.

De optar por el cálculo de la 4ª hipótesis, el esfuerzo será correspondiente al longitudinal y se deberá realizar su cálculo de acuerdo a la siguiente expresión, con un porcentaje de cálculo del 50 por ciento:

$L = T0$

En donde:

L: Esfuerzo longitudinal producido por la rotura de conductores en daN.

T0: Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

El esfuerzo transversal también se deberá calcular en los apoyos tipo ángulo, aplicando para ellos la resultante de ángulo, los apoyos en zona A deben coincidir con la hipótesis de viento y en las zonas B y C. Habrá que distinguir entre las fases afectadas y no afectadas. Así para las fases no afectadas de la zona tendremos:

$$Tfna = (n-1) * \sqrt{\left((T_{v1} + T_{v2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right)^2 + \left((T_{v1} - T_{v2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right)^2}$$

Y para las afectadas de la zona A, tendremos:

$$Tfa = 0.5 * \sqrt{\left((T_{v1} + T_{v2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right)^2 + \left((T_{v1} - T_{v2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right)^2}$$

De igual forma para las zonas B y C, las ecuaciones a utilizar son:

$$Tf\ na = (n-1) * \sqrt{\left((T_{h1} + T_{h2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right)^2 + \left((T_{h1} - T_{h2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right)^2}$$

Para las no afectas, y para las afectadas de las zonas B y C, tendremos:

$$Tf\ a = 0.5 * \sqrt{\left((T_{h1} + T_{h2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right)^2 + \left((T_{h1} - T_{h2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right)^2}$$

10.12.3.2.3. APOYO DE ÁNGULO-ANCLAJE

10.12.3.2.3.1. 1ª Hipótesis Viento

La hipótesis de viento se tendrá que calcular en las tres zonas de cálculo reglamentarias, en las condiciones de –5ºC, -10ºC y -15ºC de temperatura, para las zonas A, B y C y con la sobrecarga correspondiente a la presión del viento.

En primer lugar, según la ITC-LAT 07 3.5.3 del Reglamento se tendrán que calcular los esfuerzos verticales, para ello utilizaremos la ecuación correspondiente a la hipótesis de viento.

$$V_c = p * \left(\frac{a1 + a2}{2} + C_v * (\tan(n1) \pm \tan(n2))\right) + P_{CAD} * N_{CAD}$$

En donde:

V: Cargas verticales por conductor y fase en daN.

p: Peso por metro lineal del conductor en daN/m

a_1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

C_{V1}: Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5ºC, -10ºC y -15ºC, en zonas A, B y C respectivamente como mínimo, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07, en el vano de regulación anterior.

C_{V2}: Constante de catenaria en condiciones de temperatura -5ºC, -10ºC y -15ºC, en zonas A, B y C respectivamente como mínimo, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07, en el vano de regulación posterior.

n_1: Pendiente del vano anterior.

n_2: Pendiente del vano posterior.

P_{CAD}: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

En esta hipótesis se tendrán que calcular dos esfuerzos, el primero es el correspondiente a la acción del viento sobre conductores y cadena de aisladores. Para el cálculo de esfuerzo producido sobre conductores por la acción del viento se utilizará la ecuación propuesta anteriormente y que es la siguiente.

$$E_v = n * d * v * \frac{a1 + a2}{2} + Ev$$

En los apoyos de ángulo este esfuerzo se encuentra situado en la dirección de la bisectriz del ángulo formado por las dos alineaciones, por tanto, será necesario multiplicar por un coeficiente que tenga en cuenta esta desviación de la dirección del esfuerzo, por tanto, el esfuerzo resultante será.

$$E_{vtangulo} = E_{vt} * \cos\left(\frac{\beta - \alpha}{2}\right)$$

En segundo lugar, se tendrá que calcular el esfuerzo correspondiente a la resultante de ángulo, que como se indicó para la hipótesis de viento se puede calcular con la ecuación.

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

Por tanto, al actuar dos esfuerzos en esta hipótesis de cálculo se deberán sumar para obtener el esfuerzo transversal resultante de esta primera hipótesis de cálculo según la siguiente ecuación.

$T = Evtangulo + Rav$

El esfuerzo longitudinal no aplica para esta hipótesis de cálculo.

10.12.3.2.3.2. 2ª Hipótesis Hielo

La segunda hipótesis de cálculo para apoyos de ángulo solo será necesario su cálculo en las zonas B y C reglamentarias ya que en la zona A no existe la hipótesis de hielo. En primer lugar, se tendrán que calcular las cargas permanentes aplicando la ecuación correspondiente a las condiciones de hielo.

$$V_c = p_h * \left(\frac{a1 + a2}{2} + T_h * (\tan(n1) \pm \tan(n2)) \right)$$

En esta hipótesis se calcular el esfuerzo correspondiente a la resultante de ángulo en las condiciones de hielo, dicha ecuación es.

$$T = n * \sqrt{\left((T_{h1} + T_{h2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right)^2 + \left((T_{h1} - T_{h2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right)^2}$$

El esfuerzo longitudinal no aplica para esta hipótesis de cálculo.

10.12.3.2.3.3. 3ª Hipótesis Desequilibrio de Tracciones

La presente hipótesis será necesario su cálculo en las tres zonas de cálculo. El cálculo de los esfuerzos verticales se realizará para la zona A como el expuesto para la 1ª hipótesis de cálculo y para las zonas B y C como el expuesto para la segunda hipótesis de cálculo.

El porcentaje de cálculo a aplicar será el que fija el Reglamento ITC-LAT 07 3.1.4.3, cuyo valor es el 50. Por tanto, la ecuación de cálculo a utilizar será la propuesta anteriormente en esta memoria de cálculo, que una vez aplicado el porcentaje de cálculo quedará de la siguiente forma:

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

El esfuerzo transversal si aplica para esta hipótesis de cálculo, y corresponde a la resultante de ángulo, para la zona A será:

$$T = n * \sqrt{\left((T_{v1} + T_{v2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right)^2 + \left((T_{v1} - T_{v2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right)^2}$$

Y para el caso de apoyos situados en zonas B y C:

$$T = n * \sqrt{\left((T_{h1} + T_{h2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right)^2 + \left((T_{h1} - T_{h2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right)^2}$$

En donde:

T: Esfuerzo transversal en daN.

T_1: Componente horizontal de la tensión en condiciones de la tercera hipótesis en el vano de regulación anterior al apoyo en daN.

T_2: Componente horizontal de la tensión en condiciones de la tercera hipótesis en el vano de regulación posterior al apoyo en daN.

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

10.12.3.2.3.4. 4ª Hipótesis Rotura de Conductores

Al contrario de lo que sucedía con los dos tipos de apoyos anteriores, para los de anclaje si será necesario calcular la hipótesis de rotura de conductores en cualquiera de las tres zonas de cálculo reglamentarias. En primer lugar, se tendrán que calcular las cargas permanentes. Si la línea transcurre por la zona A se calcularán igual que las correspondientes a la primera hipótesis, y como las correspondientes a la segunda hipótesis si la línea transcurre por las zonas B y C de cálculo reglamentarias.

Según fija ITC-LAT 07 apartado 3.1.5.4 del Reglamento será la correspondiente a la rotura de un conductor sin reducción de esfuerzo. Por tanto, la expresión de cálculo quedará.

$L = T0$

En donde:

L: Esfuerzo longitudinal producido por la rotura de conductores en daN.

T0: Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

El esfuerzo transversal también se deberá calcular en los apoyos tipo ángulo, aplicando para ellos la resultante de ángulo, los apoyos en zona A deben coincidir con la hipótesis de viento y en las zonas B y C. Habrá que distinguir entre las fases afectadas y no afectadas. Así para las fases no afectadas de la zona tendremos:

$$Tf\ na = (n-1) * \sqrt{\left((T_{v1} + T_{v2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right)^2 + \left((T_{v1} - T_{v2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right)^2}$$

Y para las afectadas de la zona A, tendremos:

$$Tf\ a = 0.5 * \sqrt{\left((T_{v1} + T_{v2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right)^2 + \left((T_{v1} - T_{v2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right)^2}$$

De igual forma para las zonas B y C, las ecuaciones a utilizar son:

$$Tf\ na = (n-1) * \sqrt{\left((T_{h1}+T_{h2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right)^2 + \left((T_{h1}-T_{h2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right)^2}$$

Para las no afectas, y para las afectadas de las zonas B y C, tendremos:

$$Tf\ a = 0.5 * \sqrt{\left((T_{h1}+T_{h2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right)^2 + \left((T_{h1}-T_{h2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right)^2}$$

10.12.3.2.4. APOYO DE FINAL/PRINCIPIO DE LÍNEA

10.12.3.2.4.1. 1ª Hipótesis Viento

Como en los demás apoyos la primera hipótesis de cálculo será aplicable en las tres zonas de cálculo, pero en este caso, como ocurría con el apoyo de ángulo, actúan dos esfuerzos simultáneamente como se verá más adelante. En primer lugar, se deberán calcular el esfuerzo vertical debido a la acción del viento sobre conductores y cadenas de aisladores, a la temperatura de –5ºC, -10ºC y -15ºC, para las zonas A, B y C, cuya expresión es la que sigue.

- Apoyo principio de línea:

$$V_c = p * \left(\frac{a2}{2} + C_{v2} * (-\tan(\mathrm{n2}))\right) + P_{CAD} * N_{CAD}$$

- Apoyo final de línea:

$$V_c = p * \left(\frac{a1}{2} + C_{v1} * (\tan(\mathrm{n1}))\right) + P_{CAD} * N_{CAD}$$

En donde:

V: Cargas verticales por conductor y fase en daN.

p: Peso por metro lineal del conductor en daN/m.

a_1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

C_{V1}: Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5ºC, -10ºC y -15ºC, en zonas A, B y C respectivamente como mínimo, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07, en el vano de regulación anterior.

C_{V2}: Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5ºC, -10ºC y -15ºC, en zonas A, B y C respectivamente como mínimo, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07, en el vano de regulación posterior.

n_1: Pendiente de vano anterior.

n_2: Pendiente del vano posterior.

P_{CAD}: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

Como se dijo anteriormente en esta hipótesis se dan simultáneamente dos esfuerzos que son la presión del viento sobre conductores y cadena de aisladores y el desequilibrio de tracciones. En primer lugar, calcularemos el esfuerzo transversal debido a la acción del viento.

$$T_c = n * d * v * \frac{a}{2} + E_{VCAD} * N_{CAD}$$

En donde:

T: Esfuerzo transversal en daN.

d: Diámetro del conductor en m.

v: Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1.

a: Longitud proyectada del vano en m.

E_{VCAD}: Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores en daN.

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

Seguidamente tendremos que calcular el esfuerzo longitudinal por desequilibrio de tracciones, que en este caso de la primera hipótesis se tendrá que calcular bajo las condiciones de –5ºC, -10ºC y -15ºC de temperatura, para las zonas A, B y C y con la sobrecarga correspondiente a la presión del viento, por otra parte el porcentaje a aplicar en este tipo de apoyos según la ITC-LAT 07 apartado 3.1.4.4 del Reglamento será del cien por cien de las tracciones unilaterales de los conductores, así pues la ecuación quedará en la forma.

$$L = \%P * T_0$$

En donde:

L: Esfuerzo longitudinal producido por el desequilibrio de tracciones en daN.

T_0: Componente horizontal máxima de la tensión en la hipótesis en daN.

10.12.3.2.4.2. 2ª Hipótesis Hielo

La segunda hipótesis para el apoyo final/principio de línea difiere un poco de las de los demás apoyos ya que en ella se integra el cálculo del esfuerzo debido al desequilibrio de tracciones. En primer lugar, se tendrá que calcular los esfuerzos verticales que gravitan sobre el apoyo, como en anteriores casos utilizaremos la ecuación propuesta para el caso de la hipótesis de hielo, dicha ecuación es la que sigue.

- Apoyo principio de línea:

$$V_c = p_h * \left(\frac{a2}{2} + T_{H2} * (-\tan(n2))\right) + P_{CAD} * N_{CAD}$$

- Apoyo principio de línea:

$$V_c = p_h * \left(\frac{a1}{2} + T_{H1} * (\tan(n1))\right) + P_{CAD} * N_{CAD}$$

En donde:

V: Cargas verticales por conductor y fase en daN.

ph: Peso por metro lineal del conductor más la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.

1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

T_{H1}: Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5ºC, -10ºC y -15ºC, en zonas A, B y C respectivamente como mínimo, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07, en el vano de regulación anterior.

T_{H2}: Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5ºC, -10ºC y -15ºC, en zonas A, B y C respectivamente como mínimo, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07, en el vano de regulación posterior.

n_1: Pendiente de vano anterior.

n_2: Pendiente del vano posterior.

P_{CAD}: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

Como se ha dicho se tendrá que calcular el esfuerzo longitudinal debido al desequilibrio de tracciones en las zonas B y C ya que en la zona A no está presente la hipótesis de hielo, el porcentaje a aplicar en este caso como marca la ITC-LAT 07 apartado 3.1.4.3 corresponderá al cien por cien de las tracciones unilaterales cuando se rompe un conductor. Por tanto, la ecuación que permite el cálculo del esfuerzo por rotura de conductores será.

$$L = \%P * T0$$

En donde:

L: Esfuerzo longitudinal producido por el desequilibrio de tracciones en daN.

T0: Componente horizontal máxima de la tensión a aplicar en la hipótesis en daN.

El esfuerzo transversal no aplica para esta hipótesis de cálculo.

10.12.3.2.4.3. 3ª Hipótesis Desequilibrio de Tracciones

Esta hipótesis queda anulada en este tipo de apoyos ya que, como se ha visto en anteriores apartados queda integrada dentro de la primera y segunda hipótesis por tanto ya está calculada y el Reglamento prescinde de ella.

10.12.3.2.4.4. 4ª Hipótesis Rotura de Conductores

Esta hipótesis es de obligado cálculo en las tres hipótesis reglamentarias. En primer lugar, se tendrán que calcular los esfuerzos verticales, que para el caso de la zona A se procederá de igual forma que en la primera hipótesis, y para las zonas B y C de igual forma que en la segunda hipótesis de cálculo.

El porcentaje a aplicar en el cálculo de esta hipótesis según dicta el Reglamento en su ITC-LAT 07 apartado 3.1.5.4, es del cien por cien, por tanto, la ecuación a utilizar es la siguiente.

$$L = T0$$

En donde:

L: Esfuerzo de torsión producido por la rotura de conductores en daN.

T0: Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

El número de conductores que actúan sobre el apoyo será de uno, excepto en el caso del montaje tresbolillo que serán dos, ya que al romper el conductor que se encuentra solo en uno de los lados, son dos conductores los que no encuentran equilibrio, por tanto, son los que producen momento de torsión sobre el apoyo, por tanto, en este caso del montaje tresbolillo la rotura de conductores se obtendrá.

$$L = T0 * 2$$

En donde:

L: Esfuerzo de torsión producido por la rotura de conductores en daN.

T0: Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

En el anexo de cálculo, se ilustran los resultados de cálculo para la presente línea, que definen el árbol de cargas específicas, resultantes de las condiciones de trabajo de cada uno de los apoyos utilizados en este proyecto, de los cuales la empresa fabricante suministradora, ha de certificar y garantizar que sus productos elegidos a tal efecto han de cumplir con dichas especificaciones.

10.13. Cimentaciones en los apoyos

10.13.1. Cimentaciones monobloque

Sobre el apoyo se producen dos momentos flectores que debe soportar el macizo de cimentación que sustenta al apoyo. En primer lugar, se produce el momento flector debido a la acción del tiro de conductores y que se calculará mediante la siguiente expresión.

$$Mvc = Ep * Hc$$

En donde:

Mvc = Momento de vuelco debido a la acción del tiro de conductores en daNm.

Ep = Esfuerzo útil del apoyo en daN.

Hc = Altura del punto de aplicación del esfuerzo en metros.

El valor del esfuerzo útil del apoyo se puede sustituir por el esfuerzo máximo de cálculo del apoyo si se estima oportuno. El segundo momento de vuelco que actúa sobre el apoyo es el debido a la acción del viento sobre la superficie del apoyo, que se calculará con la ecuación.

$$M_{VV} = E_{VApoyo} * \left(\frac{H_T}{2} + \frac{2}{3} * h\right)$$

En donde:

Mvv = Momento del vuelco debido a la acción del viento sobre la superficie del apoyo en daNm.

E_{VApoyo} = Esfuerzo producido por el viento sobre la superficie del apoyo en daN.

H_T = Altura de punto de aplicación del esfuerzo del viento sobre la superficie del apoyo en metros.

$h =$ Altura del macizo de cimentación en metros.

Para el cálculo de la cimentación se utiliza el método utilizado por la asociación de ingenieros suizos, el cual se basa en la ecuación de Sulzberger. Según la ITC-LAT 07 apartado 3.6.1 del Reglamento, se fija un coeficiente de seguridad para las hipótesis normales de 1,5.

$$M_{vc} + M_{vv} \leq \frac{M_c}{1.5}$$

En donde:

M_{VC}: Momento de vuelco debido a la acción del tiro de conductores en daNm.

M_{VV}: Momento del vuelco debido a la acción del viento sobre la superficie del apoyo en daNm.

M_{ABS}: Momento estabilizador absorbido por la cimentación en daNm.

Se adopta como forma para el cimiento del apoyo un prisma de sección cuadrada, prolongándose este 20 cm por encima del nivel del terreno de forma que sirva de protección para el apoyo. Por otra parte, se establece un ángulo de giro máximo para el cimiento definido por su tangente de 0,01.

El momento estabilizador del cimiento está formado por dos componentes, el primero es el debido al empotramiento lateral del macizo en el terreno y el segundo es el que ofrece la reacción del terreno debido al peso del macizo de cimentación, apoyos, cables y cadenas de aisladores con sus herrajes correspondientes. Estos dos momentos dan lugar al momento estabilizador de la cimentación según la ecuación de Sulzberger.

$$M_c = 139 * b * h4 * c2 + a^2 * b * (h + 0.2) * 2200 * \left(0.5 - \frac{2}{3} * \sqrt{1.1 * \frac{h}{a} * \frac{1}{10 * c2}}\right)$$

En donde:

Mc = Momento de fallo al vuelco en daNm.

a = Anchura del cimiento en metros.

b = Largo del cimiento en metros.

h = Profundidad del cimiento en metros.

c2 = Coeficiente de compresibilidad del terreno a 2 metros de profundidad en daN/cm3.

10.14. Tierras

Todas las estructuras metálicas de los apoyos, irán unidas directamente a tierra mediante conductores de 100 mm2 de acero y piquetas de acero galvanizadas.

Dada la naturaleza del terreno, y no pudiendo prever la resistencia de difusión de la puesta a tierra que se obtendrá en cada uno de los apoyos, se ha proyectado esta instalación de acuerdo con la ITC-LAT 07 en su apartado 7.

Asimismo, en los apoyos emplazados en zonas de pública concurrencia, las tomas de tierra se dispondrán en anillo cerrado y enterrado alrededor del empotramiento del apoyo, a un metro de distancia de las aristas del macizo de la cimentación.

De esta forma también será ejecutada la instalación de toma de tierra en anillo en aquellos apoyos que soporten elementos de maniobra de cualquier tipo.

Teniendo en cuenta que el sistema de protecciones existente en todas las Subestaciones de esta Empresa suministradora, está concebido de tal forma que los relés de protección están tarados para una intensidad de arranque del 6% de la intensidad nominal del transformador de intensidad y puesto que los transformadores de intensidad usados son los de relación 400/ ó 200/5 A., en el caso más desfavorable, el de relación 400/5 A., el umbral de funcionamiento es de 0,06 x 400 = 24 A.

Como la intensidad de defecto a tierra está limitada a 300 A. en las líneas de distribución (por la resistencia de puesta a tierra del transformador), el 50% de esta intensidad es de 150 A., valor muy superior a los 24 A. de intensidad de arranque del sistema de protecciones.

Teniendo en cuenta todo lo anteriormente expuesto, será totalmente reglamentaria la existencia de resistencias de difusión a tierra con valores superiores a 20Ω en aquellos apoyos que no estén en zonas de pública concurrencia, ni soporten aparatos de maniobra.

5. DISTANCIAS DE SEGURIDAD

10.15. Distancia de los conductores al terreno

Según la ITC-LAT 07 apartado 5.5 del Reglamento, los apoyos deben tener una altura suficiente para que cuando se produzca la flecha máxima vertical de los conductores, queden siempre por encima de cualquier punto del terreno o superficies de agua no navegable, dicha altura mínima viene fijada por la siguiente ecuación:

$$5.3 + D_{el}(metros)$$

En donde:

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. Puede ser tanto interna como externa, cuando se consideran distancias del conductor a la estructura de la torre, como externas, cuando se considera una distancia del conductor a un obstáculo.

Con un mínimo de 6 metros, para el caso del proyecto que nos ocupa será de 6,50 m.

No obstante, se dispondrá de un mínimo de: 11.94 m, en el caso más desfavorable de este proyecto.

10.16. Distancia entre conductores

Viene definida por la longitud del vano. Para cada caso se define, según el programa, la separación de crucetas más adecuada.

El Reglamento de líneas, en su ITC-LAT 07 apartado 5.4, obliga a que la distancia entre conductores y apoyos tiene que ser suficiente para que no exista riesgo de cortocircuito entre fases ni a tierra. Teniendo siempre presentes los efectos de oscilación de los conductores debidos a la acción del viento y al desprendimiento de la nieve que se pueda acumular en la superficie de estos. La expresión que calcula según Reglamento esta distancia mínima entre conductores es la que sigue:

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

En donde:

D = Separación entre conductores en metros.

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

F = Flecha máxima en metros según ITC-LAT 07 apartado 3.2.3 del Reglamento de líneas.

L = Longitud de la cadena de suspensión en metros. En el caso de conductores fijados al apoyo por cadenas de amarre o aisladores fijos esta longitud de cadena será de cero metros.

K' = Coeficiente que depende de la tensión nominal de la línea K'=0,85 para líneas de categoría especial y K'=0,75 para el resto de líneas.

Dpp = Distancia mínima aérea especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido.

Para el cálculo del coeficiente K, se utilizará la siguiente expresión en la zona A:

$$tg\alpha = \frac{V * d}{p}$$

En donde:

v = presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1. Este valor será de 60 daN/m2 para conductores con un diámetro igual o inferior a 16 mm y 50 daN/m2 para conductores con un diámetro superior a 16mm.

d = Diámetro en metros del conductor.

p= Peso del conductor en daN/m.

Y para las zonas B y C:

$$tg\alpha = \frac{V * d}{p_h}$$

En donde:

v = presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1. Este valor será de 60 daN/m2 para conductores con un diámetro igual o inferior a 16 mm y 50 daN/m2 para conductores con un diámetro superior a 16mm.

d = Diámetro en metros del conductor.

Ph= Peso del conductor más el manguito de hilo según zona en daN/m.

Con el valor del ángulo resultante del ángulo de oscilación y utilizando la tabla siguiente extraída de la ITC-LAT 07 apartado 5.4.1 del Reglamento se obtendrá el valor correspondiente para el coeficiente K a aplicar la ecuación del cálculo de la distancia entre conductores.

Ángulo de oscilación	Valores de K	
	Líneas de tensión nominal superior a 30kV	Líneas de tensión nominal igual o inferior a 30kV
Superior a 65º	0.7	0.65
Comprendido entre 40 y 65º	0.65	0.6
Inferior a 40º	0.6	0.55

No obstante, se dispondrá de un mínimo de: 4,00 m, en el caso más desfavorable de este proyecto.

10.17. Distancia de los conductores al apoyo

Los conductores según determina la ITC-LAT 07 apartado 5.4.2 del Reglamento de líneas establece que estos y sus accesorios en tensión no se podrán situar a una distancia mínima inferior a los apoyos en ningún caso inferior a D_{el}, con un mínimo de 0,2 m.

No obstante, se dispondrá de un mínimo de: 0,20 m.

6. CRUZAMIENTOS

En el presente proyecto se efectúan los siguientes cruzamientos en la línea eléctrica aérea de 132 kV:

Cruzamiento nº 99 "Autovías, autopistas" situado a 390,90m del origen.

Entre los apoyos 3 y 2 del presente proyecto se presenta un cruzamiento tipo Autovías, autopistas.

La mínima distancia vertical entre el cruzamiento y el cable inferior, en las condiciones más desfavorables ha de ser superior a:

$$d = 6.3 + D_{el}$$

Con un mínimo de 7 m. Siendo:

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. Puede ser tanto interna, cuando se consideran distancias del conductor a la estructura de la torre, como externas, cuando se considera una distancia del conductor a un obstáculo, en m. ITC-LAT 07, apartado 5.2, tabla 15

El resultado de la ecuación según Reglamento es de 10,50 m. En nuestro caso tendremos 13,34 m.

Cruzamiento nº 99 "Autovías, autopistas" situado a 1514,90m del origen.

Entre los apoyos 6 y 5 del presente proyecto se presenta un cruzamiento tipo Autovías, autopistas.

La mínima distancia vertical entre el cruzamiento y el cable inferior, en las condiciones más desfavorables ha de ser superior a:

$$d = 6.3 + D_{el}$$

Con un mínimo de 7 m. Siendo:

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. Puede ser tanto interna, cuando se consideran distancias del conductor a la estructura de la torre, como externas, cuando se considera

una distancia del conductor a un obstáculo, en m. ITC-LAT 07, apartado 5.2, tabla 15.

El resultado de la ecuación según Reglamento es de 10,50 m. En nuestro caso tendremos 10,50 m.

Cruzamiento nº 4 "Carretera, caminos asfaltados" situado a 6992,15m del origen.

Entre los apoyos 21 y 22 del presente proyecto se presenta un cruzamiento tipo Carretera, caminos asfaltados.

La mínima distancia vertical entre el cruzamiento y el cable inferior, en las condiciones más desfavorables ha de ser superior a:

$$d = 6.3 + D_{el}$$

Con un mínimo de 7 m. Siendo:

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. Puede ser tanto interna, cuando se consideran distancias del conductor a la estructura de la torre, como externas, cuando se considera una distancia del conductor a un obstáculo, en m. ITC-LAT 07, apartado 5.2, tabla 15.

El resultado de la ecuación según Reglamento es de 9,00 m. En nuestro caso tendremos 11,60 m.

Cruzamiento nº 99 "Autovías, autopistas" situado a 8170,80m del origen.

Entre los apoyos 25 y 24 del presente proyecto se presenta un cruzamiento tipo Autovías, autopistas.

La mínima distancia vertical entre el cruzamiento y el cable inferior, en las condiciones más desfavorables ha de ser superior a:

$$d = 6.3 + D_{el}$$

Con un mínimo de 7 m. Siendo:

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. Puede ser tanto interna, cuando se consideran distancias del conductor a la estructura de la torre, como externas, cuando se considera una distancia del conductor a un obstáculo, en m. ITC-LAT 07, apartado 5.2, tabla 15.

El resultado de la ecuación según Reglamento es de 10,50 m. En nuestro caso tendremos 12,47 m.

Cruzamiento nº 12 "Árboles dispersos de todo tipo" situado a 8366,60m del origen.

Entre los apoyos 25 y 26 del presente proyecto se presenta un cruzamiento tipo Árboles dispersos de todo tipo.

La mínima distancia vertical entre el cruzamiento y el cable inferior, en las condiciones más desfavorables ha de ser superior a:

$$d = 1.5 + D_{el}$$

Con un mínimo de 2 m. Siendo:

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. Puede ser tanto interna, cuando se consideran distancias del conductor a la estructura de la torre, como externas, cuando se considera una distancia del conductor a un obstáculo, en m. ITC-LAT 07, apartado 5.2, tabla 15.

El resultado de la ecuación según Reglamento es de 2,70 m. En nuestro caso tendremos 8,07 m.

Cruzamiento nº 99 "Autovías, autopistas" situado a 9457,10m del origen.

Entre los apoyos 29 y 28 del presente proyecto se presenta un cruzamiento tipo Autovías, autopistas.

La mínima distancia vertical entre el cruzamiento y el cable inferior, en las condiciones más desfavorables ha de ser superior a:

$$d = 6.3 + D_{el}$$

Con un mínimo de 7 m. Siendo:

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. Puede ser tanto interna, cuando se consideran distancias del conductor a la estructura de la torre, como externas, cuando se considera una distancia del conductor a un obstáculo, en m. ITC-LAT 07, apartado 5.2, tabla 15.

El resultado de la ecuación según Reglamento es de 10,50 m. En nuestro caso tendremos 13,27 m.

Cruzamiento nº 4 "Carretera, caminos asfaltados" situado a 9880,00m del origen.

Entre los apoyos 30 y 31 del presente proyecto se presenta un cruzamiento tipo Carretera, caminos asfaltados.

La mínima distancia vertical entre el cruzamiento y el cable inferior, en las condiciones más desfavorables ha de ser superior a:

$$d = 6.3 + D_{el}$$

Con un mínimo de 7 m. Siendo:

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. Puede ser tanto interna, cuando se consideran distancias del conductor a la estructura de la torre, como externas, cuando se considera una distancia del conductor a un obstáculo, en m. ITC-LAT 07, apartado 5.2, tabla 15.

El resultado de la ecuación según Reglamento es de 9,00 m. En nuestro caso tendremos 20,30 m.

Cruzamiento nº 4 "Carretera, caminos asfaltados" situado a 10691,60m del origen.

Entre los apoyos 31 y 32 del presente proyecto se presenta un cruzamiento tipo Carretera, caminos asfaltados.

La mínima distancia vertical entre el cruzamiento y el cable inferior, en las condiciones más desfavorables ha de ser superior a:

$$d = 6.3 + D_{el}$$

Con un mínimo de 7 m. Siendo:

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. Puede ser tanto interna, cuando se consideran distancias del conductor a la estructura de la torre, como externas, cuando se considera una distancia del conductor a un obstáculo, en m. ITC-LAT 07, apartado 5.2, tabla 15.

El resultado de la ecuación según Reglamento es de 9,00 m. En nuestro caso tendremos 20,05 m.

Cruzamiento nº 4 "Carretera, caminos asfaltados" situado a 13110,55m del origen.

Entre los apoyos 39 y 40 del presente proyecto se presenta un cruzamiento tipo Carretera, caminos asfaltados.

La mínima distancia vertical entre el cruzamiento y el cable inferior, en las condiciones más desfavorables ha de ser superior a:

$$d = 6.3 + D_{el}$$

Con un mínimo de 7 m. Siendo:

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. Puede ser tanto interna, cuando se consideran distancias del conductor a la estructura de la torre, como externas, cuando se considera una distancia del conductor a un obstáculo, en m. ITC-LAT 07, apartado 5.2, tabla 15.

El resultado de la ecuación según Reglamento es de 9,00 m. En nuestro caso tendremos 15,77 m.

Cruzamiento nº 4 "Carretera, caminos asfaltados" situado a 13566,15m del origen.

Entre los apoyos 40 y 41 del presente proyecto se presenta un cruzamiento tipo Carretera, caminos asfaltados.

La mínima distancia vertical entre el cruzamiento y el cable inferior, en las condiciones más desfavorables ha de ser superior a:

$$d = 6.3 + D_{el}$$

Con un mínimo de 7 m. Siendo:

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. Puede ser tanto interna, cuando se consideran distancias del conductor a la estructura de la torre, como externas, cuando se considera una distancia del conductor a un obstáculo, en m. ITC-LAT 07, apartado 5.2, tabla 15.

El resultado de la ecuación según Reglamento es de 9,00 m. En nuestro caso tendremos 11,27 m.

Cruzamiento nº 4 "Carretera, caminos asfaltados" situado a 13692,65m del origen.

Entre los apoyos 41 y 42 del presente proyecto se presenta un cruzamiento tipo Carretera, caminos asfaltados.

La mínima distancia vertical entre el cruzamiento y el cable inferior, en las condiciones más desfavorables ha de ser superior a:

$$d = 6.3 + D_{el}$$

Con un mínimo de 7 m. Siendo:

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. Puede ser tanto interna, cuando se consideran distancias del conductor a la estructura de la torre, como externas, cuando se considera una distancia del conductor a un obstáculo, en m. ITC-LAT 07, apartado 5.2, tabla 15.

El resultado de la ecuación según Reglamento es de 9,00 m. En nuestro caso tendremos 12,34 m.

Cruzamiento nº 4 "Carretera, caminos asfaltados" situado a 14050,95m del origen.

Entre los apoyos 42 y 43 del presente proyecto se presenta un cruzamiento tipo Carretera, caminos asfaltados.

La mínima distancia vertical entre el cruzamiento y el cable inferior, en las condiciones más desfavorables ha de ser superior a:

$$d = 6.3 + D_{el}$$

Con un mínimo de 7 m. Siendo:

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. Puede ser tanto interna, cuando se consideran distancias del conductor a la estructura de la torre, como externas, cuando se considera una distancia del conductor a un obstáculo, en m. ITC-LAT 07, apartado 5.2, tabla 15.

El resultado de la ecuación según Reglamento es de 9,00 m. En nuestro caso tendremos 11,45 m.

Cruzamiento nº 4 "Carretera, caminos asfaltados" situado a 17285,40m del origen.

Entre los apoyos 52 y 53 del presente proyecto se presenta un cruzamiento tipo Carretera, caminos asfaltados.

La mínima distancia vertical entre el cruzamiento y el cable inferior, en las condiciones más desfavorables ha de ser superior a:

$$d = 6.3 + D_{el}$$

Con un mínimo de 7 m. Siendo:

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. Puede ser tanto interna, cuando se consideran distancias del conductor a la estructura de la torre, como externas, cuando se considera una distancia del conductor a un obstáculo, en m. ITC-LAT 07, apartado 5.2, tabla 15.

El resultado de la ecuación según Reglamento es de 9,00 m. En nuestro caso tendremos 12,92 m.

Cruzamiento nº 7 "Ríos, arroyos, embalses, pantanos, ramblas" situado a 21483,35m del origen.

Entre los apoyos 63 y 64 del presente proyecto se presenta un cruzamiento tipo Ríos, arroyos, embalses, pantanos, ramblas.

La mínima distancia vertical entre el cruzamiento y el cable inferior, en las condiciones más desfavorables ha de ser superior a:

$$d = G + 2.3 + D_{el}$$

Siendo:

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. Puede ser tanto interna, cuando se consideran distancias del conductor a la estructura de la torre, como externas, cuando se considera una distancia del conductor a un obstáculo, en m. ITC-LAT 07, apartado 5.2, tabla 15.

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

El resultado de la ecuación según Reglamento es de 4,70 m. En nuestro caso tendremos 15,79 m.

Cruzamiento nº 5 "Vías de ferrocarril, AVE" situado a 22124,00m del origen.

Entre los apoyos 64 y 65 del presente proyecto se presenta un cruzamiento tipo Vías de ferrocarril sin electrificar.

La mínima distancia vertical entre los conductores de ambas líneas, en las condiciones más desfavorables ha de ser superior a:

$$d = 3.5 + D_{el}$$

Con un mínimo de 4 m. Siendo:

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. Puede ser tanto interna, cuando se consideran distancias del conductor a la estructura de la torre, como externas, cuando se considera una distancia del conductor a un obstáculo, en m. ITC-LAT 07, apartado 5.2, tabla 15.

El resultado de la ecuación según Reglamento es de 4,70 m. En nuestro caso tendremos 10,85 m.

Cruzamiento nº 4 "Carretera, caminos asfaltados" situado a 26942,10m del origen.

Entre los apoyos 77 y 78 del presente proyecto se presenta un cruzamiento tipo Carretera, caminos asfaltados.

La mínima distancia vertical entre el cruzamiento y el cable inferior, en las condiciones más desfavorables ha de ser superior a:

$$d = 6.3 + D_{el}$$

Con un mínimo de 7 m. Siendo:

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. Puede ser tanto interna, cuando se consideran distancias del conductor a la estructura de la torre, como externas, cuando se considera una distancia del conductor a un obstáculo, en m. ITC-LAT 07, apartado 5.2, tabla 15.

El resultado de la ecuación según Reglamento es de 9,00 m. En nuestro caso tendremos 13,18 m.

Cruzamiento nº 4 "Carretera, caminos asfaltados" situado a 27286,70m del origen.

Entre los apoyos 78 y 79 del presente proyecto se presenta un cruzamiento tipo Carretera, caminos asfaltados.

La mínima distancia vertical entre el cruzamiento y el cable inferior, en las condiciones más desfavorables ha de ser superior a:

$$d = 6.3 + D_{el}$$

Con un mínimo de 7 m. Siendo:

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. Puede ser tanto interna, cuando se consideran distancias del conductor a la estructura de la torre, como externas, cuando se considera una distancia del conductor a un obstáculo, en m. ITC-LAT 07, apartado 5.2, tabla 15.

El resultado de la ecuación según Reglamento es de 9,00 m. En nuestro caso tendremos 14,30 m.

Cruzamiento nº 99 "Autovías, autopistas" situado a 27324,00m del origen.

Entre los apoyos 79 y 78 del presente proyecto se presenta un cruzamiento tipo Autovías, autopistas.

La mínima distancia vertical entre el cruzamiento y el cable inferior, en las condiciones más desfavorables ha de ser superior a:

$$d = 6.3 + D_{el}$$

Con un mínimo de 7 m. Siendo:

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. Puede ser tanto interna, cuando se consideran distancias del conductor a la estructura de la torre, como externas, cuando se considera una distancia del conductor a un obstáculo, en m. ITC-LAT 07, apartado 5.2, tabla 15.

El resultado de la ecuación según Reglamento es de 10,50 m. En nuestro caso tendremos 13,78 m.

7. CÁLCULOS ELÉCTRICOS DEL CABLE SUBTERRÁNEO DE ALTA TENSIÓN

Los datos y cálculos eléctricos que se exponen en los siguientes apartados han sido determinados para las zanjas descritas en la memoria, y suponiendo los siguientes parámetros de utilización:

Tensión de servicio (kV):132

Frecuencia de la red (Hz): 50

Resistividad del hormigón (K·m/W): 3000

Temperatura de servicio del conductor (ºC): 90

Temperatura de servicio de la pantalla (ºC): 80

Temperatura final del conductor en el c.c. (ºC): 250

Temperatura final de la pantalla en el c.c. (ºC): 210'

Duración del cortocircuito en la pantalla (s): 0,5

Temperatura del terreno (ºC): 25

10.18. Cálculo de la intensidad máxima admisible en servicio

El cálculo de la intensidad máxima admisible en servicio se realiza según la norma UNE 21-144, "Cálculo de la intensidad admisible en los cables aislados en régimen permanente".

10.18.1. Intensidad Admisible

La intensidad admisible en un cable para corriente alterna puede deducirse de la expresión que da el calentamiento del conductor por encima de la temperatura ambiente. En este caso hemos considerado que la desecación del suelo no existe, ya que se prevé rellenar los cables con un relleno de resistividad térmica controlada.

$$\Delta\theta = \left(I^2 * R + \frac{1}{2} * Wd\right) * T1 + (I^2 * R(1+\lambda) + Wd) * n * T2 + (I^2 * R * (1+\lambda 1+\lambda 2) + Wd) * n * (T3 + T4)$$

donde:

I: es la intensidad de la corriente que circula en un conductor (A);

$\Delta\theta$:es el calentamiento del conductor respecto a la temperatura ambiente (K);

R: es la resistencia del conductor bajo los efectos de la corriente alterna, por unidad de longitud, a su temperatura máxima de servicio (□/m);

Wd: son las pérdidas dieléctricas, por unidad de longitud, del aislamiento que rodea al conductor (W/m)

T1: es la resistencia térmica, por unidad de longitud, entre el conductor y la envolvente (K*m/W);

T2: es la resistencia térmica, por unidad de longitud, del relleno de asiento entre la envolvente y la armadura (K*m/W). En nuestro caso, al ser un cable no armado el valor de esta unidad es 0;

T3: es la resistencia térmica, por unidad de longitud, del revestimiento exterior del cable (K*m/W);

T4: es la resistencia térmica, por unidad de longitud, entre la superficie del cable y el medio circundante (K*m/W);

n: es el número de conductores aislados en servicio en el cable (conductores de la misma sección y transportando la misma carga);

λ1: es la relación de las pérdidas en la cubierta metálica o pantalla con respecto a las pérdidas totales en todos los conductores de ese cable;

λ2: es la relación de las pérdidas en la armadura respecto a las pérdidas totales en todos los conductores de ese cable;

La intensidad de corriente admisible se obtiene de la fórmula anterior como se indica seguidamente:

$$I = \left(\frac{\Delta\theta - Wd * \left(0.5 * T1 + n * (T2 + T3 + T4)\right)}{R * T1 + n * R * (1 + \lambda 1) * T2 + n * R * (1 + \lambda 1 + \lambda 2) * (T3 + T4)} \right)^{0.5}$$

10.18.2. Resistencia del conductor en corriente alterna

La resistencia del conductor, por unidad de longitud, en corriente alterna y a la temperatura máxima de servicio, viene dada por la fórmula siguiente:

$R = R' * (1 + \gamma s + \gamma p)$

donde

R: es la resistencia del conductor con corriente alterna a la temperatura máxima de servicio (Ω/m);

R': es la resistencia del conductor con corriente continua a la temperatura máxima de servicio (Ω/m);

ϒs: es el factor pelicular;

ϒp: es el factor de efecto proximidad;

a. La resistencia del conductor en corriente continua, por unidad de longitud, a su temperatura máxima de servicio, θ, viene dada por:

$R' = R0 * (1 + \alpha 20 * (\theta - 20))$

donde

R0: es la resistencia del conductor con corriente continua a 20ºC

α20: es el coeficiente de variación a 20ºC de la resistividad en función de la temperatura, por Kelvin.

- Para conductores de aluminio se utilizará el valor de 4,03 x 10-3.
- Para conductores de cobre se utilizará el valor de 3,93 x 10-3.

θ: es la temperatura máxima de servicio en grados Celsius para el cable. Se tomarán como temperaturas máximas de servicio los valores de 90ºC para el conductor y 80ºC para la pantalla.

b. El factor de efecto pelicular ϒs viene dado por:

$$\gamma s = \frac{\chi p^4}{192 + 0.8\chi^4}$$

donde

$$\chi s^2 = \frac{8 * \pi * f * 10^{-7}}{R'}$$

f: es la frecuencia de la corriente de alimentación, en hercios (50 Hz);

ks: es un factor. Se tomará el valor de 1 para este factor.

c. El factor de efecto proximidad Yp, viene dado por:

$$Yp = \frac{\chi p^4}{192 + 0.8\chi p^4}\left(\frac{dc}{s}\right)^2 * \left(0.312\left(\frac{dc}{s}\right)^2 + \frac{1.18}{\frac{\chi p^4}{192 + 0.8\chi p^4} + 0.27}\right)$$

donde

$$\chi p^2 = \frac{8 * \pi * f * 10^{-7} * Kp}{R}$$

dc: es el diámetro del conductor;

s: es la distancia entre ejes de los conductores.

kp: es un factor. Se tomará el valor de 1 para este factor.

La resistencia de la pantalla en corriente alterna, se calculará igual que para el conductor, pero con la salvedad de que dc será el diámetro medio de la pantalla. La distancia entre ejes de los conductores será la misma que en el apartado anterior.

10.18.3. Pérdidas dieléctricas

Al ser un cable de corriente alterna, se han de calcular las pérdidas dieléctricas. Las pérdidas dieléctricas, por unidad de longitud y en cada fase, vienen dadas por:

$$Wd = \omega * C * U0^2 * tg\delta\left(\frac{W}{m}\right)$$

donde

ω: es 2 πf

C: es la capacidad por unidad de longitud (F/m);

U0: es la tensión con relación a tierra

tg δ: es el factor de pérdidas del aislamiento a la frecuencia y a la temperatura de servicio. Se tomará el valor de 0,001

La capacidad para los conductores de sección circular viene dada por:

$$C = \frac{\varepsilon}{18 * ln\left(\frac{Di}{dc}\right)} * 10^{-9} \left(\frac{F}{m}\right)$$

donde

ε: es la permisividad relativa del material aislante. Se tomará el valor de 2,5

Di: es el diámetro exterior del aislamiento (con exclusión de la pantalla semiconductora)

dc: es el diámetro del conductor, incluida la pantalla semiconductora.

10.18.4. Factor de pérdidas en la pantalla

Las pérdidas originadas en las pantallas ($\lambda 1$) son debidas a las corrientes de circulación ($\lambda 1'$) y a las corrientes de Foucault ($\lambda 1''$).

Así:

$\lambda 1 = \lambda' 1 + \lambda'' 1$

- Pantallas conectadas directamente a tierra (solidy bonded)

En nuestro caso, utilizaremos esta configuración para calcular la sección de cable necesario para transportar la potencia deseada. Para cables unipolares dispuestos en tresbolillo con las pantallas en cortocircuito en ambas extremidades del circuito, el factor de pérdidas viene dado por:

$\lambda 1 = \lambda' 1$

ya que $\lambda 1'' = 0$, es decir, que las pérdidas por corrientes de Foucault son despreciables.

$$\lambda' 1 = \frac{Rs}{R} * \frac{1}{1 + \left(\frac{Rs}{X}\right)^2}$$

donde

Rs: es la resistencia de la pantalla metálica en ca, por unidad de longitud, a su temperatura máxima de servicio (Ω/m);

X: es la reactancia de la pantalla metálica, por unidad de longitud del cable (Ω/m)

$$X = 2 * \omega * 10^{-7} * \ln\left(\frac{2 * s}{d}\right)$$

ω: es 2 π x frecuencia (1/s);

s: es la distancia entre ejes de conductores en la sección eléctrica longitudinal considerada (mm);

d: es el diámetro medio de la pantalla metálica (mm);

10.18.5. Resistencia térmica entre conductor y la envolvente, T1

La resistencia térmica entre el conductor y la envolvente está dada por:

$$T1 = \frac{\rho t}{2 * \pi} * \ln\left(1 + \left(\frac{2 * t1}{dc}\right)\right)$$

donde

ρt: es la resistividad térmica correspondiente al aislamiento. En nuestro caso su valor es 3,5 K*m/W)

dc: es el diámetro del conductor sin considerar las pantallas semiconductoras (mm);

t1: es el espesor del aislamiento entre conductor y envolvente considerando las pantallas semiconductoras (mm);

10.18.6. Resistencia térmica entre la cubierta y la armadura, T2

En nuestro caso, al ser un cable no armado, el valor de T2 =0.

10.18.7. Resistencia térmica de la cubierta exterior, T3

La resistencia térmica de las cubiertas exteriores T3 está dada por:

$$T3 = \frac{\rho t}{2 * \pi} * \ln\left(1 + \left(\frac{2 * t3}{D'a}\right)\right)$$

donde

t3: es el espesor de la cubierta (mm);

D'a: es el diámetro exterior de la pantalla ubicada inmediatamente debajo (mm);

10.18.8. Resistencia térmica externa, T4

- Cables instalados en tubular hormigonada

En estos casos, La resistencia térmica externa de un cable colocado en un tubo, comprende tres partes:

a. La resistencia térmica del intervalo de aire entre la superficie del cable y la superficie interior del conducto T'4.
b. La resistencia térmica del material que constituye el tubo o conducto T''4.
c. La resistencia térmica entre la superficie exterior del conducto y el medio ambiente T'''4.

El valor de T4 que debe figurar en la ecuación que da la intensidad admisible, será la suma de estos tres términos:

$$T4 = T'4 + T''4 + T'''4$$

Resistencia térmica entre el cable y el conducto o tubo (T'4)

$$T'4 = \frac{U}{1 + 0.1 + (V + Y * \theta m) * De}$$

donde

U, V e Y: son las constantes, dependiendo de los tipos de instalación y cuyos valores se tomarán como U = 5,2; V = 1,1; y Y = 0,011 según las normas UNE-EN 60865 y UNE-EN 60909.

De: es el diámetro exterior del cable (mm);

θm: es la temperatura media del medio que rellena el espacio entre el cable y el tubo. Se elige un valor estimado inicial y se repite el cálculo con un valor corregido, si ello fuera necesario (ºC). Como una aproximación se puede tomar el valor de 65ºC.

Resistencia térmica propia del conducto o tubo (T''4).

La resistencia térmica a través de la pared de un conducto deberá calcularse por la fórmula:

$$T''4 = \frac{1}{2 * \pi} * \rho t * \ln\left(\frac{D0}{Dd}\right)$$

donde

D0: es el diámetro exterior del conducto (mm);

Dd: es el diámetro interior del conducto (mm);

ρt: es la resistividad térmica del material constitutivo del conducto (K*m/W). Se tomará el valor de 3,5.

10.19. Cálculo de la intensidad máxima admisible en cortocircuito en el conductor

El cálculo de la intensidad máxima de cortocircuito en el conductor se realiza según la norma UNE 21-192, "Cálculo de las intensidades de cortocircuito térmicamente admisibles, teniendo en cuenta los efectos del calentamiento no adiabático".

La intensidad de cortocircuito admisible viene dada por la expresión:

$$Icc = \varepsilon * Iad$$

donde

I: es la intensidad de cortocircuito admisible;

Iad: es la intensidad de cortocircuito calculada en una hipótesis adiabática;

ε: es el factor que tiene en cuenta la pérdida de calor en los componentes adyacentes.

10.19.1. Cálculo de la intensidad de cortocircuito adiabático

La fórmula del calentamiento adiabático, se presenta bajo la siguiente forma general:

$$Iad^2 * t = K^2 * S^2 * \ln\left(\frac{\theta f + \beta}{\theta i + \beta}\right)$$

donde

Iad: es la intensidad de cortocircuito (valor eficaz durante el cortocircuito) calculada en una hipótesis adiabática (A);

t: es la duración del cortocircuito (s). Se tomará el valor de 0,5 s.

K: es la constante que depende del material del componente conductor de corriente.

- Para conductores de aluminio se utilizará el valor de 148 $A * \frac{s^{\frac{1}{2}}}{mm^2}$

S: es la sección geométrica del componente conductor de corriente; para los conductores se tomará la sección nominal, y para las pantallas la sección de 1 alambre.

θf: es la temperatura final (ºC). En el conductor se utilizarán 90ºC y en la pantalla se utilizarán 80ºC.

θi: es la temperatura inicial (ºC). En el conductor se utilizarán 250ºC y en la pantalla se utilizarán 210ºC.

β: es la inversa del coeficiente de variación de resistencia con la temperatura del componente conductor de corriente a ºC (K);

- Para conductores de aluminio se utilizará el valor de 228 K

10.19.2. Cálculo del factor no adiabático

La fórmula general de una ecuación empírica para el factor no adiabático es la siguiente:

$$\varepsilon = \sqrt{1 + F * A * \sqrt{\frac{t}{S}} * F^2 * B * \left(\frac{t}{S}\right)}$$

Donde:

F: es el factor que tiene en cuenta la imperfección de los contactos térmicos entre el conductor o los alambres y los materiales metálicos no adyacentes. Se tomará F=0,7 para los conductores y F=0,5 para las pantallas.

A, B: son las constantes empíricas basadas en las características térmicas de los materiales no metálicos adyacentes.

$$A = \frac{2.464}{\sigma c} * \sqrt{\frac{\sigma i}{\rho i}}$$

$$B = \frac{1.22}{\sigma c} * \sqrt{\frac{\sigma i}{\rho i}}$$

donde:

σc: es el calor específico volumétrico del componente conductor de corriente

- Para el cobre se tomará el valor de 3,45 x 106 J/K*m3
- Para el aluminio se tomará el valor de 2,5 x 106 J/K*m3

σi: es el calor específico volumétrico de los materiales no metálicos adyacentes. Se tomará el valor de 2,4 x 106 J/K*m3 (correspondiente al XLPE)

ρi: es la resistividad térmica de los materiales no metálicos adyacentes. Se tomará el valor de 3,5 K*m/w (correspondiente al XLPE)

10.20. Cálculo de la intensidad máxima admisible en cortocircuito en la pantalla

El cálculo de la intensidad máxima de cortocircuito en la pantalla se realiza según la norma UNE 21-192, “Cálculo de las intensidades de cortocircuito térmicamente admisibles, teniendo en cuenta los efectos del calentamiento no adiabático”.

A continuación de detalla la formulación, particularizando para los datos concretos de la línea indicados en la memoria.

Se aplicará el mismo método para el cálculo de la intensidad máxima de cortocircuito en las pantallas. No se considerará la influencia de la lámina metálica adherida a la cubierta del cable ni la influencia de los flejes equipotenciales dispuestos helicoidalmente.

Se calculará para un alambre tomado individualmente y se multiplicará después por el número de alambres para obtener el valor total de la intensidad de cortocircuito. Por lo tanto, se utilizará en todas las fórmulas la sección de un alambre tomado individualmente.

10.21. Cálculo de la caída de tensión

La caída de tensión se determinará mediante la expresión:

$e = \sqrt{3} * In * L*(R * cos\varphi + X * sen\varphi)$

Donde:

In = Intensidad permanente (en A) = $\frac{P}{\sqrt{3}*U*cos\varphi}$

L= Longitud de la línea (en Km)

R = Resistencia óhmica (en ohm/Km)

X=Reactancia inductiva (en ohm/Km)

Cos φ = 0.8

Particularizando para los datos concretos de la línea resulta un valor de caída de tensión de e= 0.74 V

10.22. Cálculos mecánicos

10.22.1. Cálculo de los esfuerzos de tendido del cable subterráneo

Para situar las cámaras de empalme se debe comprobar que el tendido del cable entre las dos cámaras es posible, para lo que se deberá calcular el esfuerzo necesario para el tendido de cables y comprobar que éste es inferior al permitido.

El proceso para calcular el esfuerzo de tendido entre dos cámaras consiste en:

- Dividir la sección de tendido en cuantos tramos distintos sean precisos. Se considerará que un tramo es distinto a otro cuando tengan una o más de las siguientes características:
  - valor de la pendiente;
  - signo de la pendiente (rampa o pendiente propiamente dicha);
  - plano de la curva (horizontal o vertical);
  - valor de la curvatura (radio);
  - si la curva es vertical, sentido de tiro (ascendente o descendente).
- Comenzando por el extremo de entrada del cable en el conducto, en el punto opuesto al de tiro, se van calculando los incrementos de tensión que produce cada tramo, partiendo del valor de la tensión del tramo anterior, hasta llegar al extremo de la sección de tendido en que se efectúa el tiro.

- Se comprobará que la tensión a la salida es menor que la tensión admisible para el cable.

Para calcular el esfuerzo de tracción necesario para la instalación de los cables por el tubo se utilizará un coeficiente de rozamiento de 0,35, coeficiente que estará próximo al real si los tubos están bien alineados y limpios, y el cable bien lubricado.

Las fórmulas que se emplearán para los cálculos descritos serán las siguientes:

- El incremento de tensión (kp) producido en el cable por un tramo recto horizontal es

$$Tr = p * l * \mu$$

siendo l su longitud, en m, p el peso en kp/m, y μ el coeficiente de rozamiento.

- La tensión (kp) a la salida de una curva o codo horizontal es:

$$Ts = (Te + p * r) * e^{\mu\varphi} - p * r$$

Donde

Te= tensión a la entrada, en kp;

r= radio de curvatura, en m;

φ= ángulo central de la curva o codo, en radianes (1 radian ≈ 57,3 grados)

p= peso por unidad de longitud del cable (kg)

μ= coeficiente de rozamiento

- Un tramo recto en rampa o en pendiente, produce un incremento de tensión, de valor:

$$T = p * 1 * (\mu \pm tg\alpha)$$

dónde: + para rampas y – para pendientes

l= longitud de la proyección horizontal del tramo, en m;

α= ángulo de la rampa o la pendiente con la horizontal.

- La tensión Ts(kp) a la salida de una curva o codo vertical es:

$$Ts = Te + e^{\mu\varphi} + \varphi * p * r * \left(\mu * \cos\left(\frac{\varphi}{2}\right) \pm sen\left(\frac{\varphi}{2}\right)\right)$$

dónde: + para sentido ascendente y – para descendente

- Las curvas o codos situados en planos inclinados se asimilarán a planos horizontales o verticales según su mayor similitud a uno u otro caso.

La tabla siguiente muestra los esfuerzos de tiro previstos entre cada dos cámaras de empalme.

Tramo entre cámaras	Kp
1 a 2	2000

2 a 3	1800
3 a 4	1300
…..	

8. CONEXIÓN A SUBESTACIÓN ELÉCTRICA DE 132 KV A 66 KV

Parque de 132kV

10.23. Tensiones nominales normalizadas

Según las instrucciones técnicas complementarias MIE RAT 04, los valores normalizados de tensiones y de tensiones más elevada para el material son los que aparecen en la tabla 13. Según ésta, para el parque de 132kV, corresponde una tensión más elevada para el material de 145 kV.

10.24. Niveles de aislamiento

Según las instrucciones técnicas complementarias MIE RAT 12, los valores normalizados de los niveles de aislamiento de los aparatos de alta tensión, definidos por las tensiones soportadas nominales para distintos tipos de solicitaciones dieléctricas, se separan en tres grupos según los valores de la tensión más elevada para el material:

Grupo A: Tensión mayor de 1kV y menor de 36kV.

Grupo B: Tensión igual o mayor de 36kV y menos de 245kV.

Grupo C: Tensión igual o mayor de 245kV.

Por tanto, para el parque de 132kV, los niveles de aislamiento que se han adoptado, de acuerdo con el MIE-RAT 12, son los que corresponden a materiales del Grupo B para aislamiento pleno.

Para dicho grupo B se deduce que, en el sistema de 132 kV el material soporta permanentemente como tensión más elevada 145 kV eficaces, así como 650 kV cresta a impulsos tipo rayo y 275 kV eficaces a frecuencia industrial.

10.25. Corriente de cortocircuito

Para los cálculos de todos los elementos del parque, se ha establecido como corriente de cortocircuito, una que sea lo suficientemente elevada como para que el diseño sea lo suficiente seguro y fiable. Esta corriente viene establecida por la Norma UNE 60865. En este caso, la corriente de cortocircuito de diseño del parque de 132kV, con un tiempo de despeje de falta de 0,5 segundos, será:

$$I_{CC} = 40\ kA$$

Parque de 66kV

10.26. Tensiones nominales normalizadas

Según las instrucciones técnicas complementarias MIE RAT 04, los valores normalizados de tensiones y de tensiones más elevada para el material son los que aparecen en la tabla 13. Según ésta, para el parque de 66kV, corresponde una tensión más elevada para el material de 72.5 kV.

10.27. Niveles de aislamiento

Según las instrucciones técnicas complementarias MIE RAT 12, los valores normalizados de los niveles de aislamiento de los aparatos de alta tensión, definidos por las tensiones soportadas nominales para distintos tipos de solicitaciones dieléctricas, se separan en tres grupos según los valores de la tensión más elevada para el material:

Grupo A: Tensión mayor de 1kV y menor de 36kV.

Grupo B: Tensión igual o mayor de 36kV y menos de 245kV.

Grupo C: Tensión igual o mayor de 245kV.

Por tanto, para el parque de 66kV, los niveles de aislamiento que se han adoptado, de acuerdo con el MIE-RAT 12, son los que corresponden a materiales del Grupo B para aislamiento pleno.

Para dicho grupo B se deduce que, en el sistema de 66 kV el material soporta permanentemente como tensión más elevada 72.5 kV eficaces, así como 325 kV cresta a impulsos tipo rayo y 275 kV eficaces a frecuencia industrial.

10.27.1. Corriente de cortocircuito

Las corrientes de cortocircuito que puede aparecer en las barras principales del parque de baja tensión, se determinan mediante el cálculo sobre el diagrama unifilar de la subestación utilizando el método por unidad.

En primer lugar, se establecen como potencia y tensión base las de la transformación.

La reactancia de dispersión de cada uno de los transformadores, como se indica en la hoja de características del transformador, es del 12%. Reduciéndolo a su valor por unidad se obtiene.

$$X_{Tp.u.} = X_T * \frac{\frac{V_T}{S_T^2}}{\frac{V_B}{S_B^2}}$$

$$Xequivalente = \frac{Potencia\ a\ transportar}{Potencia\ obtenida\ con\ la\ Icc}$$

La reactancia equivalente total del circuito saldrá de la asociación de las tres reactancias de las que se disponen. Obteniéndose por tanto una potencia de cortocircuito en las barras del parque de baja tensión.

$$S_{CC} = \frac{Potencia}{Reactancia\ equivalente}$$

Y por consiguiente, una corriente de cortocircuito en las barras del secundario:

$$I_{CC} = \frac{Potencia}{\sqrt{3} * Tensión}$$

A pesar de los anteriores valores de cortocircuito obtenidos, para los cálculos de todos los elementos del parque, se ha establecido como corriente de cortocircuito, una que sea lo suficientemente elevada como para que el diseño sea lo suficiente seguro y fiable. Esta corriente viene establecida por la Norma UNE 60865. En este caso, la corriente de cortocircuito de diseño del parque de 66kV, con un tiempo de despeje de falta de 0,5 segundos.

9. Red de tierras

10.28. Criterios de cálculo

Para el diseño de la red de tierras se han seguido las indicaciones establecidas en el reglamento de Condiciones Técnicas Complementarias MIE RAT 13 y la recomendación IEEE Std. 80/2000 y el libro de "Coordinación de aislamiento en redes eléctricas de alta tensión".

La instalación está provista de la malla de tierra principal enterrada diseñada de modo que cubra suficientemente dos finalidades principales: la seguridad del personal que se relacione con la instalación y la provisión de una buena unión con la tierra, que garantice un correcto funcionamiento de las protecciones.

Para los cálculos, se han tenido en cuenta las tensiones máximas de paso y contacto, determinadas mediante la normativa anterior. Para el diseño, se han considerado los parámetros de la parte de la subestación de 132kV, cuyos valores son más restrictivos. A efectos del diseño de la malla de tierra estos son:

Corriente de cortocircuito: La instrucción técnica complementaria MIE RAT 13, establece que, para el cálculo de la red de tierras, se debe utilizar una corriente de cortocircuito un 30% menor que la utiliza para el diseño de la subestación, para tensiones nominales mayores de 100 kV.

$Icc2 = Icc * 0.7$

Tiempo de despeje de falta, t = 1 segundo. (el MIE RAT 13, establece que, a efectos de diseño, el tiempo mínimo debe ser 1 segundo)

10.29. Red de tierras inferiores

10.29.1. Descripción

La red de tierras inferiores está compuesta por una malla de cable de cobre con una sección de 120 mm2. Dicha malla cubre una superficie total de 13800 m2. Los cables interiores de la superficie están separados una distancia de 12 metros en el eje x y de 13,5 metros en el eje y. En total, la longitud de cable de cobre instalado suma 2700 metros. Todas estas características de diseño de la malla aseguran la protección del personal que esté relacionado con la subestación y también garantiza una buena unión a tierra.

En cuanto a las características del terreno en el que estará ubicada la subestación, se ha considerado como resistividad del mismo, un valor de 300 Ωm. Además, en toda la superficie de la subestación se ha establecido una capa de hormigón de 20 cm de espesor, cuya resistividad tiene un valor de 3000 Ωm.

Estos valores de las características del terreno vienen determinados en la instrucción técnica complementaria MIE RAT 13.

10.29.2. Conductor de la red de tierras inferiores

Las características del conductor que se utiliza para la malla de la red de tierras inferiores son las primeras que hay que determinar para el correcto diseño de la misma.

El conductor será un hilo desnudo de cobre. Según MIE RAT 13, la sección mínima de dicho hilo será de 25 mm2.

Para la determinación dicha sección, se utilizará la expresión que indica el estándar IEEE 80, que para conductores de cobre es la siguiente:

$$A = I * \frac{1}{\sqrt{\frac{T_{CAP} * 10^{-4}}{t_c * \alpha_r * \rho_r} * \ln\left(\frac{K_0 + T_m}{K_0 + T_a}\right)}}$$

Siendo:

I=28 kA, la corriente de falta a tierra considerada para el diseño de la malla.

tc =1 segundo, tiempo de despeje de la falta.

Tm = 1084 ºC, la temperatura máxima admisible del conductor.

Ta = 40ºC, la temperatura ambiente.

T_{CAP} = 3,42 K/cm3ºC, la capacidad térmica del conductor

αr = 0,00381 ºC-1, coeficiente térmico de resistividad a 20ºC

ρr = 1,78 μΩ cm; resistencia del conductor a 20ºC

K0 = 262 ºC, inverso del coeficiente térmico de resistividad

10.29.3. Resistencia de puesta a tierra

La resistencia de puesta a tierra se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Rg = \rho(\frac{1}{L} + \frac{1}{\sqrt{20 * A}}(1 + \frac{1}{1 + h\left(\sqrt{\frac{20}{A}}\right)})$$

Siendo:

ρ = 300 Ωm, la resistividad del terreno

L = 2805 m; la longitud del conductor enterrado

h= 0,6 m, la profundidad a la que se entierra el conductor

A = 13800 m2, superficie que ocupa la malla

10.29.4. Cálculos eléctricos. Tensiones de paso y contacto

Para determinar las tensiones de paso contacto máximas admisibles se utilizan las siguientes expresiones, establecidas por la instrucción técnica complementaria MIE RAT 13:

Tensión de paso:

$$Up = 10 * Uca * \left(1 + \frac{2 * R_{a1} + 6 * \rho s}{1000}\right)$$

Tensión de contacto:

$$Uc = Uca * \left(1 + \frac{\frac{R_{a1}}{2} + 1.5 * \rho s}{1000}\right)$$

Siendo,

Uca: Valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta. En nuestro caso 107V

Ra1: Resistencia del calzado. Se suele tomar 2000Ω

ρs= 3000 Ωm, es la resistividad del hormigón.

Además, como para la determinación de las tensiones de paso y contacto de la subestación se va a seguir el procedimiento IEEE 802000, se calcularán las tensiones de paso y contacto máximas que este dictamina.

Según este, las tensiones de paso y contacto máximas serán, para una persona de 70 kg:

$$Vp = (1000 + 6 * Cs * \rho s) * \left(\frac{0.157}{\sqrt{ts}}\right)$$

$$Vc = (1000 + 1.5 * Cs * \rho s) * \left(\frac{0.157}{\sqrt{ts}}\right)$$

Siendo:

$$Cs = 1 - 0.106 * \left(\frac{1 - \left(\frac{\rho}{\rho s}\right)}{2 * hs + 0.106}\right)$$

Donde:

ρ = 300 Ωm, la resistividad del terreno.

ρs = 3000 Ωm, la resistividad de la gravilla.

hs = 0,2 m espesor del hormigón

ts = 0,5 segundos, tiempo de despeje de falta.

Ahora que están determinadas las tensiones de paso y contacto máximas admisibles según las características del terreno y la corriente de falta, se deben calcular las tensiones de paso y contacto propias de la subestación diseñada y comprobar si están por debajo de las máximas admisibles.

Para dicho cálculo se seguirá el procedimiento establecido por IEEE 80-2000.

Utilizando este estándar, se pueden calcular unos valores previstos de tensiones de paso y contacto para unos determinados niveles de falta, y para un diseño previo de la malla de la red de tierras.

Todas las variables que van a influir en el cálculo de las tensiones de paso y contacto relativas a la subestación, son variables referidas a la geometría de la red de tierras, o a propiedades del terreno. Todas ellas van a ser definidas antes de resolver los cálculos de las ecuaciones anteriores:

ρ = 300 Ωm, la resistividad del terreno.

Ic = 28 kA, la corriente de falta

L = 2805 m, es la longitud total del conductor enterrado.

A = 16200 m2, es el área que ocupa la malla enterrada.

Lp = 510 m, es la longitud del perímetro de la malla.

Lx = 120 m, es la longitud máxima de la malla en el eje x.

Ly = 135 m, es la longitud máxima de la malla en el eje y.

Dm = 180,6 m, es la máxima distancia que hay entre puntos de unión de la malla.

D = 12,75 m, es el espacio medio entre los conductores de la malla.

d = 0,0014 m, es el diámetro del conductor.

10.30. Red de tierras superiores

La red de tierras superiores tiene por cometido la captación de las descargas atmosféricas y su conducción a la malla de red inferiores enterrada a 0,6 metros de profundidad, para que pueda ser disipada sin poner en peligro la seguridad del personal ni de la subestación.

Esta está compuesta por un conjunto de hilos de guarda, paralelos a la calle y en unos pararrayos que protegen los equipos de la subestación.

Estos hilos y pararrayos están unidos a la red de tierras inferiores a través de las estructuras metálicas que los soportan.

Las características geométricas del sistema son las siguientes:

Altura del cable de guarda en la zona baja = 11m

Altura del cable de guarda en la zona alta = 16 m

Altura de las barras = 8 m

Altura de las bornas del transformador = 4.5m

Distancia del cable de guarda al transformador = 11 m

Distancia del cable de guarda a la barra = 9 m

Para realizar el estudio se utilizarán las fórmulas propuestas por CIGRE, donde Ys=1n Yc=1.

Estos datos se obtienen al tener una altura del cable y altura de las barras menor a 18 m.

Una vez conseguidos los parámetros, se calcula el apantallamiento del transformador mediante las fórmulas siguientes:

$$rs = rc = rg = 6.4 * I^{0.75}$$

$$a = \sqrt{rs^2 - (rs - h)^2} - \sqrt{rc^2 - (rg - y)^2}$$

De estas ecuaciones, se deja y se despeja todo en función de I. Cuando tenemos este parámetro, podemos calcular Rs, Rc, Rg que son los radios de los cables de guarda.

La intensidad que tiene que descargar un rayo sobre una fase para que se produzca un cebado directo, viene dado por la ecuación:

$$\frac{Id}{2} * Zcaracterística + 145 * \sqrt{2} = Tensión\ cebado\ aisladores$$

Para que se produzca un cebado inverso, se comprueba con la siguiente ecuación

$$\frac{Id}{2} * Zcable\ de\ guarda + 145 * \sqrt{2} = Tensión\ cebado\ aisladores$$

ANEXO Nº 2: CÁLCULO DE TIERRAS EN APOYOS

CÁLCULO DE TIERRAS EN APOYOS

1. CÁLCULO DE TENSIONES DE PASO Y ACCESO DE LOS APOYOS FRECUENTADOS

Para calcular las tensiones de los apoyos frecuentados, nos basamos en el MIE-RAT 13, así como en las normas de UNESA para el cálculo de Kr, Kc, y Kp.

Partiendo de la intensidad de defecto que tenemos y de la impedancia de puesta a tierra, obtenemos según UNESA las siguientes relaciones.

$$Id = \frac{\frac{Ulínea}{\sqrt{3}}}{\sqrt{Xn^2 + (Rt + Rn)^2}}$$

Siendo Xn=20Ω, Rn=40Ω, Ulínea= 132kV

$$Rt = \rho * Kr$$

Kr es sacado de las normas de UNESA según la configuración de nuestro cuadrado o rectángulo de picas. Para nuestros apoyos frecuentados, ponemos las picas por dentro de los apoyos, aunque el mallazo electrosoldado vaya 1 metro por fuera de estos.

La tensión de contacto y de paso que no deben de superar las del reglamento son las siguientes:

$$Uc = \rho * Id * Kc$$

$$Up = \rho * Id * Kp$$

Las tensiones del reglamento de Alta tensión, son las siguientes.

$$Uc = Uca * \left(1 + \frac{Ra1 + 1.5 * \rho s}{1000}\right)$$

$$Up = Upa * \left(1 + \frac{2 * Ra1 + 6 * \rho s}{1000}\right)$$

$$Upacceso = Upa * \left(1 + \frac{3 * Ra1 + 3 * Ra2}{1000}\right)$$

Siendo

Ra1=Resistencia calzado

Ra2= 1.5*Resistividad superficial

Upa= 107 V sacado de la MIE-RAT 13

ρs=resistividad del terreno

Una vez se comprueba que no cumple las tensiones de reglamento, se adoptan medidas como por ejemplo el mallazo electrosoldado.

ANEXO Nº 3: CUADROS DE CÁLCULOS

Cuadro nº 1

Cálculo de conductores de fase - tensiones reglamentarias

Proyecto: MaricarmenMuñozMartínezTFG.pro

Tensiones en daN - Flechas en m

Hipótesis de cálculo para tensiones máximas:

Zona A -5°C+V(140km/h)

Zona B -10°C+V(140km/h), -15°C+H

Zona C -15°C+V(140km/h), -20°C+H

Tramo		Conductor	Zona	Vano	Desnivel	Vano	Const.		E.D.S.		T.H.F.	Tensiones y Flechas									
						Reg.	Caten.	Cálc.	Valor máxi.	Temp.	%	T.máxima viento	T.máxima hielo	T.máxima hielo+viento	T.Viento 1/2 (120km/h)	15ºC+V (120km/h)		0ºC+H		50ºC	
				(m)	(m)	(m)		%	%	ºC		T (daN)	T (daN)	T (daN)	T (daN)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
1-	2	LA-145	B	288	7,50	316	1541	18,74	22,00	10	21,82	2143	2031	———	1380	1655	6,81	1925	6,74	833	6,67
2-	3			338	-9,39												9,38		9,28		9,19
3-	4	LA-145	B	476	4,97	476	1533	16,64	22,00	10	17,72	2134	1970	———	1217	1655	18,62	1916	18,51	824	18,43
4-	5	LA-145	B	224	-5,54	224	1352	17,90	22,00	10	22,50	1927	1858	———	1338	1465	4,65	1723	4,55	723	4,64
5-	6	LA-145	B	453	-4,03	402	1522	17,09	22,00	10	18,71	2119	1974	———	1255	1640	17,01	1902	16,88	818	16,80
6-	7			312	-32,25												8,11		8,04		8,01
7-	8	LA-145	B	334	-8,47	337	1537	18,24	22,00	10	20,84	2138	2016	———	1343	1652	9,18	1920	9,08	829	9,01

8- 9			340	-15,08												9,52		9,42		9,34
9- 10	LA-145	B	370	-4,91	471	1530	16,63	22,00	10	17,74	2130	1968	——	1217	1652	11,26	1912	11,20	822	11,15
10- 11			530	1,60												23,14		23,00		22,91
11- 12			291	27,81												7,04		6,97		6,92
12- 13			378	-9,10												11,83		11,71		11,63
13- 14	LA-145	B	252	-10,63	336	1527	18,08	22,00	10	20,64	2125	2003	——	1332	1642	5,26	1908	5,20	823	5,17
14- 15			387	-10,14												12,40		12,28		12,19
15- 16			312	-18,65												8,07		7,99		7,93
16- 17	LA-145	B	325	-13,47	325	1539	18,50	22,00	10	21,36	2140	2024	——	1363	1653	8,69	1922	8,60	831	8,52
17- 18	LA-145	B	331	3,82	331	1545	18,49	22,00	10	21,27	2148	2029	——	1362	1660	8,97	1930	8,88	834	8,79
18- 19	LA-145	B	228	21,52	262	1460	18,52	22,00	10	22,50	2038	1950	——	1373	1563	4,54	1827	4,46	781	4,47
19- 20			286	-19,98												7,13		7,01		7,03
20- 21			335	7,41												9,23		9,15		9,09
21- 22	LA-145	B	416	10,36	376	1535	17,59	22,00	10	19,56	2136	1999	——	1293	1653	14,24	1918	14,12	827	14,02
22- 23			358	13,90												10,54		10,46		10,39
23- 24			382	11,22												12,00		11,90		11,82
24- 25			315	11,25												8,24		8,14		8,07
25- 26	LA-145	B	300	5,92	294	1526	18,96	22,00	10	22,50	2122	2021	——	1398	1636	7,47	1906	7,38	823	7,32
26- 27			248	0,14												5,11		5,04		5,00
27- 28			299	-6,35												7,42		7,33		7,27
28- 29	LA-145	B	422	-1,86	383	1540	17,58	22,00	10	19,48	2142	2003	——	1292	1658	14,60	1924	14,48	829	14,38
29- 30			326	-10,00												8,71		8,64		8,58
30- 31	LA-145	B	360	-36,61	360	1518	17,52	22,00	10	19,62	2112	1980	——	1290	1633	10,84	1896	10,74	816	10,69

Cuadro nº 1

Cálculo de conductores de fase - tensiones reglamentarias

Proyecto: MaricarmenMuñozMartínezTFG.pro

Tensiones en daN - Flechas en m

Hipótesis de cálculo para tensiones máximas:

Zona A -5°C+V(140km/h)

Zona B -10°C+V(140km/h), -15°C+H

Zona C -15°C+V(140km/h), -20°C+H

Tramo	Conductor	Zona	Vano	Desnivel	Vano Reg.	Const. Caten.	Cálc.	E.D.S. Valor máxi.	Temp.	T.H.F. %	Tensiones y Flechas T.máxima viento	T.máxima hielo	T.máxima hielo+viento	T.Viento 1/2 (120km/h)	15ºC+V (120km/h)		0ºC+H		50ºC	
			(m)	(m)	(m)		%	%	ºC		T (daN)	T (daN)	T (daN)	T (daN)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
31- 32	LA-145	B	519	1,67	519	1531	16,38	22,00	10	17,25	2132	1961	———	1196	1655	22,15	1913	22,04	822	21,96
32- 33	LA-145	B	305	22,92	305	1532	18,82	22,00	10	22,10	2131	2024	———	1387	1645	7,71	1914	7,62	827	7,55
33- 34	LA-145	B	332	23,16	332	1531	18,22	22,00	10	20,89	2130	2010	———	1343	1646	9,12	1913	9,03	825	8,96
34- 35			230	25,76												4,40		4,36		4,32
35- 36	LA-145	B	211	-0,54	320	1528	18,40	22,00	10	21,30	2126	2011	———	1356	1642	3,68	1909	3,64	824	3,62
36- 37			404	-13,59												13,52		13,38		13,28
37- 38			316	-24,31												8,29		8,20		8,14

38- 39	LA-145	B	309	-19,74	309	1535	18,78	22,00	10	21,99	2135	2026	———	1384	1648	7,89	1918	7,80	829	7,73
39- 40	LA-145	B	534	-4,42	534	1528	16,27	22,00	10	17,08	2128	1954	———	1187	1652	23,49	1910	23,38	820	23,31
40- 41			253	-10,29												5,62		5,52		5,55
41- 42	LA-145	B	280	-22,52	256	1445	18,43	22,00	10	22,50	2022	1938	———	1368	1550	6,90	1813	6,78	773	6,81
42- 43			228	-21,61												4,58		4,50		4,52
43- 44	LA-145	B	505	-2,20	505	1532	16,46	22,00	10	17,39	2133	1964	———	1202	1655	20,96	1914	20,85	823	20,78
44- 45	LA-145	B	249	-5,79	269	1477	18,62	22,00	10	22,50	2057	1966	———	1379	1580	5,33	1845	5,25	791	5,25
45- 46			285	-36,13												7,04		6,93		6,93
46- 47	LA-145	B	302	-31,04	302	1524	18,72	22,00	10	22,02	2120	2014	———	1381	1635	7,62	1904	7,53	822	7,47
47- 48	LA-145	B	393	-25,31	393	1526	17,24	22,00	10	18,96	2124	1981	———	1267	1644	12,80	1907	12,69	821	12,63
48- 49	LA-145	B	293	13,85	293	1524	18,95	22,00	10	22,50	2120	2019	———	1398	1635	7,14	1904	7,05	822	7,00
49- 50	LA-145	B	318	18,06	293	1525	18,96	22,00	10	22,50	2121	2020	———	1398	1635	8,42	1905	8,31	823	8,24
50- 51			260	-17,83												5,63		5,56		5,51
51- 52	LA-145	B	497	-37,03	497	1510	16,20	22,00	10	17,13	2103	1936	———	1184	1631	20,66	1887	20,55	810	20,50
52- 53	LA-145	A	223	-7,74	223	1438	18,67	20,00	15	22,50	1969	———	———	1390	1540	4,39	—	—	770	4,33
53- 54			402	-16,56												13,27		—		13,04
54- 55	LA-145	A	332	-18,18	359	1552	17,55	20,00	15	19,20	2113	———	———	1292	1658	9,05	—	—	831	8,90
55- 56			328	-36,53												8,87		—		8,73
56- 57	LA-145	A	409	-4,35	409	1569	17,27	20,00	15	18,52	2141	———	———	1267	1679	13,55	—	—	840	13,34
57- 58			270	-4,15												5,94		—		5,84
58- 59	LA-145	A	398	-13,11	375	1560	17,48	20,00	15	19,00	2125	———	———	1286	1667	12,92	—	—	835	12,71
59- 60			409	-23,28												13,66		—		13,44
60- 61			549	-11,68												24,80		—		24,53

Cuadro nº 1

Cálculo de conductores de fase - tensiones reglamentarias

Proyecto: MaricarmenMuñozMartínezTFG.pro

Tensiones en daN - Flechas en m

Hipótesis de cálculo para tensiones máximas:

Zona A: -5°C+V(140km/h)

Zona B: -10°C+V(140km/h), -15°C+H

Zona C: -15°C+V(140km/h), -20°C+H

Tramo	Conductor	Zona	Vano	Desnivel	Vano	Const.		E.D.S.	T.H.F.		Tensiones y Flechas									
					Reg.	Caten.	Cálc.	Valor	Temp.		T.máxima	T.máxima	T.máxima	T.Viento 1/2	15ºC+V		0ºC+H		50ºC	
								máxi.		%	viento	hielo	hielo+viento	(120km/h)	(120km/h)					
			(m)	(m)	(m)		%	%	ºC		T (daN)	T (daN)	T (daN)	T (daN)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
61- 62	LA-145	A	397	-16,06	451	1540	16,59	20,00	15	17,52	2113	———	———	1215	1654	12,96	—	—	824	12,82
62- 63			267	-34,70												5,90		—		5,84
63- 64	LA-145	A	533	-2,97	533	1547	16,28	20,00	15	16,93	2129	———	———	1188	1666	23,21	—	—	828	23,01
64- 65	LA-145	A	480	3,00	480	1556	16,62	20,00	15	17,46	2135	———	———	1216	1672	18,75	—	—	833	18,55
65- 66	LA-145	A	362	20,25	429	1551	16,87	20,00	15	17,95	2123	———	———	1237	1663	10,72	—	—	830	10,59
66- 67			474	18,73												18,39		—		18,16
67- 68	LA-145	A	294	9,79	294	1600	19,33	20,00	15	22,17	2146	———	———	1423	1690	6,95	—	—	856	6,76

68- 69	LA-145	A	375	16,12	412	1561	17,13	20,00	15	18,35	2132	———	———	1257	1671	11,45	—	—	835	11,28
69- 70			441	12,02												15,83		—		15,60
70- 71	LA-145	A	307	18,65	334	1577	18,25	20,00	15	20,31	2134	———	———	1344	1677	7,65	—	—	844	7,49
71- 72			355	17,45												10,23		—		10,01
72- 73	LA-145	A	526	28,85	487	1533	16,31	20,00	15	17,08	2108	———	———	1193	1649	22,86	—	—	820	22,65
73- 74			434	15,19												15,54		—		15,40
74- 75	LA-145	A	204	8,60	204	1381	18,37	20,00	15	22,50	1911	———	———	1374	1490	3,80	—	—	739	3,77
75- 76	LA-145	A	427	-4,51	389	1572	17,49	20,00	15	18,91	2140	———	———	1285	1679	14,77	—	—	841	14,52
76- 77			333	-8,98												8,98		—		8,83
77- 78	LA-145	A	368	-8,93	365	1574	17,78	20,00	15	19,43	2138	———	———	1308	1678	10,97	—	—	842	10,77
78- 79			362	-13,61												10,62		—		10,43

Cuadro nº 2

Cálculo de conductor de tierra 1 - tensiones reglamentarias

Proyecto: MaricarmenMuñozMartínezTFG.pro

Tensiones en daN - Flechas en m

Hipótesis de cálculo para tensiones máximas:

Zona A -5°C+V(140km/h)

Zona B -10°C+V(140km/h), -15°C+H

Zona C -15°C+V(140km/h), -20°C+H

Tramo		Conductor	Zona	Vano	Desnivel	Vano	Const.		E.D.S.		T.H.F.	Tensiones y Flechas									
						Reg.	Caten.	Cálc.	Valor máxi.	Temp.	%	T.máxima viento	T.máxima hielo	T.máxima hielo+viento	-5ºC+½ V (120km/h)	15ºC+V (120km/h)		0ºC+H		50ºC	
				(m)	(m)	(m)		%	%	ºC		T (daN)	T (daN)	T (daN)	T (daN)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
1-	2	F.Óptica ACST16	B	288	7,50	316	1921	18,61	22,00	10	22,50	2646	2581	———	1951	2090	5,37	2425	5,40	1151	4,99
2-	3			338	-9,39												7,40		7,44		6,87
3-	4	F.Óptica ACST16	B	476	4,97	476	2218	19,79	22,00	10	22,50	3045	2924	———	2069	2428	12,64	2801	12,78	1343	11,68
4-	5	F.Óptica ACST16	B	224	-5,54	224	1706	17,71	22,00	10	22,50	2363	2339	———	1867	1840	3,69	2154	3,68	996	3,49
5-	6	F.Óptica ACST16	B	453	-4,03	402	2091	19,30	22,00	10	22,50	2873	2776	———	2019	2284	12,17	2639	12,28	1264	11,25

6- 7			312	-32,25												5,80		5,85		5,36
7- 8	F.Óptica ACST16	B	334	-8,47	337	1965	18,79	22,00	10	22,50	2705	2632	——	1969	2141	7,06	2481	7,10	1182	6,54
8- 9			340	-15,08												7,32		7,37		6,78
9- 10	F.Óptica ACST16	B	370	-4,91	471	2210	19,76	22,00	10	22,50	3034	2915	——	2066	2419	7,66	2790	7,75	1338	7,08
10- 11			530	1,60												15,73		15,91		14,54
11- 12			291	27,81												5,38		5,42		4,99
12- 13			378	-9,10												9,05		9,11		8,39
13- 14	F.Óptica ACST16	B	252	-10,63	336	1963	18,78	22,00	10	22,50	2703	2630	——	1968	2138	4,02	2478	4,05	1180	3,73
14- 15			387	-10,14												9,49		9,55		8,79
15- 16			312	-18,65												6,17		6,21		5,72
16- 17	F.Óptica ACST16	B	325	-13,47	325	1940	18,69	22,00	10	22,50	2672	2603	——	1958	2112	6,78	2449	6,82	1165	6,29
17- 18	F.Óptica ACST16	B	331	3,82	331	1952	18,74	22,00	10	22,50	2688	2617	——	1963	2126	6,98	2465	7,02	1173	6,47
18- 19	F.Óptica ACST16	B	228	21,52	262	1799	18,10	22,00	10	22,50	2485	2443	——	1903	1948	3,63	2271	3,63	1065	3,39
19- 20			286	-19,98												5,70		5,70		5,33
20- 21			335	7,41												6,81		6,87		6,30
21- 22	F.Óptica ACST16	B	416	10,36	376	2043	19,11	22,00	10	22,50	2810	2722	——	2000	2230	10,51	2580	10,60	1234	9,72
22- 23			358	13,90												7,79		7,85		7,20
23- 24			382	11,22												8,86		8,94		8,20
24- 25			315	11,25												6,61		6,63		6,15
25- 26	F.Óptica ACST16	B	300	5,92	294	1872	18,41	22,00	10	22,50	2581	2526	——	1931	2033	5,99	2363	6,01	1117	5,58
26- 27			248	0,14												4,09		4,11		3,81

27- 28			299	-6,35														5,95		5,97		5,54
28- 29	F.Óptica ACST16	B	422	-1,86	383	2056	19,16	22,00	10	22,50	2827	2737	——	2005	2245	10,74	2596	10,83	1242	9,93
29- 30			326	-10,00														6,41		6,47		5,93
30- 31	F.Óptica ACST16	B	360	-36,61	360	2011	18,98	22,00	10	22,50	2767	2685	——	1987	2194	8,04	2539	8,10	1213	7,44

Cuadro nº 2

Cálculo de conductor de tierra 1 - tensiones reglamentarias

Proyecto: MaricarmenMuñozMartínezTFG.pro

Tensiones en daN - Flechas en m

Hipótesis de cálculo para tensiones máximas:

Zona A -5°C+V(140km/h)

Zona B -10°C+V(140km/h), -15°C+H

Zona C -15°C+V(140km/h), -20°C+H

Tramo	Conductor	Zona	Vano	Desnivel	Vano	Const.		E.D.S.		T.H.F.	Tensiones y Flechas									
					Reg.	Caten.	Cálc.	Valor máxi.	Temp.	%	T.máxima viento	T.máxima hielo	T.máxima hielo+viento	-5ºC+½ V (120km/h)		15ºC+V (120km/h)		0ºC+H		50ºC	
			(m)	(m)	(m)		%	%	ºC		T (daN)	T (daN)	T (daN)	T (daN)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
31- 32	F.Óptica ACST16	B	519	1,67	519	2285	20,03	22,00	10	22,50	3135	3001	———	2094	2502	14,58	2884	14,75	1383	13,49
32- 33	F.Óptica ACST16	B	305	22,92	305	1897	18,51	22,00	10	22,50	2615	2554	———	1941	2062	6,12	2394	6,15	1135	5,69
33- 34	F.Óptica ACST16	B	332	23,16	332	1955	18,75	22,00	10	22,50	2691	2620	———	1964	2129	7,03	2467	7,07	1175	6,51
34- 35			230	25,76												3,43		3,45		3,18
35- 36	F.Óptica ACST16	B	211	-0,54	320	1930	18,65	22,00	10	22,50	2658	2591	———	1954	2100	2,87	2436	2,88	1158	2,66

36- 37			404	-13,59												10,53		10,59		9,77
37- 38			316	-24,31												6,46		6,49		5,99
38- 39	F.Óptica ACST16	B	309	-19,74	309	1906	18,55	22,00	10	22,50	2626	2564	——	1945	2072	6,25	2406	6,28	1141	5,81
39- 40	F.Óptica ACST16	B	534	-4,42	534	2307	20,11	22,00	10	22,50	3165	3027	——	2102	2527	15,29	2912	15,47	1395	14,16
40- 41			253	-10,29												4,49		4,49		4,20
41- 42	F.Óptica ACST16	B	280	-22,52	256	1785	18,04	22,00	10	22,50	2467	2428	——	1898	1933	5,51	2254	5,51	1055	5,16
42- 43			228	-21,61												3,66		3,66		3,43
43- 44	F.Óptica ACST16	B	505	-2,20	505	2264	19,96	22,00	10	22,50	3106	2977	——	2086	2479	13,93	2858	14,10	1370	12,89
44- 45	F.Óptica ACST16	B	249	-5,79	269	1815	18,17	22,00	10	22,50	2506	2461	——	1909	1967	4,27	2291	4,27	1077	3,99
45- 46			285	-36,13												5,63		5,64		5,26
46- 47	F.Óptica ACST16	B	302	-31,04	302	1890	18,48	22,00	10	22,50	2606	2546	——	1939	2055	6,04	2386	6,07	1130	5,62
47- 48	F.Óptica ACST16	B	393	-25,31	393	2075	19,24	22,00	10	22,50	2852	2758	——	2012	2266	9,25	2619	9,33	1254	8,55
48- 49	F.Óptica ACST16	B	293	13,85	293	1870	18,40	22,00	10	22,50	2579	2524	——	1931	2031	5,73	2361	5,75	1116	5,33
49- 50	F.Óptica ACST16	B	318	18,06	293	1871	18,40	22,00	10	22,50	2580	2525	——	1931	2032	6,75	2362	6,77	1117	6,28
50- 51			260	-17,83												4,51		4,53		4,20
51- 52	F.Óptica ACST16	B	497	-37,03	497	2251	19,91	22,00	10	22,50	3090	2963	——	2082	2465	13,61	2842	13,77	1363	12,59
52- 53	F.Óptica ACST16	A	223	-7,74	223	1956	18,58	20,00	15	22,50	2422	——	——	1943	1950	3,45	—	—	1083	3,18
53- 54			402	-16,56												9,60		—		8,75
54- 55	F.Óptica ACST16	A	332	-18,18	359	2312	19,61	20,00	15	22,50	2814	——	——	2044	2281	6,55	—	—	1280	5,97

55- 56			328	-36,53												6,42		—		5,86
56- 57	F.Óptica ACST16	A	409	-4,35	409	2413	19,92	20,00	15	22,50	2937	———	———	2076	2382	9,51	—	—	1336	8,67
57- 58			270	-4,15												4,26		—		3,89
58- 59	F.Óptica ACST16	A	398	-13,11	375	2345	19,71	20,00	15	22,50	2854	———	———	2054	2314	9,27	—	—	1298	8,45
59- 60			409	-23,28												9,81		—		8,94
60- 61			549	-11,68												16,68		—		15,26

Cuadro nº 2

Cálculo de conductor de tierra 1 - tensiones reglamentarias

Proyecto: MaricarmenMuñozMartínezTFG.pro

Tensiones en daN - Flechas en m

Hipótesis de cálculo para tensiones máximas:

Zona A -5°C+V(140km/h)

Zona B -10°C+V(140km/h), -15°C+H

Zona C -15°C+V(140km/h), -20°C+H

Tramo	Conductor	Zona	Vano	Desnivel	Vano	Const.		E.D.S.	T.H.F.		Tensiones y Flechas									
					Reg.	Caten.	Cálc.	Valor máxi.	Temp.	%	T.máxima viento	T.máxima hielo	T.máxima hielo+viento	-5ºC+½ V (120km/h)		15ºC+V (120km/h)		0ºC+H		50ºC	
			(m)	(m)	(m)		%	%	ºC		T (daN)	T (daN)	T (daN)	T (daN)		T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
61- 62	F.Óptica ACST16	A	397	-16,06	451	2472	20,00	20,00	15	22,31	3021	———	———	2087		2449	8,72	—	—	1369	7,98
62- 63			267	-34,70													3,97		—		3,64
63- 64	F.Óptica ACST16	A	533	-2,97	533	2553	20,00	20,00	15	21,85	3153	———	———	2092		2551	15,08	—	—	1414	13,92
64- 65	F.Óptica ACST16	A	480	3,00	480	2503	20,00	20,00	15	22,14	3070	———	———	2089		2487	12,55	—	—	1386	11,52
65- 66	F.Óptica ACST16	A	362	20,25	429	2446	20,00	20,00	15	22,45	2981	———	———	2085		2418	7,35	—	—	1354	6,71

66- 67			474	18,73												12,60		—		11,50
67- 68	F.Óptica ACST16	A	294	9,79	294	2158	19,15	20,00	15	22,50	2637	——	——	1998	2133	5,49	—	—	1195	5,01
68- 69	F.Óptica ACST16	A	375	16,12	412	2418	19,94	20,00	15	22,50	2944	——	——	2078	2388	7,98	—	—	1339	7,28
69- 70			441	12,02												11,03		—		10,06
70- 71	F.Óptica ACST16	A	307	18,65	334	2255	19,44	20,00	15	22,50	2747	——	——	2027	2225	5,74	—	—	1249	5,24
71- 72			355	17,45												7,68		—		7,00
72- 73	F.Óptica ACST16	A	526	28,85	487	2509	20,00	20,00	15	22,10	3081	——	——	2089	2495	15,04	—	—	1389	13,82
73- 74			434	15,19												10,23		—		9,39
74- 75	F.Óptica ACST16	A	204	8,60	204	1895	18,43	20,00	15	22,50	2361	——	——	1929	1897	2,97	—	—	1049	2,75
75- 76	F.Óptica ACST16	A	427	-4,51	389	2373	19,80	20,00	15	22,50	2888	——	——	2064	2342	10,54	—	—	1314	9,61
76- 77			333	-8,98												6,41		—		5,84
77- 78	F.Óptica ACST16	A	368	-8,93	365	2325	19,65	20,00	15	22,50	2829	——	——	2048	2294	8,00	—	—	1287	7,29
78- 79			362	-13,61												7,74		—		7,05

Cuadro nº 4

Cálculo de conductores de fase - tabla de tendido nº 1

Sección del conductor 147,10mm²

Proyecto: MaricarmenMuñozMartínezTFG.pro

Tensiones en daN - Flechas en m

Tramo	Conductor	Zona	Vano	Desnivel	Vano	Tensiones y Flechas											
					Regulación	-5ºC		0ºC		5ºC		10ºC		15ºC		20ºC	
			(m)	(m)	(m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
1- 2	LA-145	B	288,23	7,50	315,98	1107	5,01	1074	5,17	1043	5,32	1014	5,48	986	5,63	960	5,78
2- 3			338,20	-9,39			6,91		7,12		7,33		7,55		7,76		7,97
3- 4	LA-145	B	475,71	4,97	476,00	934	16,25	922	16,46	911	16,66	900	16,86	890	17,07	879	17,27
4- 5	LA-145	B	224,49	-5,54	224,00	1107	3,03	1057	3,18	1011	3,32	968	3,47	929	3,62	892	3,76
5- 6	LA-145	B	453,01	-4,03	401,52	975	14,10	957	14,36	941	14,61	925	14,87	909	15,12	895	15,36
6- 7			312,25	-32,25			6,72		6,84		6,96		7,08		7,20		7,32
7- 8	LA-145	B	333,80	-8,47	337,04	1066	7,00	1038	7,19	1012	7,38	987	7,57	963	7,76	941	7,94
8- 9			339,80	-15,08			7,26		7,46		7,66		7,85		8,04		8,23
9- 10	LA-145	B	369,91	-4,91	470,85	934	9,81	922	9,94	911	10,06	900	10,19	889	10,31	878	10,44
10- 11			529,51	1,60			20,15		20,41		20,67		20,92		21,18		21,43

11- 12			290,60	27,81			5,39		5,53		5,68		5,82		5,96		6,10
12- 13			377,99	-9,10			9,06		9,30		9,54		9,78		10,02		10,26
13- 14	LA-145	B	252,41	-10,63	336,09	1056	4,03	1029	4,13	1003	4,24	978	4,35	955	4,45	933	4,56
14- 15			387,15	-10,14			9,49		9,75		10,00		10,26		10,51		10,75
15- 16			312,23	-18,65			6,18		6,34		6,51		6,67		6,84		7,00
16- 17	LA-145	B	325,33	-13,47	325,00	1088	6,50	1057	6,69	1028	6,88	1001	7,07	975	7,26	951	7,44
17- 18	LA-145	B	331,39	3,82	331,00	1085	6,76	1055	6,95	1027	7,14	1001	7,33	975	7,52	952	7,70
18- 19	LA-145	B	228,37	21,52	261,86	1122	3,11	1079	3,24	1039	3,36	1002	3,49	967	3,61	935	3,74
19- 20			286,11	-19,98			4,89		5,08		5,28		5,48		5,67		5,87
20- 21			334,55	7,41			7,42		7,58		7,74		7,89		8,05		8,20
21- 22	LA-145	B	416,20	10,36	376,38	1012	11,45	991	11,69	971	11,94	952	12,18	934	12,42	916	12,65
22- 23			357,76	13,90			8,48		8,66		8,84		9,02		9,20		9,37
23- 24			382,40	11,22			9,65		9,86		10,07		10,27		10,47		10,67
24- 25			314,88	11,25			5,86		6,07		6,27		6,48		6,68		6,88
25- 26	LA-145	B	299,65	5,92	293,71	1133	5,32	1095	5,50	1059	5,69	1026	5,87	995	6,06	965	6,24
26- 27			247,84	0,14			3,63		3,76		3,88		4,01		4,14		4,26
27- 28			298,77	-6,35			5,28		5,46		5,65		5,83		6,02		6,20
28- 29	LA-145	B	422,12	-1,86	383,13	1010	11,81	989	12,06	970	12,30	951	12,54	933	12,78	917	13,01
29- 30			326,43	-10,00			7,05		7,19		7,34		7,48		7,62		7,77
30- 31	LA-145	B	360,46	-36,61	360,00	1012	8,61	990	8,81	968	9,01	948	9,20	928	9,39	910	9,58

Cuadro nº 4

Cálculo de conductores de fase - tabla de tendido nº 1

Sección del conductor 147,10mm²

Proyecto: MaricarmenMuñozMartínezTFG.pro

Tensiones en daN - Flechas en m

Tramo	Conductor	Zona	Vano	Desnivel	Vano	Tensiones y Flechas											
					Regulación	-5ºC		0ºC		5ºC		10ºC		15ºC		20ºC	
			(m)	(m)	(m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
31- 32	LA-145	B	518,56	1,67	519,00	914	19,76	904	19,97	895	20,17	886	20,38	877	20,58	869	20,78
32- 33	LA-145	B	304,65	22,92	305,00	1118	5,58	1082	5,77	1049	5,95	1018	6,13	989	6,31	961	6,50
33- 34	LA-145	B	332,34	23,16	332,00	1067	6,93	1038	7,12	1011	7,31	986	7,50	962	7,69	939	7,88
34- 35			230,45	25,76			3,29		3,38		3,48		3,58		3,67		3,77
35- 36	LA-145	B	210,65	-0,54	320,23	1084	2,75	1052	2,83	1023	2,91	995	2,99	969	3,07	945	3,15
36- 37			403,77	-13,59			10,09		10,39		10,69		10,98		11,28		11,57
37- 38			315,80	-24,31			6,18		6,37		6,55		6,73		6,91		7,09
38- 39	LA-145	B	308,98	-19,74	309,00	1113	5,75	1079	5,93	1046	6,12	1016	6,30	987	6,48	961	6,67
39- 40	LA-145	B	533,88	-4,42	534,00	906	21,10	897	21,31	888	21,52	880	21,72	872	21,92	864	22,13
40- 41			253,47	-10,29			3,83		3,98		4,14		4,30		4,46		4,61

41- 42	LA-145	B	280,22	-22,52	256,32	1120	4,70	1076	4,89	1035	5,08	997	5,28	962	5,47	929	5,67
42- 43			228,36	-21,61			3,12		3,25		3,37		3,50		3,63		3,76
43- 44	LA-145	B	504,79	-2,20	505,00	920	18,58	910	18,78	900	18,99	890	19,19	881	19,40	872	19,60
44- 45	LA-145	B	249,00	-5,79	268,82	1125	3,69	1083	3,83	1044	3,98	1007	4,12	973	4,26	942	4,41
45- 46			285,34	-36,13			4,87		5,06		5,25		5,44		5,63		5,82
46- 47	LA-145	B	301,78	-31,04	302,00	1113	5,51	1077	5,69	1044	5,88	1013	6,06	984	6,24	956	6,42
47- 48	LA-145	B	393,46	-25,31	393,00	986	10,51	968	10,71	950	10,91	933	11,11	917	11,30	901	11,50
48- 49	LA-145	B	293,19	13,85	293,00	1133	5,08	1095	5,25	1059	5,43	1025	5,61	994	5,79	965	5,96
49- 50	LA-145	B	317,54	18,06	293,33	1133	5,98	1095	6,19	1059	6,40	1026	6,61	994	6,82	965	7,03
50- 51			260,23	-17,83			4,00		4,14		4,28		4,42		4,56		4,70
51- 52	LA-145	B	497,43	-37,03	497,00	906	18,33	896	18,53	886	18,73	877	18,94	867	19,14	859	19,34
52- 53	LA-145	A	223,04	-7,74	223,00	1217	2,73	1160	2,87	1106	3,01	1056	3,15	1010	3,30	967	3,44
53- 54			401,86	-16,56			10,42		10,67		10,92		11,16		11,41		11,65
54- 55	LA-145	A	331,68	-18,18	358,97	1039	7,11	1014	7,28	992	7,45	970	7,62	949	7,78	930	7,95
55- 56			327,58	-36,53			6,98		7,14		7,31		7,47		7,63		7,79
56- 57	LA-145	A	408,89	-4,35	409,00	1002	11,18	984	11,38	967	11,59	950	11,79	934	11,99	919	12,19
57- 58			269,54	-4,15			4,75		4,85		4,95		5,06		5,16		5,26
58- 59	LA-145	A	397,72	-13,11	374,62	1028	10,32	1006	10,55	985	10,78	965	11,00	946	11,22	928	11,44
59- 60			408,62	-23,28			10,91		11,15		11,39		11,63		11,86		12,09
60- 61			549,17	-11,68			21,31		21,62		21,92		22,22		22,52		22,81

Cuadro nº 4

Cálculo de conductores de fase - tabla de tendido nº 1

Sección del conductor 147,10mm²

Proyecto: MaricarmenMuñozMartínezTFG.pro

Tensiones en daN - Flechas en m

Tramo	Conductor	Zona	Vano	Desnivel	Vano	Tensiones y Flechas											
					Regulación	-5ºC		0ºC		5ºC		10ºC		15ºC		20ºC	
			(m)	(m)	(m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
61- 62	LA-145	A	396,51	-16,06	451,33	948	11,14	935	11,30	922	11,46	909	11,61	897	11,77	886	11,92
62- 63			267,34	-34,70			5,07		5,15		5,22		5,29		5,36		5,43
63- 64	LA-145	A	533,40	-2,97	533,00	916	20,79	907	21,00	898	21,21	889	21,42	881	21,62	873	21,82
64- 65	LA-145	A	480,13	3,00	480,00	945	16,34	933	16,55	921	16,76	910	16,96	899	17,16	889	17,37
65- 66	LA-145	A	362,19	20,25	429,11	971	9,05	956	9,19	941	9,34	927	9,48	913	9,63	900	9,77
66- 67			473,69	18,73			15,51		15,76		16,01		16,26		16,50		16,74
67- 68	LA-145	A	294,01	9,79	294,00	1199	4,82	1157	5,00	1117	5,18	1080	5,36	1046	5,53	1013	5,71
68- 69	LA-145	A	374,87	16,12	411,98	992	9,49	975	9,66	958	9,83	942	10,00	927	10,17	912	10,33
69- 70			441,29	12,02			13,13		13,36		13,60		13,83		14,06		14,28
70- 71	LA-145	A	307,07	18,65	333,60	1099	5,75	1068	5,92	1040	6,08	1013	6,24	987	6,40	963	6,56

71- 72			355,37	17,45			7,69		7,91		8,12		8,34		8,56		8,77
72- 73	LA-145	A	525,93	28,85	486,57	924	20,09	913	20,33	903	20,57	892	20,81	882	21,05	873	21,28
73- 74			434,40	15,19			13,66		13,82		13,99		14,15		14,31		14,47
74- 75	LA-145	A	203,71	8,60	204,00	1217	2,29	1155	2,41	1098	2,54	1044	2,67	994	2,80	948	2,94
75- 76	LA-145	A	427,22	-4,51	388,62	1023	11,93	1002	12,18	983	12,42	964	12,67	946	12,91	929	13,14
76- 77			332,72	-8,98			7,26		7,41		7,56		7,70		7,85		7,99
77- 78	LA-145	A	367,62	-8,93	365,04	1051	8,62	1027	8,83	1004	9,03	982	9,23	962	9,43	942	9,63
78- 79			362,19	-13,61			8,35		8,55		8,74		8,93		9,13		9,32

Cuadro nº 4

Cálculo de conductores de fase - tabla de tendido nº 2

Sección del conductor 147,10mm²

Proyecto: MaricarmenMuñozMartínezTFG.pro

Tensiones en daN - Flechas en m

Tramo	Conductor	Zona	Vano	Desnivel	Vano	Tensiones y Flechas											
					Regulación	25ºC			30ºC		35ºC		40ºC		45ºC		50ºC	
			(m)	(m)	(m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
1- 2	LA-145	B	288,23	7,50	315,98	936	5,93	913	6,08	891	6,23	870	6,38	851	6,53	833	6,67
2- 3			338,20	-9,39			8,18		8,38		8,59		8,79		8,99		9,19
3- 4	LA-145	B	475,71	4,97	476,00	869	17,47	860	17,66	850	17,86	841	18,05	832	18,24	824	18,43
4- 5	LA-145	B	224,49	-5,54	224,00	858	3,91	827	4,06	798	4,21	771	4,35	746	4,50	723	4,64
5- 6	LA-145	B	453,01	-4,03	401,52	881	15,61	867	15,85	854	16,09	842	16,33	830	16,57	818	16,80
6- 7			312,25	-32,25			7,44		7,55		7,67		7,78		7,89		8,01
7- 8	LA-145	B	333,80	-8,47	337,04	920	8,12	900	8,30	881	8,48	863	8,66	845	8,84	829	9,01
8- 9			339,80	-15,08			8,42		8,61		8,80		8,98		9,16		9,34
9- 10	LA-145	B	369,91	-4,91	470,85	868	10,56	859	10,68	849	10,80	840	10,92	831	11,04	822	11,15
10- 11			529,51	1,60			21,68		21,93		22,18		22,43		22,67		22,91

11- 12			290,60	27,81			6,24		6,38		6,52		6,65		6,79		6,92
12- 13			377,99	-9,10			10,49		10,72		10,95		11,18		11,41		11,63
13- 14	LA-145	B	252,41	-10,63	336,09	912	4,66	892	4,77	874	4,87	856	4,97	839	5,07	823	5,17
14- 15			387,15	-10,14			11,00		11,24		11,48		11,72		11,96		12,19
15- 16			312,23	-18,65			7,16		7,31		7,47		7,63		7,78		7,93
16- 17	LA-145	B	325,33	-13,47	325,00	928	7,62	906	7,81	886	7,99	866	8,17	848	8,34	831	8,52
17- 18	LA-145	B	331,39	3,82	331,00	930	7,89	908	8,07	888	8,26	869	8,44	851	8,61	834	8,79
18- 19	LA-145	B	228,37	21,52	261,86	904	3,86	876	3,99	850	4,11	826	4,23	803	4,35	781	4,47
19- 20			286,11	-19,98			6,07		6,26		6,46		6,65		6,84		7,03
20- 21			334,55	7,41			8,35		8,50		8,65		8,80		8,94		9,09
21- 22	LA-145	B	416,20	10,36	376,38	900	12,89	884	13,12	869	13,35	854	13,58	840	13,80	827	14,02
22- 23			357,76	13,90			9,55		9,72		9,89		10,06		10,22		10,39
23- 24			382,40	11,22			10,87		11,06		11,25		11,45		11,64		11,82
24- 25			314,88	11,25			7,09		7,29		7,49		7,69		7,88		8,07
25- 26	LA-145	B	299,65	5,92	293,71	938	6,42	912	6,61	888	6,79	865	6,97	843	7,14	823	7,32
26- 27			247,84	0,14			4,39		4,51		4,64		4,76		4,88		5,00
27- 28			298,77	-6,35			6,38		6,56		6,74		6,92		7,10		7,27
28- 29	LA-145	B	422,12	-1,86	383,13	900	13,25	885	13,48	870	13,71	856	13,93	842	14,16	829	14,38
29- 30			326,43	-10,00			7,90		8,04		8,18		8,31		8,45		8,58
30- 31	LA-145	B	360,46	-36,61	360,00	892	9,77	876	9,96	860	10,14	845	10,33	830	10,51	816	10,69

Cuadro nº 4

Cálculo de conductores de fase - tabla de tendido nº 2

Sección del conductor 147,10mm²

Proyecto: MaricarmenMuñozMartínezTFG.pro

Tensiones en daN - Flechas en m

Tramo	Conductor	Zona	Vano	Desnivel	Vano	Tensiones y Flechas											
					Regulación	25ºC			30ºC		35ºC	40ºC		45ºC		50ºC	
			(m)	(m)	(m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
31- 32	LA-145	B	518,56	1,67	519,00	860	20,98	852	21,18	845	21,38	837	21,57	830	21,77	822	21,96
32- 33	LA-145	B	304,65	22,92	305,00	935	6,67	911	6,85	888	7,03	867	7,20	846	7,38	827	7,55
33- 34	LA-145	B	332,34	23,16	332,00	917	8,06	897	8,24	878	8,43	859	8,61	842	8,78	825	8,96
34- 35			230,45	25,76			3,86		3,96		4,05		4,14		4,23		4,32
35- 36	LA-145	B	210,65	-0,54	320,23	922	3,23	900	3,31	879	3,39	860	3,46	842	3,54	824	3,62
36- 37			403,77	-13,59			11,86		12,15		12,44		12,72		13,00		13,28
37- 38			315,80	-24,31			7,27		7,45		7,62		7,80		7,97		8,14
38- 39	LA-145	B	308,98	-19,74	309,00	935	6,85	911	7,03	889	7,20	868	7,38	848	7,55	829	7,73
39- 40	LA-145	B	533,88	-4,42	534,00	856	22,33	849	22,53	841	22,72	834	22,92	827	23,11	820	23,31
40- 41			253,47	-10,29			4,77		4,93		5,09		5,24		5,39		5,55

41- 42	LA-145	B	280,22	-22,52	256,32	898	5,86	870	6,05	843	6,24	818	6,43	795	6,62	773	6,81
42- 43			228,36	-21,61			3,89		4,02		4,14		4,27		4,40		4,52
43- 44	LA-145	B	504,79	-2,20	505,00	863	19,80	855	20,00	846	20,19	838	20,39	831	20,58	823	20,78
44- 45	LA-145	B	249,00	-5,79	268,82	912	4,55	885	4,69	859	4,83	835	4,97	812	5,11	791	5,25
45- 46			285,34	-36,13			6,01		6,19		6,38		6,57		6,75		6,93
46- 47	LA-145	B	301,78	-31,04	302,00	930	6,60	906	6,77	883	6,95	861	7,13	841	7,30	822	7,47
47- 48	LA-145	B	393,46	-25,31	393,00	886	11,69	872	11,88	859	12,07	846	12,26	833	12,44	821	12,63
48- 49	LA-145	B	293,19	13,85	293,00	937	6,14	911	6,31	887	6,49	864	6,66	843	6,83	822	7,00
49- 50	LA-145	B	317,54	18,06	293,33	937	7,23	911	7,44	887	7,64	864	7,84	843	8,04	823	8,24
50- 51			260,23	-17,83			4,84		4,97		5,11		5,25		5,38		5,51
51- 52	LA-145	B	497,43	-37,03	497,00	850	19,53	841	19,73	833	19,92	825	20,12	818	20,31	810	20,50
52- 53	LA-145	A	223,04	-7,74	223,00	928	3,59	891	3,74	857	3,89	826	4,03	797	4,18	770	4,33
53- 54			401,86	-16,56			11,89		12,12		12,36		12,59		12,82		13,04
54- 55	LA-145	A	331,68	-18,18	358,97	911	8,11	893	8,27	877	8,43	861	8,59	845	8,74	831	8,90
55- 56			327,58	-36,53			7,95		8,11		8,27		8,42		8,57		8,73
56- 57	LA-145	A	408,89	-4,35	409,00	904	12,39	891	12,58	877	12,77	864	12,97	852	13,16	840	13,34
57- 58			269,54	-4,15			5,36		5,46		5,56		5,65		5,75		5,84
58- 59	LA-145	A	397,72	-13,11	374,62	910	11,66	894	11,87	878	12,09	863	12,30	849	12,51	835	12,71
59- 60			408,62	-23,28			12,32		12,55		12,78		13,00		13,22		13,44
60- 61			549,17	-11,68			23,11		23,40		23,68		23,97		24,25		24,53

Cuadro nº 4

Cálculo de conductores de fase - tabla de tendido nº 2

Sección del conductor 147,10mm²

Proyecto: MaricarmenMuñozMartínezTFG.pro

Tensiones en daN - Flechas en m

Tramo	Conductor	Zona	Vano	Desnivel	Vano	Tensiones y Flechas											
					Regulación	25ºC			30ºC		35ºC	40ºC		45ºC		50ºC	
			(m)	(m)	(m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
61- 62	LA-145	A	396,51	-16,06	451,33	875	12,08	864	12,23	853	12,38	843	12,53	834	12,67	824	12,82
62- 63			267,34	-34,70			5,50		5,57		5,64		5,70		5,77		5,84
63- 64	LA-145	A	533,40	-2,97	533,00	865	22,03	857	22,23	849	22,43	842	22,62	835	22,82	828	23,01
64- 65	LA-145	A	480,13	3,00	480,00	879	17,57	869	17,77	859	17,96	850	18,16	841	18,35	833	18,55
65- 66	LA-145	A	362,19	20,25	429,11	887	9,91	875	10,05	863	10,18	852	10,32	841	10,46	830	10,59
66- 67			473,69	18,73			16,98		17,22		17,46		17,69		17,93		18,16
67- 68	LA-145	A	294,01	9,79	294,00	983	5,89	954	6,07	927	6,24	902	6,42	879	6,59	856	6,76
68- 69	LA-145	A	374,87	16,12	411,98	898	10,49	885	10,65	872	10,81	859	10,97	847	11,13	835	11,28
69- 70			441,29	12,02			14,51		14,73		14,95		15,17		15,39		15,60
70- 71	LA-145	A	307,07	18,65	333,60	941	6,72	919	6,88	899	7,03	879	7,19	861	7,34	844	7,49

71- 72			355,37	17,45			8,98		9,19		9,40		9,60		9,81		10,01
72- 73	LA-145	A	525,93	28,85	486,57	863	21,52	854	21,75	845	21,98	837	22,20	828	22,43	820	22,65
73- 74			434,40	15,19			14,62		14,78		14,94		15,09		15,24		15,40
74- 75	LA-145	A	203,71	8,60	204,00	905	3,08	866	3,22	830	3,36	797	3,50	767	3,64	739	3,77
75- 76	LA-145	A	427,22	-4,51	388,62	913	13,38	897	13,61	882	13,84	868	14,07	854	14,30	841	14,52
76- 77			332,72	-8,98			8,14		8,28		8,42		8,56		8,69		8,83
77- 78	LA-145	A	367,62	-8,93	365,04	923	9,82	906	10,01	889	10,21	872	10,40	857	10,58	842	10,77
78- 79			362,19	-13,61			9,51		9,69		9,88		10,06		10,24		10,43

Cuadro nº 5

Cálculo de conductor de tierra 1 - tabla de tendido nº 1

Sección del conductor 135,90mm²

Proyecto: MaricarmenMuñozMartínezTFG.pro

Tensiones en daN - Flechas en m

Tramo		Conductor	Zona	Vano	Desnivel	Vano	Tensiones y Flechas											
						Regulación	-5ºC		0ºC		5ºC		10ºC		15ºC		20ºC	
				(m)	(m)	(m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
1-	2	F.Óptica ACST16	B	288,23	7,50	315,98	1690	3,40	1627	3,53	1566	3,67	1509	3,81	1455	3,95	1404	4,09
2-	3			338,20	-9,39			4,68		4,86		5,05		5,24		5,44		5,64
3-	4	F.Óptica ACST16	B	475,71	4,97	476,00	1731	9,07	1687	9,30	1645	9,54	1605	9,78	1567	10,02	1530	10,26
4-	5	F.Óptica ACST16	B	224,49	-5,54	224,00	1660	2,09	1583	2,20	1508	2,30	1437	2,42	1369	2,54	1304	2,66
5-	6	F.Óptica ACST16	B	453,01	-4,03	401,52	1714	8,29	1662	8,55	1612	8,81	1565	9,08	1520	9,35	1478	9,62
6-	7			312,25	-32,25			3,95		4,08		4,20		4,33		4,46		4,58
7-	8	F.Óptica ACST16	B	333,80	-8,47	337,04	1696	4,56	1636	4,72	1579	4,89	1524	5,07	1472	5,25	1423	5,43

8- 9			339,80	-15,08			4,72		4,90		5,08		5,26		5,44		5,63
9- 10	F.Óptica ACST16	B	369,91	-4,91	470,85	1730	5,48	1685	5,62	1643	5,77	1602	5,92	1564	6,06	1527	6,21
10- 11			529,51	1,60			11,25		11,54		11,84		12,14		12,44		12,74
11- 12			290,60	27,81			3,47		3,60		3,73		3,87		4,00		4,14
12- 13			377,99	-9,10			5,84		6,05		6,27		6,50		6,72		6,96
13- 14	F.Óptica ACST16	B	252,41	-10,63	336,09	1696	2,59	1635	2,69	1578	2,79	1523	2,89	1472	2,99	1423	3,09
14- 15			387,15	-10,14			6,12		6,34		6,57		6,81		7,05		7,29
15- 16			312,23	-18,65			3,98		4,13		4,28		4,43		4,59		4,75
16- 17	F.Óptica ACST16	B	325,33	-13,47	325,00	1692	4,32	1631	4,49	1572	4,66	1516	4,83	1462	5,00	1412	5,18
17- 18	F.Óptica ACST16	B	331,39	3,82	331,00	1694	4,48	1633	4,64	1575	4,82	1520	4,99	1467	5,17	1418	5,35
18- 19	F.Óptica ACST16	B	228,37	21,52	261,86	1673	2,16	1601	2,26	1533	2,36	1468	2,46	1406	2,57	1348	2,68
19- 20			286,11	-19,98			3,39		3,54		3,70		3,87		4,04		4,21
20- 21			334,55	7,41			4,55		4,70		4,86		5,01		5,17		5,33
21- 22	F.Óptica ACST16	B	416,20	10,36	376,38	1707	7,02	1652	7,26	1600	7,49	1550	7,73	1503	7,98	1458	8,22
22- 23			357,76	13,90			5,20		5,38		5,55		5,73		5,91		6,09
23- 24			382,40	11,22			5,92		6,12		6,32		6,52		6,73		6,93
24- 25			314,88	11,25			4,08		4,25		4,43		4,61		4,79		4,98
25- 26	F.Óptica ACST16	B	299,65	5,92	293,71	1683	3,70	1616	3,86	1553	4,01	1493	4,17	1436	4,34	1381	4,51
26- 27			247,84	0,14			2,53		2,63		2,74		2,85		2,97		3,08
27- 28			298,77	-6,35			3,68		3,83		3,99		4,15		4,31		4,48
28- 29	F.Óptica ACST16	B	422,12	-1,86	383,13	1709	7,22	1655	7,45	1603	7,69	1554	7,93	1507	8,18	1463	8,43

29- 30			326,43	-10,00			4,31		4,45		4,59		4,74		4,88		5,03	
30- 31	F.Óptica ACST16	B	360,46	-36,61	360,00	1702	5,30	1645	5,48	1591	5,67	1539	5,86	1490	6,05	1444	6,25	

Cuadro nº 5

Cálculo de conductor de tierra 1 - tabla de tendido nº 1

Sección del conductor 135,90mm²

Proyecto: MaricarmenMuñozMartínezTFG.pro

Tensiones en daN - Flechas en m

Tramo	Conductor	Zona	Vano	Desnivel	Vano	Tensiones y Flechas											
					Regulación	-5ºC		0ºC		5ºC		10ºC		15ºC		20ºC	
			(m)	(m)	(m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
31- 32	F.Óptica ACST16	B	518,56	1,67	519,00	1739	10,72	1699	10,98	1661	11,23	1625	11,48	1590	11,74	1556	11,99
32- 33	F.Óptica ACST16	B	304,65	22,92	305,00	1686	3,83	1622	3,98	1560	4,14	1501	4,30	1445	4,47	1393	4,64
33- 34	F.Óptica ACST16	B	332,34	23,16	332,00	1694	4,51	1634	4,68	1576	4,85	1521	5,03	1468	5,21	1419	5,39
34- 35			230,45	25,76			2,18		2,26		2,35		2,44		2,53		2,62
35- 36	F.Óptica ACST16	B	210,65	-0,54	320,23	1691	1,82	1628	1,89	1569	1,96	1512	2,04	1459	2,11	1408	2,19
36- 37			403,77	-13,59			6,69		6,94		7,21		7,48		7,75		8,03
37- 38			315,80	-24,31			4,10		4,26		4,42		4,59		4,75		4,93

38- 39	F.Óptica ACST16	B	308,98	-19,74	309,00	1688	3,92	1623	4,08	1562	4,24	1504	4,40	1449	4,57	1397	4,74
39- 40	F.Óptica ACST16	B	533,88	-4,42	534,00	1742	11,34	1703	11,59	1666	11,85	1631	12,11	1597	12,37	1564	12,63
40- 41			253,47	-10,29			2,65		2,77		2,90		3,03		3,17		3,31
41- 42	F.Óptica ACST16	B	280,22	-22,52	256,32	1671	3,26	1599	3,41	1529	3,56	1463	3,72	1401	3,89	1342	4,06
42- 43			228,36	-21,61			2,16		2,26		2,36		2,47		2,58		2,69
43- 44	F.Óptica ACST16	B	504,79	-2,20	505,00	1737	10,17	1696	10,42	1656	10,66	1618	10,91	1582	11,16	1548	11,41
44- 45	F.Óptica ACST16	B	249,00	-5,79	268,82	1675	2,56	1605	2,68	1537	2,79	1473	2,91	1413	3,04	1355	3,17
45- 46			285,34	-36,13			3,38		3,53		3,69		3,85		4,01		4,18
46- 47	F.Óptica ACST16	B	301,78	-31,04	302,00	1685	3,77	1620	3,92	1558	4,07	1499	4,23	1443	4,40	1390	4,57
47- 48	F.Óptica ACST16	B	393,46	-25,31	393,00	1711	6,26	1658	6,46	1608	6,66	1560	6,87	1514	7,08	1471	7,28
48- 49	F.Óptica ACST16	B	293,19	13,85	293,00	1683	3,54	1616	3,68	1553	3,83	1492	3,99	1435	4,15	1381	4,31
49- 50	F.Óptica ACST16	B	317,54	18,06	293,33	1683	4,17	1616	4,34	1553	4,52	1492	4,70	1435	4,89	1381	5,08
50- 51			260,23	-17,83			2,79		2,90		3,02		3,14		3,27		3,40
51- 52	F.Óptica ACST16	B	497,43	-37,03	497,00	1735	9,89	1693	10,13	1653	10,38	1615	10,62	1578	10,87	1543	11,12
52- 53	F.Óptica ACST16	A	223,04	-7,74	223,00	1825	1,89	1741	1,98	1660	2,07	1582	2,18	1507	2,29	1436	2,40
53- 54			401,86	-16,56			6,14		6,36		6,58		6,81		7,04		7,28
54- 55	F.Óptica ACST16	A	331,68	-18,18	358,97	1825	4,19	1762	4,34	1702	4,49	1645	4,65	1591	4,80	1539	4,97
55- 56			327,58	-36,53			4,11		4,25		4,40		4,56		4,71		4,87

56- 57	F.Óptica ACST16	A	408,89	-4,35	409,00	1825	6,35	1769	6,55	1715	6,75	1664	6,96	1616	7,17	1569	7,38
57- 58			269,54	-4,15			2,77		2,86		2,96		3,06		3,16		3,26
58- 59	F.Óptica ACST16	A	397,72	-13,11	374,62	1825	6,01	1764	6,22	1706	6,43	1651	6,65	1599	6,86	1549	7,09
59- 60			408,62	-23,28			6,36		6,58		6,80		7,03		7,26		7,49
60- 61			549,17	-11,68			11,54		11,87		12,20		12,54		12,87		13,21

Cuadro nº 5

Cálculo de conductor de tierra 1 - tabla de tendido nº 1

Sección del conductor 135,90mm²

Proyecto: MaricarmenMuñozMartínezTFG.pro

Tensiones en daN - Flechas en m

Tramo	Conductor	Zona	Vano	Desnivel	Vano	Tensiones y Flechas											
					Regulación	-5ºC		0ºC		5ºC		10ºC		15ºC		20ºC	
			(m)	(m)	(m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
61- 62	F.Óptica ACST16	A	396,51	-16,06	451,33	1809	6,04	1759	6,21	1711	6,38	1666	6,56	1622	6,73	1580	6,91
62- 63			267,34	-34,70			2,75		2,83		2,91		2,99		3,07		3,15
63- 64	F.Óptica ACST16	A	533,40	-2,97	533,00	1772	11,10	1732	11,36	1694	11,62	1657	11,87	1622	12,13	1588	12,39
64- 65	F.Óptica ACST16	A	480,13	3,00	480,00	1795	8,89	1749	9,12	1705	9,36	1662	9,60	1622	9,84	1583	10,08
65- 66	F.Óptica ACST16	A	362,19	20,25	429,11	1821	4,99	1768	5,14	1717	5,29	1668	5,45	1622	5,60	1578	5,76
66- 67			473,69	18,73			8,55		8,81		9,07		9,33		9,60		9,87
67- 68	F.Óptica ACST16	A	294,01	9,79	294,00	1825	3,28	1752	3,42	1683	3,56	1617	3,70	1553	3,85	1493	4,01

68- 69	F.Óptica ACST16	A	374,87	16,12	411,98	1825	5,34	1769	5,51	1716	5,68	1665	5,85	1617	6,03	1571	6,20
69- 70			441,29	12,02			7,38		7,61		7,85		8,09		8,33		8,57
70- 71	F.Óptica ACST16	A	307,07	18,65	333,60	1825	3,58	1758	3,72	1695	3,86	1634	4,00	1577	4,15	1522	4,30
71- 72			355,37	17,45			4,79		4,97		5,15		5,35		5,54		5,74
72- 73	F.Óptica ACST16	A	525,93	28,85	486,57	1792	10,71	1747	10,99	1703	11,27	1662	11,55	1622	11,83	1584	12,12
73- 74			434,40	15,19			7,28		7,47		7,66		7,85		8,05		8,24
74- 75	F.Óptica ACST16	A	203,71	8,60	204,00	1825	1,58	1738	1,66	1654	1,74	1573	1,83	1494	1,93	1419	2,03
75- 76	F.Óptica ACST16	A	427,22	-4,51	388,62	1825	6,92	1766	7,15	1710	7,38	1657	7,62	1606	7,86	1557	8,11
76- 77			332,72	-8,98			4,21		4,35		4,49		4,64		4,78		4,93
77- 78	F.Óptica ACST16	A	367,62	-8,93	365,04	1825	5,14	1763	5,32	1704	5,50	1647	5,69	1594	5,88	1543	6,08
78- 79			362,19	-13,61			4,98		5,15		5,33		5,51		5,70		5,89

Cuadro nº 5

Cálculo de conductor de tierra 1 - tabla de tendido nº 2

Sección del conductor 135,90mm²

Proyecto: MaricarmenMuñozMartínezTFG.pro

Tensiones en daN - Flechas en m

Tramo		Conductor	Zona	Vano	Desnivel	Vano	Tensiones y Flechas											
						Regulación	25ºC		30ºC		35ºC		40ºC		45ºC		50ºC	
				(m)	(m)	(m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
1-	2	F.Óptica ACST16	B	288,23	7,50	315,98	1355	4,24	1309	4,39	1266	4,54	1226	4,69	1187	4,84	1151	4,99
2-	3			338,20	-9,39			5,84		6,04		6,25		6,46		6,67		6,87
3-	4	F.Óptica ACST16	B	475,71	4,97	476,00	1495	10,49	1462	10,73	1430	10,97	1400	11,21	1371	11,45	1343	11,68
4-	5	F.Óptica ACST16	B	224,49	-5,54	224,00	1244	2,79	1187	2,93	1134	3,06	1085	3,20	1039	3,35	996	3,49
5-	6	F.Óptica ACST16	B	453,01	-4,03	401,52	1437	9,89	1399	10,16	1363	10,43	1328	10,70	1295	10,97	1264	11,25
6-	7			312,25	-32,25			4,71		4,84		4,97		5,10		5,23		5,36
7-	8	F.Óptica ACST16	B	333,80	-8,47	337,04	1377	5,61	1333	5,79	1292	5,98	1253	6,17	1216	6,35	1182	6,54

8- 9			339,80	-15,08			5,82		6,01		6,20		6,39		6,59		6,78	
9- 10	F.Óptica ACST16	B	369,91	-4,91	470,85	1492	6,35	1458	6,50	1426	6,65	1396	6,79	1366	6,94	1338	7,08	
10- 11			529,51	1,60			13,04		13,34		13,64		13,94		14,24		14,54	
11- 12			290,60	27,81			4,28		4,42		4,56		4,70		4,85		4,99	
12- 13			377,99	-9,10			7,19		7,43		7,67		7,91		8,15		8,39	
13- 14	F.Óptica ACST16	B	252,41	-10,63	336,09	1376	3,20	1332	3,30	1291	3,41	1252	3,52	1215	3,62	1180	3,73	
14- 15			387,15	-10,14			7,54		7,79		8,04		8,29		8,54		8,79	
15- 16			312,23	-18,65			4,91		5,07		5,23		5,39		5,56		5,72	
16- 17	F.Óptica ACST16	B	325,33	-13,47	325,00	1365	5,36	1320	5,55	1277	5,73	1238	5,92	1200	6,10	1165	6,29	
17- 18	F.Óptica ACST16	B	331,39	3,82	331,00	1371	5,53	1327	5,72	1285	5,91	1245	6,09	1208	6,28	1173	6,47	
18- 19	F.Óptica ACST16	B	228,37	21,52	261,86	1293	2,80	1241	2,91	1192	3,03	1147	3,15	1105	3,27	1065	3,39	
19- 20			286,11	-19,98			4,39		4,57		4,76		4,95		5,14		5,33	
20- 21			334,55	7,41			5,49		5,65		5,82		5,98		6,14		6,30	
21- 22	F.Óptica ACST16	B	416,20	10,36	376,38	1415	8,47	1375	8,72	1337	8,97	1300	9,22	1266	9,47	1234	9,72	
22- 23			357,76	13,90			6,28		6,46		6,64		6,83		7,02		7,20	
23- 24			382,40	11,22			7,14		7,35		7,56		7,77		7,99		8,20	
24- 25			314,88	11,25			5,17		5,36		5,56		5,75		5,95		6,15	
25- 26	F.Óptica ACST16	B	299,65	5,92	293,71	1330	4,68	1282	4,86	1237	5,04	1195	5,22	1155	5,40	1117	5,58	
26- 27			247,84	0,14			3,20		3,32		3,44		3,56		3,69		3,81	
27- 28			298,77	-6,35			4,65		4,83		5,00		5,18		5,36		5,54	
28- 29	F.Óptica ACST16	B	422,12	-1,86	383,13	1421	8,68	1381	8,93	1344	9,18	1308	9,43	1274	9,68	1242	9,93	

29-	30			326,43	-10,00			5,18		5,33		5,48		5,63		5,78		5,93	
30-	31	F.Óptica ACST16	B	360,46	-36,61	360,00	1400	6,44	1358	6,64	1319	6,84	1281	7,04	1246	7,24	1213	7,44	

Cuadro nº 5

Cálculo de conductor de tierra 1 - tabla de tendido nº 2

Sección del conductor 135,90mm²

Proyecto: MaricarmenMuñozMartínezTFG.pro

Tensiones en daN - Flechas en m

Tramo	Conductor	Zona	Vano	Desnivel	Vano	Tensiones y Flechas											
					Regulación	25ºC			30ºC		35ºC		40ºC		45ºC		50ºC	
			(m)	(m)	(m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
31- 32	F.Óptica ACST16	B	518,56	1,67	519,00	1524	12,24	1493	12,49	1464	12,75	1436	13,00	1409	13,25	1383	13,49
32- 33	F.Óptica ACST16	B	304,65	22,92	305,00	1343	4,81	1296	4,98	1252	5,16	1211	5,34	1172	5,51	1135	5,69
33- 34	F.Óptica ACST16	B	332,34	23,16	332,00	1372	5,58	1328	5,76	1286	5,95	1247	6,14	1210	6,33	1175	6,51
34- 35			230,45	25,76			2,71		2,80		2,90		2,99		3,09		3,18
35- 36	F.Óptica ACST16	B	210,65	-0,54	320,23	1360	2,27	1314	2,35	1271	2,42	1231	2,50	1193	2,58	1158	2,66
36- 37			403,77	-13,59			8,32		8,61		8,90		9,19		9,48		9,77
37- 38			315,80	-24,31			5,10		5,28		5,45		5,63		5,81		5,99

38- 39	F.Óptica ACST16	B	308,98	-19,74	309,00	1347	4,92	1301	5,09	1257	5,27	1216	5,45	1177	5,63	1141	5,81
39- 40	F.Óptica ACST16	B	533,88	-4,42	534,00	1533	12,88	1503	13,14	1475	13,40	1447	13,65	1421	13,90	1395	14,16
40- 41			253,47	-10,29			3,45		3,60		3,74		3,90		4,05		4,20
41- 42	F.Óptica ACST16	B	280,22	-22,52	256,32	1286	4,23	1233	4,41	1184	4,60	1138	4,78	1095	4,97	1055	5,16
42- 43			228,36	-21,61			2,81		2,93		3,05		3,18		3,30		3,43
43- 44	F.Óptica ACST16	B	504,79	-2,20	505,00	1515	11,66	1483	11,91	1453	12,15	1424	12,40	1397	12,65	1370	12,89
44- 45	F.Óptica ACST16	B	249,00	-5,79	268,82	1301	3,30	1250	3,43	1203	3,57	1158	3,71	1116	3,85	1077	3,99
45- 46			285,34	-36,13			4,36		4,53		4,71		4,90		5,08		5,26
46- 47	F.Óptica ACST16	B	301,78	-31,04	302,00	1340	4,74	1293	4,91	1248	5,09	1206	5,26	1167	5,44	1130	5,62
47- 48	F.Óptica ACST16	B	393,46	-25,31	393,00	1430	7,49	1391	7,70	1354	7,92	1319	8,13	1286	8,34	1254	8,55
48- 49	F.Óptica ACST16	B	293,19	13,85	293,00	1330	4,48	1281	4,64	1236	4,81	1194	4,99	1154	5,16	1116	5,33
49- 50	F.Óptica ACST16	B	317,54	18,06	293,33	1330	5,27	1282	5,47	1237	5,67	1194	5,87	1154	6,08	1117	6,28
50- 51			260,23	-17,83			3,53		3,66		3,79		3,93		4,06		4,20
51- 52	F.Óptica ACST16	B	497,43	-37,03	497,00	1510	11,36	1478	11,61	1447	11,86	1418	12,10	1390	12,34	1363	12,59
52- 53	F.Óptica ACST16	A	223,04	-7,74	223,00	1368	2,52	1303	2,64	1243	2,77	1186	2,91	1133	3,04	1083	3,18
53- 54			401,86	-16,56			7,52		7,76		8,01		8,25		8,50		8,75
54- 55	F.Óptica ACST16	A	331,68	-18,18	358,97	1490	5,13	1443	5,30	1399	5,46	1357	5,63	1317	5,80	1280	5,97
55- 56			327,58	-36,53			5,03		5,19		5,36		5,52		5,69		5,86

56- 57	F.Óptica ACST16	A	408,89	-4,35	409,00	1525	7,59	1484	7,81	1444	8,02	1406	8,24	1370	8,46	1336	8,67
57- 58			269,54	-4,15			3,36		3,47		3,57		3,68		3,78		3,89
58- 59	F.Óptica ACST16	A	397,72	-13,11	374,62	1501	7,31	1456	7,54	1414	7,76	1373	7,99	1335	8,22	1298	8,45
59- 60			408,62	-23,28			7,73		7,97		8,21		8,45		8,69		8,94
60- 61			549,17	-11,68			13,55		13,90		14,24		14,58		14,92		15,26

Cuadro nº 5

Cálculo de conductor de tierra 1 - tabla de tendido nº 2

Sección del conductor 135,90mm²

Proyecto: MaricarmenMuñozMartínezTFG.pro

Tensiones en daN - Flechas en m

Tramo	Conductor	Zona	Vano	Desnivel	Vano	Tensiones y Flechas											
					Regulación	25ºC		30ºC		35ºC		40ºC		45ºC		50ºC	
			(m)	(m)	(m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
61- 62	F.Óptica ACST16	A	396,51	-16,06	451,33	1541	7,09	1503	7,27	1467	7,45	1433	7,62	1400	7,80	1369	7,98
62- 63			267,34	-34,70			3,23		3,31		3,39		3,47		3,56		3,64
63- 64	F.Óptica ACST16	A	533,40	-2,97	533,00	1556	12,65	1525	12,90	1495	13,16	1467	13,41	1440	13,67	1414	13,92
64- 65	F.Óptica ACST16	A	480,13	3,00	480,00	1547	10,32	1511	10,56	1478	10,80	1446	11,04	1415	11,28	1386	11,52
65- 66	F.Óptica ACST16	A	362,19	20,25	429,11	1536	5,92	1496	6,08	1458	6,23	1421	6,39	1387	6,55	1354	6,71
66- 67			473,69	18,73			10,14		10,41		10,68		10,96		11,23		11,50
67- 68	F.Óptica ACST16	A	294,01	9,79	294,00	1436	4,17	1382	4,33	1331	4,50	1283	4,67	1238	4,84	1195	5,01

68- 69	F.Óptica ACST16	A	374,87	16,12	411,98	1527	6,38	1486	6,56	1446	6,74	1409	6,92	1373	7,10	1339	7,28
69- 70			441,29	12,02			8,82		9,07		9,32		9,56		9,81		10,06
70- 71	F.Óptica ACST16	A	307,07	18,65	333,60	1470	4,45	1420	4,60	1374	4,76	1329	4,92	1288	5,08	1249	5,24
71- 72			355,37	17,45			5,94		6,15		6,36		6,57		6,78		7,00
72- 73	F.Óptica ACST16	A	525,93	28,85	486,57	1548	12,40	1513	12,68	1480	12,97	1448	13,25	1418	13,53	1389	13,82
73- 74			434,40	15,19			8,43		8,63		8,82		9,01		9,20		9,39
74- 75	F.Óptica ACST16	A	203,71	8,60	204,00	1348	2,14	1280	2,25	1217	2,37	1157	2,49	1101	2,62	1049	2,75
75- 76	F.Óptica ACST16	A	427,22	-4,51	388,62	1511	8,35	1468	8,60	1426	8,85	1387	9,11	1349	9,36	1314	9,61
76- 77			332,72	-8,98			5,08		5,23		5,39		5,54		5,69		5,84
77- 78	F.Óptica ACST16	A	367,62	-8,93	365,04	1494	6,28	1448	6,48	1405	6,68	1363	6,88	1324	7,08	1287	7,29
78- 79			362,19	-13,61			6,08		6,27		6,46		6,66		6,86		7,05

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

11.OBJETO, FINALIDAD Y DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

11.1. Objeto

Se formula el presente anexo al proyecto de "Diseño de una línea aérea a 132KV con alimentación subterránea a subestación 132/66 KV", con objeto de obtener de la Administración la Autorización Administrativa de la construcción de las instalaciones que en él se reflejan, así como la aprobación del proyecto de ejecución de las mismas.

Se tramita la obtención del certificado AENOR del cumplimiento de la Norma UNE-EN ISO 14001, que avalaría nuestros procedimientos y actuaciones desde el punto de vista Medioambiental, a través de las comprobaciones y auditorias que dicho certificado AENOR estipula.

Este anexo ha sido redactado de acuerdo con la vigente reglamentación.

11.2. Finalidad

La finalidad de este anexo es hacer constar que dicho proyecto cumplirá con la indicado en la **Ley 7/2007, 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental, Sección 5ª, Calificación Ambiental, Art 41 y siguientes**, por la que fijan las normas al objeto de la evaluación de los efectos ambientales de determinadas actuaciones, así como la determinación de la viabilidad ambiental de las mismas y las condiciones en que deben realizarse.

11.3. Descripción de la actividad

Este Análisis Ambiental se realiza como complemento del proyecto de línea eléctrica aérea de alta tensión denominado: Diseño de una línea aérea a 132KV con alimentación subterránea a subestación 132/66 KV.

La finalidad perseguida es la de mejorar la calidad de suministro de los clientes existentes que se ven afectados por dicha instalación, así como atender peticiones de nuevos suministros de energía eléctrica en la zona próxima al emplazamiento de esta, a dicho proyecto podrán remitirse para ampliar cualquier detalle, no incluido aquí por no ser reiterativos.

11.3.1. Localización

Las instalaciones que se proyectan estarán ubicadas en el término municipal de Linares, Úbeda, afectando en parte con su paso al término municipal de Baeza, según puede verse en los planos que se acompañan.

Puede apreciarse que la línea no afecta a ningún Parque Natural, ni a Parque Nacional o Espacio Protegido.

La instalación de la que se trata en este proyecto, no está situada en zona de especial protección para las aves o de especial conservación definidas en el artículo 2.1 d) de la Ley 2/1989, de 18 de julio de espacios protegidos de Andalucía.

Igualmente, no se describen áreas de conservación de rapaces que puedan afectar al trazado del presente proyecto.

11.3.2. Suelo ocupado por los apoyos

La superficie ocupada por los apoyos de este tipo de líneas eléctricas varía dependiendo del tipo de apoyo y de la compacidad del terreno. La línea tiene 79 apoyos, obtenemos: 79m2 de superficie ocupada por los apoyos a instalar.

11.3.3. Franja de suele sobrevolada por los conductores

Cuando una línea atraviesa una zona de bosque y la solución técnica obliga, de acuerdo con el punto 5.12 de la ITC-LAT 07, a la tala de una calle de paso, la determinación del suelo ocupado coincide con la superficie de dicha calle de paso. Por el contrario, cuando no hay que efectuar calle de paso la determinación del suelo ocupado por la línea es el resultado de multiplicar la separación entre los conductores extremos por la longitud de la línea.

En la instalación que nos ocupa no es necesaria la apertura de calle y obtenemos:

346225,95 m2 de suelo sobrevolado por los conductores.

11.3.4. Altitud

El trazado de la línea va entre una cota mínima de 252,3 m hasta otro de cota máxima de 742,3 m (m sobre el nivel del mar).

La cota del apoyo situado a mayor altitud es de: 274,7 mm y la del apoyo situado a menor altitud de: 740.6 mm.

11.3.5. Altura de los conductores sobre el terreno

La altura mínima viene fijada por condiciones de seguridad de acuerdo con el punto 5.5 de la ITC-LAT 07, y para este tipo de líneas, es de 6 m.

En los pasos por encima de árboles, se incrementará la altura de los apoyos de forma que, entre los conductores y las ramas más altas, exista siempre una separación mínima de 2 metros (punto 5.12.1 de la ITC-LAT 07), ya que se consideran las ramas como masa conductora. Para el cumplimiento de esta condición tendremos en cuenta la altura previsible y la velocidad de crecimiento, al objeto de determinar si son necesarias podas periódicas y su frecuencia.

En el caso de la instalación que nos ocupa, la línea discurre por encima de pinos entre los apoyos B y C, y se dejará una distancia mínima entre la copa de los citados árboles y el conductor más bajo de 2 m.

11.3.6. Característica de la línea

La nueva línea aérea de alta tensión (L.A.A.T.) que se proyecta para 132 KV será de doble circuito con conductor LA-145 (147.10 mm2).

11.3.6.1. RESUMEN DE LOS TIPOS DE APOYOS

- Nº apoyos con cadenas de aisladores horizontales 23
- Nº apoyos con cadenas de aisladores verticales 56

12.EMPLAZAMIENTO

El proyecto de línea eléctrica que se proyecta, se desarrollará en la provincia de Jaén en el término municipal de Linares, Úbeda y afectando a su paso a Baeza.

Se acompaña plano a escala, con indicación de las distancias significativas desde el punto de vista medioambiental.

13.MAQUINARIA, EQUIPOS Y PROCESOS

En el proceso de construcción de la línea aérea, línea subterránea y conexión a subestación podemos distinguir las siguientes fases:

13.1. Replanteo

Para el replanteo de la línea se dispondrá de un equipo topográfico tipo GPS con estación fija de referencia y unidad móvil de precisión centimétrica.

13.2. Accesos y evaluación

Los caminos que se efectúen para el acceso a los apoyos o acceder a la subestación se realizarán de modo que se produzcan las mínimas alteraciones del terreno. A tal fin se utilizarán preferentemente los caminos existentes, aunque en algunos casos su desarrollo o características no sean los más adecuados.

Todos los accesos serán acordados, en cada caso, previamente con los correspondientes organismos o propietarios.

Está prohibido alterar las escorrentías naturales del agua, así como realizar desmontes o terraplenes carentes de una mínima capa de tierra vegetal, que permita un enmascaramiento natural de los mismos. Cuando las características del terreno lo

obliguen, se canalizarán las aguas de forma que se eviten encharcamientos y erosiones del terreno.

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

- Señalar el acceso a cada apoyo de manera que todos los vehículos realicen las entradas y salidas por un mismo lugar y utilizando las mismas rodadas.

- Alrededor de cada elemento se limitará el espacio de servidumbre a ocupar para realizar los trabajos y que nunca ocupará más espacio del estrictamente necesario.

- Causar el mínimo daño posible, aunque el camino propuesto por la propiedad sea de mayor desarrollo.

- Mantener cerradas en todo momento las cercas o cancelas de propiedades atravesadas, a fin de evitar movimientos de ganado no previstos.

Podrá utilizarse material de aportación en el acondicionamiento de pasos para el acceso con camión a los apoyos, pero cuando no está prevista una utilización posterior de estos pasos, efectuará la restitución de la capa vegetal que previamente se habrá retirado.

En huertos, frutales, viñas y otros espacios sensibles, el responsable de la Empresa Eléctrica podrá imponer que el acceso sea realizado con vehículos ligeros (Dumper), caballerías, etc.

La excavación de los apoyos, línea subterránea, se realizará mediante máquina retroexcavadora con ruedas o cadenas. En caso de no ser posible el acceso de estas máquinas, se efectuará la excavación manual mediante herramientas manuales o compresores.

El Contratista se compromete a colocar y mantener las señalizaciones y protecciones necesarias, en todos los hoyos, para evitar la caída de personas o animales, asumiendo la responsabilidad civil o criminal en que pudiera incurrirse.

Serán entibados todos los hoyos que presenten o en que puedan presentarse desprendimientos, por seguridad de las personas, y para mantener el terreno con su cohesión natural. Si penetrase agua en los hoyos, ésta deberá ser evacuada inmediatamente antes del hormigonado.

Cuando se efectúen desplazamientos de tierras, la capa vegetal arable será separada de forma que pueda ser colocada después en su yacimiento primitivo, volviéndose a dar de ésta forma su estado de suelo cultivable. La ocupación de suelo será solamente lo previsto en las dimensiones de cimentación de cada apoyo.

La tierra sobrante de la excavación deberá ser trasportada a un lugar donde al depositarla no ocasione perjuicio alguno.

La apertura de hoyos deberá coordinarse con el hormigonado de tal forma que el tiempo entre ambas operaciones se reduzca tanto como la consistencia del terreno lo imponga. Si las causas atmosféricas o la falta de consistencia, lo aconsejaran, puede imponerse la apertura y hormigonado inmediato, hoyo a hoyo.

En ningún caso la excavación debe adelantarse al hormigonado en más de diez días naturales, para evitar que la meteorización provoque el derrumbamiento de los hoyos, pudiendo el representante de la Empresa Eléctrica paralizar los trabajos de excavación si los de hormigonado no avanzan adecuadamente.

13.3. Hormigonado

El hormigonado se realizará con hormigón de planta (resistencia característica de 150 kp/cm2 a los 28 días, con una cantidad mínima de cemento por m3 de 200 kg) mediante camión hormigonera. En los casos en que no sea posible el acceso del mismo, el hormigón se realizará in situ a pie de hoyo.

La primera operación a realizar, inmediatamente antes de comenzar el hormigonado consistirá en el hincado de la pica de toma a tierra en el fondo de la excavación, así como el conexionado de los cables de toma de tierra con dicha pica. Estos cables deberán quedar introducidos dentro de un tubo corrugado de 29 mm de diámetro interior y con una longitud suficiente para sobresalir al menos 25 cm sobre la peana del apoyo.

Se colocará el anclaje sobre el foso debidamente emplazado en alineación, cota y nivelación, fijándolo a continuación al terreno de forma que no pueda sufrir movimiento.

Se rellenará la excavación de hormigón, vertido por capas o tongadas, evitando desplazamientos en la base del apoyo o anclaje. Se cuidará especialmente la compactación del hormigón, para lo cual se apisonará, como mínimo, cada 30 cm evitando cualquier golpe contra el anclaje.

La terminación de la peana que sobresale del terreno tendrá terminación en forma de tronco piramidal, siendo la inclinación de sus caras no inferior al 20%. En terrenos de labor, la peana sobresaldrá un mínimo de 30 cm siendo esta altura en el resto de terrenos no inferior a 20 cm. Se cuidará que las superficies vistas están bien terminadas.

13.4. Armado e izado

Una vez comprobado que los apoyos y elementos no presentan anomalías se procederá al armado de las series de estos elementos, para lo cual se tendrá en cuenta que el izado puede efectuarse de dos formas:

- Armado en el suelo para posteriormente izar la torre completa con grúa.
- Armado e izado por elementos (barras o cuerpos) de la torre mediante pluma.

El sistema de izado de la estructura debe ser adecuado al tipo de las mismas, y una vez instaladas, deberán quedar vertical, salvo en los apoyos de fin de línea o ángulo, que se le dará una inclinación de 0.5 a 1 % de sentido opuesto a la resultante de los esfuerzos producidos por los conductores.

No podrá comenzarse a izar ningún elemento de la estructura hasta que haya transcurrido, como mínimo, una semana desde que se realizó el hormigonado de su anclaje.

En el izado de apoyos con grúa, ésta habrá de tener una longitud de pluma y una carga útil de trabajo para poder izar el apoyo más desfavorable, teniendo en cuenta los coeficientes de seguridad exigibles en este tipo de maquinaria. No está permitido izar con grúa aquellos apoyos que, por encontrarse en zonas de viñedos, frutales, huertas, etc., pudiera provocar daño en los cultivos. Los accesos de las grúas serán los mismos que los usados para la obra civil y los acopios.

En cada apoyo se colocará una placa normalizada de "riesgo eléctrico", utilizando alguna de las soluciones constructivas previstas (flejado o adhesivo), no pudiéndose taladrar el montante del apoyo.

Igualmente se numerará el apoyo, siguiendo la numeración dada por el técnico encargado de la obra.

13.5. Tendido, tense y regulado

Necesariamente, antes de proceder al tendido de los conductores, en todos los apoyos habrán de estar colocadas las placas de indicación de riesgo eléctrico.

No podrá comenzarse el tendido de los conductores hasta transcurrido un tiempo mínimo de una semana entre la terminación del hormigonado de los apoyos y el comienzo del tendido. No obstante, a lo anterior, siempre que sea posible, se procurará que el tiempo transcurrido entre la terminación dl hormigonado y el comienzo del tendido sea lo mayor posible, siendo lo óptimo que hayan trascurrido 28 días.

Las bobinas de conductores, en sus diversos movimientos, deberán ser tratadas con sumo cuidado para evitar deterioros en los cables y mantener el carrete de madera en buen estado de conservación. Para ello, en la carga y descarga, se utilizarán medios mecánicos adecuados para evitar choques bruscos en los carretes que pudieran provocarles daños.

No podrán realizarse los acopios de las bobinas en zonas inundables o de fácil incendio.

Las poleas de tendido del cable de aluminio-acero serán de aleación de aluminio y su diámetro en el interior de la garganta será, como mínimo 20 veces el del conductor. Cada polea estará montada sobre rodamientos de bolas suficientemente engrasadas y las armaduras no rozarán sobre las poleas de aluminio.

Cuando sea preciso efectuar el tendido sobre vías de comunicación, carreteras, autovías, ferrocarriles, caminos, etc.), se establecerán previamente protecciones especiales de carácter provisional que impidan la caída de los conductores sobre las citadas vías de comunicación, permitiendo al mismo tiempo, el paso por las mismas sin interrumpir la circulación. Estas protecciones, aunque de carácter provisional, deben ser capaces de soportar con toda seguridad los esfuerzos anormales que por accidentes puedan ocurrir en caso de caer algún cable sobre ellas. Las protecciones que se monten en las proximidades de carreteras o caminos serán señaladas convenientemente.

En todos los cruzamientos de carreteras se dispondrán de señales de tráfico de obras, limitaciones de velocidad, peligro, etc., que el Organismo Oficial competente de carreteras estime oportuno.

El contratista deberá, con la antelación suficiente que exigen los distintos organismos oficiales, tener planificados los cruces de carreteras, ferrocarriles, líneas eléctricas, etc., con el fin de que puedan organizar los cortes de tráfico, avisos a vigilantes etc.

Excepto en líneas de pequeña entidad en las que, con la aprobación del técnico de la obra, se podrá ejecutar el tendido manualmente, este se realizará con la utilización de freno y máquina de tiro.

Tanto si el tendido se realiza con medios manuales como mecánicos, se contará con un sistema adecuado de comunicaciones que permita en todo momento paralizar los tiros del conductor si cualquier circunstancia así lo aconseja. Asimismo, se contará con un número de personas suficiente para poder ejecutar correctamente los trabajos de tendido, tense y regulado.

Para el tendido con medios mecánicos, se usarán tambores de frenado cuyo diámetro no sea inferior a 60 veces el conductor que se vaya a tender.

Los cables piloto para el tendido serán flexibles y antigiratorios y se unirán al conductor mediante manguitos de rotación para impedir la torsión.

Con objeto de evitar jaulas en conductores durante el tendido, el sistema de suspensión de las bobinas, irá provisto de mecanismos de frenado hidráulico o mecánico.

Durante el tendido será necesaria la utilización de dispositivos para medir el esfuerzo de tracción de los cables en los extremos del tramo cabrestante y freno. El del cabrestante habrá de ser máxima y mínima con dispositivo de parada automática cuando se produzca elevaciones o disminuciones anormales de las tracciones de tendido.

14.MATERIALES EMPLEADOS

14.1. Apoyos

Serán metálicos y galvanizados en caliente, resueltos con fuste en barras atornilladas o electro-soldadas y cabeza en cuerpo único soldado.

14.2. Cadenas

Todos los apoyos están dispuestos para llevar cadenas de aisladores de suspensión en los apoyos de alineación-suspensión (verticales) y cadenas de amarre-anclaje (horizontales) en los ángulos, alineaciones-anclajes, alineaciones-amarres y principio/final de línea.

Las cadenas de aislamiento pueden ser del tipo polimérico o de vidrio, de acuerdo a lo expuesto en la memoria y anexo de cálculo.

14.3. Conductores

En este proyecto se ha considerado el conductor: LA-145 (147.10 mm2), cuyas características son:

Conductor LA-145 (147,10 mm2):

- Designación: LA-145
- Sección (mm^2): 147.1
- Diámetro (mm): 15.75
- Carga de rotura (daN): 5410
- Peso (daN/m): 0,5367
- Módulo de elasticidad (daN/mm^2): 8036
- Coeficiente de dilatación (ºC-1): 0,0000178
- Resistencia kilométrica (Ohm/km): 0,238
- Composición: 30+7

Para la parte subterránea se ha considerado el conductor: , cuyas características se exponen en la memoria descriptiva y se justifican en la memoria de cálculo.

14.4. Autoválvulas

Se consideran autoválvulas en la línea aérea y en la subestación, tanto en la parte de alta tensión, como en la parte de media tensión.

14.5. Cables de tierra

Se ha considerado el cable en la parte aérea de fibra óptica ACST cuyas características se exponen en la memoria descriptiva.

14.6. Terminales

Se utilizan para el paso de línea aérea a línea subterránea, cuyas características se describen en la memoria descriptiva.

14.7. Zanjas

Para la demolición de pavimentos se emplearán compresores insonorizados y cuando se trate de calzadas con morteros asfálticos u hormigones en masa se efectuará previamente un corte con disco.

Se tomarán, las medidas oportunas para no tapar los registros de los servicios colindantes con las zanjas, así como la protección de los árboles que hubiere.

Toda la zanja estará vallada a ambos lados de la misma con vallas metálicas sin solución de continuidad y con cuidado orden de alineación. Se dispondrán las señalizaciones necesarias y de iluminación nocturna.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán los pasos suficientes para vehículos y peatones, así como accesos a edificios, comercios o garajes.

Si con motivo de las obras de apertura de la zanja, aparecen instalaciones de otros servicios, se tomarán las precauciones debidas para no dañarlas, dejándolas al terminar los trabajos en las condiciones que se encontraban primitivamente.

Se procurará que la canalización se efectúe por las aceras, pero cuando esto no sea posible se efectuarán por la calzada. En estos casos las zanjas se efectuarán paralelas a la línea de bordillo y a una distancia de 60 cm.

Cuando se utilicen tubos, estos serán de PVC auto resistente (corrugado exterior y pared lisa interior) con un diámetro de 200 mm.

En aquellos casos que sean de prever pasos por encima de las canalizaciones de vehículos de gran tonelaje se hormigonarán los tubos con hormigón de resistencia H-100 cuando el citado hormigón provenga de planta o con una dosificación del cemento de 200 kg. /m^3 cuando se realice a píe de obra. Se evitará la entrada de hormigón en los tubos.

Cuando simultáneamente deban instalarse cables de AT y BT por el mismo trazado se construirá la canalización con sección tal como la indicada en los planos correspondientes.

Las tierras procedentes de la excavación se retirarán diariamente, ya que no se utilizarán para el relleno posterior.

En la reposición de las aceras el pavimento será del mismo tipo y textura que el existente. Se dispondrá de una base de hormigón H-150 de 10 cm. de espesor. Se colocarán las losetas enteras de manera que no quede sin reponer ninguna loseta afectada por las obras, o ninguna en mal estado que sea adyacente, aunque no haya sido afectada por la obra.

En la reposición de calzadas o zonas de rodadura, con pavimento de aglomerado asfáltico en caliente, el repuesto será de las mismas características del existente, con su correspondiente base de hormigón si la hubiera.

El tipo de aglomerado, será el correspondiente al D-12 del Pliego de condiciones de Prescripciones Técnicas generales para Obras de Carreteras y Puentes, con áridos graníticos. El tendido del aglomerado se efectuará mecánicamente, solo se efectuará manualmente en superficies pequeñas. Se procurará que las juntas longitudinales no coincidan con las zonas de paso de las ruedas de los vehículos.

En aquellas calles que exista pavimento de hormigón, las reposiciones se efectuarán por losas completas. Entendiéndose por losa completa la superficie comprendida entre las juntas longitudinales y transversales de dilatación o contracción, siendo el pavimento repuesto de las mismas características del que había construido anteriormente.

Cuando el tendido se efectúe por tubulares, en los cambios de dirección o cada 100 metros en los tendidos en línea recta, se efectuarán arquetas de registro cuya función será la de facilitar los trabajos de tendido.

Como puede observarse en las distintas secciones de las canalizaciones a efectuar en todos los casos quedará señalizada la conducción eléctrica mediante señalizadora de cables según la Recomendación UNESA 205A o con una placa de protección de cables según la Recomendación UNESA 0206.

15.RIESGOS AMBIENTALES Y SU CORRECCIÓN

15.1. Ruidos y vibraciones

Determinación y control de ruidos y vibraciones.

15.1.1. Objeto

El objetivo será definir la sistemática para el control del ruido y vibraciones de las instalaciones de Distribución, fijar aquellos parámetros que permiten realizar el seguimiento y establecer la secuencia de actuación en caso de que los resultados no sean satisfactorios.

15.1.2. Ámbito de aplicación

Se aplica a:

- Centros de transformación: Para determinar los niveles de inmisión de ruido y vibraciones en el exterior de los mismos.

- Líneas eléctricas de alta tensión: Para determinar los niveles de ruido.

15.1.3. Definiciones

- Ruido: Mezcla compleja de sonidos con frecuencias fundamentales diferentes. En sentido amplio, puede considerarse ruido cualquier sonido que interfiere en alguna actividad humana.

- Nivel de fondo: En el nivel sonoro existente en el punto de medición suprimiendo la emisión de la fuente ruidosa objeto de comprobación.

- Nivel sonoro en dBA: Nivel de presión sonora, modificado de acuerdo con la curva de ponderación A, que corrige las frecuencias ajustándolas a la curva de audición del oído humano.

- dBA(A): decibelio A: Unidad de medida de niveles de ruido correspondiente a la escala establecida mediante el empleo de la curva de ponderación A que compensa las diferencias de sensibilidad que el oído humano tiene para las distintas frecuencias dentro del campo auditivo.

- Frecuencia: Es el número de pulsaciones de una onda acústica senoidal ocurridas en un tiempo de un segundo.

- Vibraciones: Se entiende, en general, por sensación de vibración, la sensación de excitación vibrátil que se produce por contacto directo del cuerpo humano con un cuerpo sólido que vibra.

- Efecto corona: Alrededor de los conductores de una línea de alta tensión el campo eléctrico es muy intenso y se produce una ionización de las moléculas de aire, que originan minúsculas descargas eléctricas intermitentes. Este fenómeno conocido con el nombre de efecto corona produce un ruido audible muy característico. El nivel de ruido audible generado por el efecto corona depende esencialmente de la intensidad de campo eléctrico en la superficie del conductor, también depende de las condiciones climatológicas. Durante períodos secos el nivel de ruido audible es considerablemente inferior que durante condiciones de humedad.

15.1.4. Descripción

15.1.4.1. MEDICIÓN DE RUIDOS

Se realizan medidas del nivel de ruido en el ambiente exterior y/o interior siempre que se produzca una queja justificada en materia de ruidos.

Por iniciativa de la Dirección Territorial de Distribución debido principalmente a que:

- Exista una variación de las condiciones acústicas de equipos instalados en la instalación.

- Exista cualquier modificación o ampliación de las instalaciones.

En cualquiera de los casos los responsables de la Instalación podrán solicitar la medición del ruido.

En aquellos casos en los que, por observación directa, se determine la necesidad de aplicar medidas correctivas, no se realizará la medición y se procederá según se especifica en el procedimiento "Tratamiento de no conformidades, acciones correctoras y preventivas".

15.1.4.2. EQUIPOS DE MEDICIÓN

Las mediciones de niveles sonoros se realizan utilizando sonómetros de precisión de Clase 1 o Clase 2 que cumplan con las Normas vigentes sobre sonómetros integradores.

Las características mínimas de los equipos de medición serán los establecidos en las diversas ordenanzas nacionales y territoriales sobre ruidos.

15.1.4.3. CALIBRACIÓN DE EQUIPOS

Se garantizará que los equipos estén correctamente calibrados ("Seguimiento de los equipos de inspección y medición").

Los sonómetros son auto-calibrados antes de realizar cualquier medición y al finalizar la misma, conforme se indica en sus manuales.

La calibración puede variar según la marca del equipo, aunque de forma general se procede del siguiente modo:

- Seleccionar la posición de calibración del equipo.
- Acoplar el calibrador al micrófono y ponerlo en marcha mediante el interruptor.
- Esperar unos 30 segundos. El valor leído debe coincidir con el nivel seleccionado en el calibrador, de no ser así ajustar el sonómetro hasta que coincida con el nivel correcto.
- Aceptar la calibración.

15.1.4.4. FACTORES A TENER EN CUENTA EN LA TOMA DE MEDIDAS DE RUIDO

15.1.4.4.1. EFECTOS DEL OBSERVADOR

La mayor parte de las medidas se hacen con el sonómetro en la mano. La posición relativa de la persona que hace las medidas respecto al sonómetro puede afectar a los resultados, especialmente en medidas al aire libre y cerca de superficies reflectoras. El operador puede apantallar las ondas sonoras, especialmente en las frecuencias agudas.

En estas circunstancias, las diferencias pueden llegar a 5dbB. Para reducir la influencia al mínimo se separa el sonómetro del cuerpo lo máximo posible. En locales cerrados este efecto es menos perturbador, ya que las reflexiones del sonido en las paredes facilitan que el sonido llegue al micrófono por un lado u otro.

15.1.4.4.2. ONDAS ESTACIONARIAS

En espacios cerrados y pequeños, especialmente cuando hay transmisiones por estructura, las reflexiones entre paredes dan origen a ondas estacionarias, es decir, puntos del espacio con niveles máximos y otros con niveles mínimos. El resultado es que, desplazando lentamente el sonómetro de 50 a 80 cm, se observan variaciones de nivel que pueden llegar a 10 dB(A).

15.1.4.4.2.1. Condiciones meteorológicas

Humedad y temperatura

En general, hasta un 90% de humedad relativa no es necesario tomar precauciones especiales ya que la precisión de los sonómetros se ve modificada menos de 0,5 dB. No se expondrá a los equipos de medida a temperaturas superiores de 50ºC, ni siquiera temporalmente, como el caso de dejarlo expuesto al sol en el interior de un vehículo, ya que se producen cambios de sensibilidad tanto a corto como a largo plazo.

Viento

La incidencia del viento en el micrófono, en las medidas al aire libre, incrementa notablemente el nivel de frecuencias bajas a causa de turbulencias cerca del diafragma del micrófono. Las medidas en el exterior se realizan siempre con el micrófono protegido con pantallas antiviento. Estas pantallas, en forma de bola de porosidad elevada y de unos 5 a 10 cm. de diámetro, evitan errores de lectura para vientos de tipo moderado.

En general para velocidades del viento superiores a los 3 m/s se desistirá de la medición.

15.1.4.5. EVALUACIÓN DEL RUIDO

La evaluación del ruido consiste en la comparación de los niveles medidos con los niveles máximos admisibles fijados en las normativas.

Los instrumentos legales actuales que regulan los niveles de inmisión de ruido son básicamente, las ordenanzas municipales de protección contra el ruido. La mayor parte de los municipios disponen de ordenanzas que regulan los niveles de estos ruidos. Los niveles generalmente están en función de la zona y del horario en que se producen. Las zonas generalmente son:

- Zonas residenciales.
- Zonas residenciales con pequeñas actividades compatibles con residencias o zonas mixtas.
- Zonas industriales no compatibles con residencias.

Existen dos horarios de referencia definidos (diurno y nocturno) que dependerán de las diferentes ordenanzas municipales. En términos generales el horario diurno queda comprendido entre las 8 horas y las 22 horas y el nocturno entre las 22 horas y las 8 horas del día siguiente.

15.1.4.6. DEFINICIÓN DE LA ZONA Y PUNTOS DE MEDICIÓN

Las mediciones se realizan en interiores y/o exteriores del espacio afectado por el ruido.

15.1.4.6.1. MEDIDAS EN EL EXTERIOR

Las medidas en el exterior se hacen a una altura de 1.2 m del suelo y, si es posible, a una distancia mínima de 3.5 m de las paredes, edificios o cualquier estructura reflectante del sonido.

15.1.4.6.2. MEDIDAS EN EL INTERIOR

Las mediciones interiores se realizan a una distancia de las paredes de 1 m y a 1,2 m del suelo. Se selecciona la pared que se considere fundamental en la transmisión del ruido. En caso de no haya una pared fundamental se toma como referencia la pared opuesta en la que se manifieste más el ruido de fondo ortogonal hacia la pared (ángulo horizontal) y ligeramente el sonómetro paralelamente a la pared transmisora tratando de localizar el punto de mayor presión acústica. Este movimiento se realiza a lo largo de 0,5 m, en cada sentido. En el lugar donde se aprecia mayor intensidad acústica se fijará la estación de medida.

15.1.4.7. DURACIÓN DE LA MEDICIÓN

La duración de la medición depende de la regularidad de la variación del nivel sonoro.

El intervalo de la medición debe ser de 15 minutos. En caso de fenómenos periódicos la duración de la medición se debe extender por lo menos a un ciclo característico del ruido. En los casos en los que exista normativa al respecto, la duración de la medición estará determinada por los tiempos e indicaciones que esta establezca.

15.1.4.8. DETERMINACIÓN DE NIVELES DE RUIDO

15.1.4.8.1. SUBESTACIÓN

Los puntos de medición se eligen atendiendo a las posibles molestias que pueda originar a la población, incluyendo en los mismos y si se considera necesario, puntos en el interior de las viviendas próximas a la instalación.

15.1.4.8.2. LÍNEAS ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN

El ruido audible originado por las líneas eléctricas de alta tensión consiste en un zumbido de baja frecuencia y un chisporroteo denominado "Efecto Corona" que es perceptible bajo los conductores, pero a unos pocos metros de distancia este ruido es enmascarado por el nivel de fondo.

Se elegirán predominantemente los lugares en los que el ruido es más elevado, y si fuera preciso, en el momento y situación en que las molestias son más acusadas. Por esta causa, para determinar el novel de ruido se realiza la medición bajo los conductores y a distancias equidistantes del centro de la línea y a ambos lados de la misma.

15.1.4.9. MEDICIÓN Y DETERMINACIÓN DE VIBRACIONES

Las vibraciones son percibidas, a través de los forjados y paredes de las viviendas.

En muchas ocasiones se perciben además los ruidos de bajas frecuencias que generan las vibraciones al excitar paredes, suelos y demás elementos constructivos. Su percepción por más de una vía refuerza el sentimiento de molestia por parte de los afectados. Los criterios de vibraciones admisibles en las viviendas se hallan en las ordenanzas municipales.

Solo se realizarán medidas de vibraciones cuando se produzca una queja justificada, o en la puesta en marcha de una instalación si es requerido por algún requisito administrativo o es necesario comprobar que el inferior al máximo permitido en las ordenanzas municipales.

15.1.4.10. INFORMES DE LAS MEDIDAS

El resultado de las mediciones efectuadas se hace constar en un informe cuyos contenidos mínimos son los siguientes:

a. Características instalación: código, nombre y término municipal.

b. Antecedentes: topología zona de medida, descripción del entorno.

c. Entorno: características urbanísticas y topología de la zona de medida, descripción del entorno.

d. Fuentes de ruido: localización, descripción general, característica de fuente de ruido, característica del ruido (continuo, intermitente, etc.).

e. Receptores: localización, lugares de medida: exterior, interior, etc.

f. Equipo de medida: sonómetro (marca, modelo, tipo), calibrador (marca, modelo).

g. Datos de medida: observaciones, incidencias, condiciones meteorológicas, etc.

h. Conclusiones: actuaciones que se derivan de la evaluación, adopción o no de medidas correctoras.

15.1.4.11. ACTUACIONES EN CASO DE INCUMPLIMIENTO

En caso de incumplimiento de los límites establecidos por la Ordenanza Municipal correspondiente y por la legislación vigente aplicable se procede según se especifica e el procedimiento NE-108 "Tratamiento de no conformidades, acciones correctoras y preventivas".

15.2. Emisiones a la atmósfera

15.2.1. Campos eléctricos

15.2.1.1. OBJETO

El objetivo es definir un método normalizado de medida de campos eléctricos (CE) y magnéticos (CM) en las Instalaciones Eléctrica, para determinar el grado de perturbación que podría producir la emisión de un campo eléctrico y/o de inducción magnética en las mismas. De esta forma se pretende asegurar que la operación en las instalaciones propias no supere los límites estipulados en la recomendación europea que son a frecuencia industrial de 50 Hz.

15.2.1.2. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Este procedimiento es de aplicación a la medición de campos eléctricos y magnéticos existentes en las proximidades de líneas de distribución, centros de transformación y red de baja tensión propias del sistema eléctrico.

15.2.1.3. DEFINICIONES

- Intensidad de campo eléctrico: Si se tiene un conjunto de cargas eléctricas y se coloca una carga de prueba inmóvil en dicha región, esta carga experimentará una fuerza, que será proporcional a la carga q, de forma que el cociente F/q es invariable y representa una propiedad del espacio denominada campo eléctrico. Este campo se expresa en voltios por metro. La intensidad de campo eléctrico en un punto del espacio, es un vector definido por sus componentes espaciales a lo largo de tres ejes ortogonales.

- Frecuencia: Número de ciclos completos de variación sinusoidal por unidad de tiempo. Los componentes de los campos eléctrico y magnético tienen una frecuencia fundamental igual a la de las tensiones y corrientes de la línea de transmisión de energía eléctrica. La frecuencia más utilizada en líneas de corriente alterna son 60 (en América del Norte) y 50 Hz (en Europa).

- Densidad de flujo magnético: Los campos magnéticos son producidos por cargas en movimiento, es decir, por corrientes eléctricas. El campo magnético en un punto dado del espacio puede ser definido como la fuerza que se ejerce sobre un elemento de corriente situado en dicho punto. Esta magnitud, conocida como campo magnético H, se expresa en amperios por metro (A/m). Normalmente, el campo magnético se representa por la inducción magnética o densidad de flujo magnético B. Ambos términos se relacionan a través de la permeabilidad magnética, la cual depende del medio.

- Valor máximo de la intensidad del campo eléctrico: En un punto dado, módulo del semieje mayor de la elipse del campo eléctrico.

- Valor máximo del campo magnético: En un punto dado, módulo del semieje mayor de la elipse del campo magnético.

15.2.1.4. DESCRIPCIÓN

15.2.1.4.1. MEDICIÓN DE CAMPOS ELÉCTRICOS Y MAGNÉTICOS

Se realizan medidas del nivel de campo electromagnético en el ambiente exterior y/o interior siempre que:

- Se produzca una queja justificada.

- Por iniciativa de la Dirección Territorial de Distribución debido a que exista una variación de las características de los equipos instalados o cualquier otra modificación o ampliación de las instalaciones.

Se responden todas las reclamaciones, quejas o solicitudes de información intentando disminuir la preocupación del reclamante. Si la reclamación persiste o se prevé que puede adquirir trascendencia el responsable de zona o departamento implicado valorará la necesidad de realizar la medición.

En cualquier caso, los responsables de la Instalación podrán solicitar la medición.

15.2.1.4.2. EQUIPOS DE MEDIDA

Se deberá utilizar, para efectuar mediciones, equipos de medición numérica o de agujas que posean, como mínimo, los siguientes rangos de medición:

- Campo eléctrico: de 1 V a 50 kV.

- Campo magnético: de 0.01 μT a 200 μT.

- Ancho de banda de frecuencias: 50 Hz.

15.2.1.4.3. CALIBRACIÓN DE LOS EQUIPOS

Se garantizará que los equipos estén correctamente calibrados conforme a la instrucción técnica NNA-108 "Seguimiento y calibración de los equipos de medición".

15.2.1.4.4. MÉTODO GENERAL DE MEDIDA

"Protocolo de medida de Campos Eléctricos y Magnéticos" que establece los criterios para la realización de campos magnéticos en las siguientes instalaciones:

- Líneas aéreas de transporte y distribución.
- Subestaciones transformadoras.
- Centros de transformación
- Red de baja tensión.
- Viviendas.

Y para mediciones de campo eléctrico:

- Líneas aéreas de transporte y distribución.

15.2.1.4.5. EVALUACIÓN DE LAS MEDIDAS

La evaluación de los niveles de campo eléctrico y magnético consiste en la comparación de los niveles medidos con los niveles máximos admisibles fijados en las recomendaciones existentes en el ámbito estatal y europeo.

La normativa de referencia es la siguiente:

- Recomendación del Consejo de la U.E., de 12 de julio de 1999, relativa a la exposición del público en general a campos electromagnéticos de 0 a 300 Hz (199/519/CE).
- Real decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del domino público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas. Dicha normativa o modificaciones posteriores, es la que se utilizará para la comparación de los valores obtenidos.

15.2.1.4.5.1. Actuaciones relativas a las medidas de campo electromagnético

En caso de incumplimiento de los límites establecidos por la normativa antes descrita se procederá según se especifica en el "Tratamiento de no conformidades, acciones correctoras y preventivas".

15.3. Utilización de agua y vertidos líquidos

15.3.1. Envasados, etiquetados, depósito temporal y almacenamiento de los residuos peligrosos

15.3.1.1. OBJETO

El objeto es definir los criterios a seguir respecto al envasado, etiquetado, depósito temporal y almacenamiento de los residuos peligrosos que se producen en las instalaciones.

15.3.1.2. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Es de aplicación a la gestión de los residuos peligrosos, producidos en las instalaciones de transporte, transformación y distribución eléctrica.

15.3.1.3. DEFINICIONES

- Centro productor de residuos: Agrupación de varios centros generadores de residuos desde donde se realiza su gestión unificada.
- Depósito temporal: Lugar de almacenamiento de los residuos peligrosos, dentro del período permitido por la legislación.
- Envasado: Acción de introducir alguna sustancia en un envase para su conservación o transporte.
- Envase: Recipiente para contener cualquier sustancia.
- Etiquetado: Poner el rótulo o marcar el recipiente para valorar e identificar la sustancia que contiene.

15.3.1.4. DESCRIPCIÓN

15.3.1.4.1. UBICACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS

Cada centro productor consta de un área, adecuada para el almacenamiento de residuos y señalizada con el cartel “Almacén de Residuos”. Se depositan los residuos recibidos, debidamente clasificados y etiquetados, en contenedores apropiados para cada tipo. La ubicación en cada caso corresponderá con las necesidades de operación y mantenimiento de cada proceso del negocio en los territorios.

15.3.1.4.2. ALMACENAMIENTO

Envasado

Cada centro productor de residuos posee contenedores adecuados según la normativa, para todos los tipos de residuos que reciba. Los residuos peligrosos deben separarse adecuadamente evitando las mezclas y, en particular, aquellas que supongan un aumento de la peligrosidad de los mismos o puedan dificultar su gestión posterior.

Los envases y sus cierres se crean de forma que se evite cualquier tipo de pérdida del contenido. Asimismo, serán sólidos y resistentes a las manipulaciones necesarias sin que se produzcan fugas.

Los recipientes destinados a envasar residuos peligrosos en forma de gas comprimido, licuado o disuelto a presión, deben cumplir las obligaciones derivadas de una normativa específica (reglamento sobre aparatos a presión).

Etiquetado

Todos los contenedores están correctamente etiquetados. La etiqueta se coloca de forma que se lea horizontalmente.

La etiqueta debe estar fijada sobre el envase, pudiéndose anular, etiquetas o indicaciones anteriores de forma que no produzcan error. Las dimensiones de la etiqueta nunca son inferiores a 100 x 100 mm utilizándose preferiblemente formatos normalizados DIN-A6 y DIN-A5. Cada pictograma debe ocupar por lo menos una décima parte de la superficie de la etiqueta.

Para indicar la naturaleza de los riesgos se usan en los envases los siguientes pictogramas:

- Explosivo
- Comburente
- Extremadamente inflamable
- Fácilmente inflamable
- Tóxico
- Muy tóxico
- Nocivo
- Irritante
- Corrosivo
- Peligroso para el medio ambiente

- Radioactivos

Condiciones de almacenamiento

El tiempo de almacenamiento de los residuos peligrosos no podrá ser superior de seis meses, salvo autorización especial del órgano competente de la Comunidad Autónoma. En caso de ser necesarias, se establecerán zonas de almacenamiento diferenciadas e independientes.

El almacenamiento se hará de forma que se evite generación de calor, explosiones, igniciones, formación de sustancias tóxicas o cualquier efecto que aumente su peligrosidad o dificulte su gestión.

Para su construcción o adaptación se utilizará la "Especificación para construcción o adecuación de almacenes para residuos peligrosos", considerando en cada caso las condiciones pluviométricas y climatológicas, adaptando la cubierta y la superficie de cerramiento a cada ubicación. Se tendrán en cuenta las direcciones predominantes del viento, tanto para la disposición de la puerta de acceso como para la configuración de la cubierta y la ventilación.

El responsable de almacén realizará inspecciones anuales de los almacenes de Residuos Peligrosos cumplimentando el registro destinado para tal fin "Inspección del almacén de Residuos Peligrosos").

15.3.2. Control PCB contenido en aceite dieléctrico usado y equipos desechados

15.3.2.1. OBJETO

Consiste en describir el control que debe realizarse al aceite dieléctrico y equipos sospechosos de contener PCBs, destinados a la eliminación, con el fin de garantizar la correcta gestión de los mismos.

15.3.2.2. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Esta instrucción técnica deberá ser aplicada al aceite dieléctrico usado y a todos los aparatos con aceites sospechosos de contener PCBs cuyo destino sea la eliminación o descontaminación. En caso de que el servicio está externalizado, el contratista debe cumplir con los requisitos y procedimientos establecidos en la presente Instrucción Técnica. Se excluyen de la presente Instrucción aquellos equipos que se encuentran en funcionamiento en las distintas instalaciones o almacenados según el uso.

15.3.2.3. DEFINICIONES

- PCB (Policlorobifenilos): Líquido aislante formado por una mezcla de varios isómeros y compuesto homólogos, obtenidos por sustitución de, al menos, dos átomos de hidrógeno de la molécula de bifenilo por átomos de cloro.

- Aparatos con PCB: Cualquier aparato que contenga o haya contenido PCB tales como, os transformadores, condensadores, etc., en una cantidad superior a 0.05 %.

- Almacén de PCBs: Lugar específicamente habilitado para el almacenamiento temporal de los aparatos que contienen PCB que van a ser eliminados.

15.3.2.4. DESCRIPCIÓN

15.3.2.4.1. CARACTERIZACIÓN DEL CONTENIDO DE PCB EN ACEITE USADO EN BIDONES O DEPÓSITOS

El aceite usado se analiza para determinar si contiene PCB en cantidad mayor al 0.05 % en peso (50 ppm).

15.3.2.4.2. ANÁLISIS CON KIT QUÍMICO

Se efectúan las siguientes operaciones:

- Antes de su incorporación a un depósito o la retirada por gestor del aceite dieléctrico almacenado se realiza un análisis mediante kit de cloro para determinar la posibilidad de que se halle contaminado con PCB.

- Se toma una muestra de aceite y se aplica un kit químico siguiendo instrucciones especificadas en el mismo. Se extrae una pequeña muestra con una mínima cantidad de 5ml del kit Clor-n-oil 50, a través de un dispositivo de vaciado.

- Si el resultado del análisis es negativo, se puede determinar que el aceite no contiene PCB y que por tanto se puede incorporar al depósito y gestionarse como exento de PCB. En caso de determinación de la presencia de estos compuestos se toma una muestra que se enviará a analizar a un laboratorio homologado para determinar su cantidad precisa. La muestra lleva una etiqueta identificativa para su posterior identificación.

- Una vez confirmada la presencia de PCB mediante análisis cromatográfico el contenido del bidón será retirado lo antes posible por un gestor autorizado para PCBs. El kit utilizado es gestionado como residuo de laboratorio. Durante la realización del ensayo hay que cumplir las normas de seguridad relativas a la manipulación de estos compuestos, así como evitar toda posible contaminación.

- Envío de las muestras contaminadas al laboratorio.

- Se establecerá una zona adecuada para el almacenamiento de las muestras y se deberá poner en contacto con el laboratorio designado para el análisis cromatográfico para que procedan a la recogida de las mismas.

15.3.2.4.3. CARACTERIZACIÓN DEL CONTENIDO DE PCB DE LOS EQUIPOS

Recepción de aparatos en Almacén Regulador

Los transformadores, condensadores y otros equipos especiales con aceite son transportados hasta el almacén regulador de cada zona. Una vez allí se determinará su utilizad (conservación. Reparación o retirada) según el Procedimiento Interno para el tratamiento de Transformadores de Distribución.

Los transformadores y equipos considerados como desechables son almacenados por separado y en condiciones adecuadas. El responsable de Logística se encarga de registrar los datos del aparato recepcionado, de acuerdo a su Ficha Inventario y/o a su placa de características, en la base de datos del Almacén.

Toma de muestras y envío al laboratorio

Antes de ser retirados por el gestor, se lleva a cabo una toma de muestras y un análisis de las mismas en un laboratorio homologado para verificar si existe o no contaminación por PCBs o PCTs.

Para ellos el responsable del almacén se pondrá en contacto con el laboratorio de análisis designado para que procedan a la toma de muestras y a la recogida de las mismas.

15.4. Generación, almacenamiento y eliminación de residuos

15.4.1. Gestión de los residuos

15.4.1.1. OBJETO

El objeto de la presente Instrucción es definir el modo de realizar la gestión de residuos peligrosos como:

- Líneas de transporte y distribución

- Centros de transformación
- Red de baja tensión

15.4.1.2. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Esta Instrucción Técnica es de aplicación a todas las instalaciones de la empresa que generen y almacenen residuos peligrosos como:

- Líneas de transporte y distribución
- Centros de transformación
- Red de baja tensión

15.4.1.3. DEFINICIONES

- Residuos peligrosos: So aquellos que se encuentran en la lista de residuos peligrosos, así como los envases que los hayan contenido, los que hayan sido clasificados como peligrosos por la normativa comunitaria, los que pueda aprobar el Gobierno de conformidad con la establecido en la Norma europea o en convenios internacionales de los que España sea parte y los definidos en las legislaciones Autonómicas correspondientes.

- Productor del residuo: Cualquier persona, física o jurídica cuya actividad produzca residuos o que efectúe operaciones de tratamiento previo, de mezcla, o de otro tipo que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de residuos.

- Gestor: Persona o entidad, autorizada por la Administración. Que realice cualquiera de las operaciones que componen la gestión de residuos. Sea o no productor de los mismos.

- Gestión: La recogida, el almacenamiento, el transporte, la valorización y/o eliminación de los residuos, incluida la vigilancia de estas actividades, así como la vigilancia de los lugares de depósito o vertido después de su cierre.

- Gestión interna: Conjunto de operaciones de agrupamiento y almacenamiento temporal de los residuos realizada por los productores al objeto de facilitar las operaciones de gestión posterior.

- Centro generador de residuos: Cualquier instalación productora de residuos.

- Centro productor de residuos: Agrupación de varios centros generadores de residuos donde se realiza su gestión unificada.

15.4.1.4. DESCRIPCIÓN

15.4.1.4.1. TIPOS DE RESIDUOS

Los distintos residuos industriales peligrosos que se gestionan conforme a la presente Instrucción Técnica son:

- Aceite dieléctrico usado.

- Disolventes usados.
- Trapos, papel, serrines, filtros de aceite y otros absorbentes contaminados con disolventes, grasas y aceites.
- Tubos fluorescentes y lámparas de vapor de mercurio.
- Baterías usadas.
- Pilas usadas
- Residuos con amianto.
- Envases contaminados (de pinturas, productos químicos, etc.).
- Residuos de laboratorio y productos químicos caducados.
- Transformadores y otros equipos usados que contengan aceite dieléctrico.
- Residuos con PCBs o PCTs y elementos que los contengan.
- Postes impregnados con creosotas.
- Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos con componentes peligrosos (RAEEs).
- Tóneres usados.

15.4.1.4.2. RECOGIDA SELECTIVA Y TRASLADO DE RESIDUOS

Los operarios de mantenimiento son los responsables de recogen en contenedores adecuados los residuos peligrosos por ellos generados y transportarlos hasta los puntos de recogida en los Centros Laborales o directamente al almacén de residuos peligrosos.

Las pequeñas cantidades de aceite usado que se produzcan en las labores de mantenimiento, se recogen en un bidón destinado a tal efecto, hasta que el mismo esté completo para su traslado al Centro Productor que corresponda. El mismo procedimiento se sigue para los disolventes y otros productos líquidos que se desechen.

Desde los puntos de recogida. Los residuos peligrosos. Se envían a los almacenes de residuos peligrosos de cada zona o Isla. De forma general. Serán los mismos servicios generadores de los residuos quienes trasladen los residuos al Almacén RP.

En algunos casos, es el servicio de almacenes el encargado de trasladas los residuos hasta el correspondiente almacén. Se tomarán las medidas necesarias para evitar el daño en los recipientes y embalajes. La carga siempre irá cubierta y se asegurará la misma con el fin de evitar movimientos o que pueda ser golpeada durante el transporte, en especial en recorridos de difícil acceso o en mal estado.

15.4.1.4.3. ALMACENAMIENTO

Los residuos permaneces en el almacenamiento temporal. Hasta la retirada definitiva por parte del gestor autorizado. En cualquier caso, los residuos no pueden permanecer almacenados por más de seis meses en dicho punto, salvo autorización del Órgano Competente de la CCAA en la que está ubicado.

El almacén de residuos peligrosos debe estar separado del resto por un cerramiento y debidamente identificado. El suele será estanco, impermeable, con pendiente y drenar a un lugar seguro.

15.4.1.4.4. REGISTRO

El responsable del almacén de residuos peligrosos actualiza la Base de Datos de control de almacenamiento o libro de registro de residuos peligrosos cada vez que hay una entrada de nuevos residuos o que vayan a ser retirados por el gestor autorizado.

La base de datos consta de dos partes, una para registro de control del almacenamiento y otra para registro de los residuos peligrosos entregados a gestor.

Los campos mínimos que contendrán los registros son los siguientes:

- Registro de control de almacenamiento
    - Almacén: Lugar donde se almacena el residuo.
    - Residuo: tipología.
    - Tipo de envase: bidones, cajas, palets, unidades.
    - Cantidad: entrada, salida y almacenada.
    - Fecha: de entrada, de salida y límite legal de almacenamiento.
- Registro de residuos entregados a gestor:
    - Fecha de retirada.
    - Centro productor: instalación de donde procede el residuo.
    - Residuo: tipología.
    - Cantidad: Kg retirados.
    - Nº justificante: número documento de control y seguimiento o justificante de entrega.

- Código: códigos de los residuos según C.E.R. y normativa estatal.
- Datos del gestor: Nombre, NIF, número de autorización y datos del vehículo y remolque (matrículas).

15.4.1.4.5. DECLARACIÓN ANUAL DE RESIDUOS PELIGROSOS

Con los datos actualizados de la gestión que se realiza de cada tipo de residuo se elabora cada año la Declaración Anual de Residuos Peligrosos que se entrega a la administración autónoma competente de acuerdo a los establecidos en cada instrucción territorial.

15.4.1.4.6. ENVASADO DE RESIDUOS PELIGROSOS

Se tienen en cuanta las normas de seguridad incluidas en la Instrucción "Envasado, etiquetado y depósito temporal de Residuos Peligrosos".

15.4.1.4.7. ETIQUETADO DE RESIDUOS PELIGROSOS

Los recipientes o envases que contengan residuos peligrosos están etiquetados de forma clara, legible o indeleble. Para ellos se siguen las indicaciones de la Instrucción "Envasado, etiquetado y depósito temporal de Residuos Peligrosos".

15.4.1.4.8. RETIRADA DE RESIDUOS POR GESTOR AUTORIZADO

El responsable del almacén de residuos peligrosos supervisa la operación de carga, comprobando que:

- La carga se realiza exclusivamente con los envases que corresponden.
- La carga se realiza correctamente y siguiendo las normas de seguridad adecuadas.

Una vez finalizada la operación de carga, el responsable del almacén de residuos exigirá al gestor los justificantes de entrega de residuos, realizando las siguientes actuaciones:

- Recoger el albarán de entrega.
- Recoger el documento Justificante de Entrega, para los residuos que tienen como destino un centro de tratamiento o depósito intermedio de la Comunidad Autónoma.
- El responsable del Almacén sellará y firmará la casilla correspondiente al residuo del Documento de Control de Recogida de Residuos Peligrosos.
- El responsable del Almacén sellará y firmará la casilla correspondiente al residuo de la Hoja de Control de Recogida de Aceites Usados "Documento A".

Los justificantes de retirada deben estar cumplimentados, tantos los datos correspondientes al gestor como al productor. Si no fuera posible la cumplimentación del justificante por parte del gestor en la recepción de los residuos, no podrá determinarse el peso exacto de la partida y se exigirá el justificante de entrega sin el peso, indicando "pendiente de peso".

Tipología y gestión particularizada de los residuos peligrosos

Seguidamente se indica la gestión interna de cada uno de los residuos peligrosos generados por las actividades asociadas al transporte y distribución de energía eléctrica:

- Aceites usados

Los aceites usados recogidos en las Subestaciones Transformadoras se almacenan en tanques o bidones debidamente etiquetados. El responsable de gestionar los aceites usados mantiene un registro con indicaciones relativas a la cantidad, calidad, origen, localización y fechas de entrega y recepción de los aceites usados. Se evitará la mezcla de aceite contaminado con PCB, aislándolo en su recipiente original y evitando la contaminación de tanques o bidones de mayor tamaño. De forma periódica o cuando se indique, los servicios productores de los mismos. Son recogidos por un gestor autorizado para su posterior destrucción o valorización.

- Disolventes usados

Para la recogida de disolventes usados, se dispone de bidones etiquetados adecuadamente para los disolventes halogenados y para los disolventes no halogenados. Cuando lo requieren los servicios productores, estos son trasladados al Almacén para su centralización y almacenamiento. Desde aquí son recogidos por un gestor autorizado para su posterior destrucción o valorización.

- Trapos, papel, serrines, filtros y otros absorbentes contaminados con aceites y grasas

Los absorbentes generados son recogidos en bidones identificados como absorbentes en la etiqueta. Para la recogida puntual, se dispone de bidones que se encuentran distribuidos en los servicios productores de este tipo de residuos. Dichos residuos, son trasladados al Almacén de forma periódica o cuando lo indiquen los servicios productores de los mismos, para su centralización y almacenamiento. Desde aquí son recogidos por un gestor autorizado para su posterior destrucción o valorización.

- Residuos con amianto

La generación de estos residuos es muy esporádica ya que no se realizan nuevas instalaciones con este material. En los casos puntuales que puedan producirse residuos con amianto (desmantelamiento subestaciones o centros laborales) se llevará a cabo la retirada del mismo por una empresa especificada.

Los envases contaminados generados son trasladados a un bidón o recipiente adecuado situado en los puntos de recogida. Desde allí se envía a los Almacenes de cada zona para su posterior recogida por un gestor autorizado.

- Residuos de laboratorio y productos químicos caducados

Puntualmente pueden generarse residuos de laboratorio. Estos productos son depositados en un contenedor apropiado, teniendo especial atención en no mezclar productos que puedan reaccionar entre sí. El contenedor, una vez lleno, es enviado al Almacén de la zona para almacenamiento y entrega a un gestor autorizado.

En los centros laborales y almacenes de zona pueden almacenarse, de forma esporádica, productos químicos caducados. Una vez detectados serán tratados como residuos peligrosos. Estos residuos serán transportados, dentro de sus envases originales. Hasta el Almacén. Se almacenarán por separado en contenedores adecuados (bidones plásticos homologados) y serán recogidos por un gestor externo autorizado.

- Transformadores y otros equipos usados que contengan aceite dieléctrico

Los transformadores, condensadores y otros equipos especiales con aceite son transportados hasta el Almacén Regulador de Aprovisionamientos que le corresponda. Una vez allí se determina su utilidad (conservación, reparación o retirada) según se indica en el procedimiento interno “Procedimiento para el tratamiento de transformadores de Distribución”. Los transformadores y demás equipos considerados como desechables son almacenados por separado y en condiciones adecuadas en los correspondientes almacenes de zona. Los transformadores de AT, debido al peso del equipo y al volumen de aceite que contienen, son recogidos directamente por el gestor en la subestación donde se encuentran instalados.

- Residuos con PCBs o PCTs y materiales que los contengan

Para la gestión de estos residuos se seguirá el procedimiento especificado en la Instrucción Técnica NNA-106 “Control de PCB contenido en el aceite dieléctrico usado y equipos desechados”.

- Residuos de instalaciones con SF6

Los residuos procedentes de instalaciones con SF6 (partículas recogidas) así como los elementos y materiales de seguridad utilizados en su manipulación, se disponen en contenedores plásticos, no inflamables con cierres de seguridad. Los aparatos que los contenían son limpiados y enviados a gestor para su posterior reutilización o reciclaje. Los interruptores o cabinas de SF6 selladas que se retiren de operación por fin de su vida útil, se trasladaran al Almacén Regulador que les corresponda, para su retirada por el fabricante en el momento de realizar nuevos suministros. En cada territorio se tendrá en consideración el acuerdo y la forma establecida con los fabricantes.

- Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEEs)

Los residuos de aparatos electrónicos que contienen componentes peligrosos como interruptores de mercurio, vidrio de tubos catódicos, aparatos de aire acondicionado, son depositados en contenedores adecuados. Desde allí se envían a los Almacenes de cada zona para su posterior recogida por un gestor autorizado. En caso de que el volumen lo justifique se podrá recoger directamente en el centro generados por el gestor autorizado.

15.5. Almacenamiento de productos

15.5.1. Objeto

El objeto de esta instrucción es el establecimiento de las condiciones para el almacenamiento y gestión de materias peligrosas, que deben cumplir las instalaciones de Distribución.

15.5.2. Ámbito de aplicación

La presente instrucción técnica es de aplicación a todas las materias primas utilizadas en los procesos de Distribución y calificadas como peligrosas en la legislación vigente.

Podemos destacar las siguientes:

- Gases comprimidos, licuados y disueltos a presión envasados en botellas y botellones (SF6, acetileno, dióxido de carbono, etc.).

- Productos petrolíferos (aceites y grasas).

- Productos químicos almacenados en sacos, garrafas, bidones y contenedores (disolventes, pinturas, etc.).

Quedan excluidos de la presente los transformadores que contienen aceite dieléctrico que son tratados particularmente en la "Almacenamiento y gestión de los transformadores de Distribución".

15.5.3. Definiciones

- Sustancias peligrosas: Es aquella cuya utilización, manipulación, o almacenamiento, presenta grave riesgo de afecciones y daños a personas, instalaciones o Medio Ambiente.

- Almacenamiento: Es el conjunto de recipientes de todo tipo que contengan o puedan contener productos, equipos y/o materiales, incluyendo los tanques y depósitos propiamente dichos, sus cubetos de retención, las calles intermedias de circulación y separación, las tuberías de conexión y las zonas e instalaciones de carga, descarga y trasiego anejas.

- Almacenamiento provisional: Almacenamiento no permanente de productos en espera de ser reexpedido, acondicionado u otro tipo de utilidad, y cuyo período de almacenamiento previsto no supere el mes con carácter general, o el tiempo establecido para la ejecución de la obra.

- Zona de carga/descarga: Lugar donde se realizan las operaciones de carga y descarga, entre recipientes y tanques.

- Cubeto: Recipiente capaz de retener los productos contenidos en los elementos de almacenamiento o transporte de estos en caso de vertido o fuga de los mismos.

15.5.4. Descripción

15.5.4.1. ALMACENAMIENTO

Según las necesidades se establecerán los puntos de almacenamiento que deben ser cubiertos, limpios y bien iluminados, donde se conserven adecuadamente los materiales y que ha de constar de:

- Cubeto de retención de posibles derrames.

- Separación entre sustancias incompatibles.

Las condiciones de almacenamiento deben cumplir:

- El almacenamiento de las materias primas peligrosas debe estar separado de los residuos.

- Todas las sustancias se han de almacenar de manera que puedan ser accesibles con facilidad, evitando lugares incómodos para no aumentar los riesgos en su manipulación y espaciándolas para facilitar su inspección.

- Se etiquetarán adecuadamente aquellos envases y contenedores que estuvieran incorrectamente etiquetados o sin etiqueta, indicando la clase de producto que contienen.

- No se abandonarán, verterán o realizarán depósitos incontrolados, de estas sustancias.

- El recinto de almacenamiento estará suficientemente ventilado.

- Si se cumple la fecha de caducidad de alguna sustancia, será considerada como residuo, aplicándole la normativa sobre la gestión de residuos peligrosos.

- Los botellones estarán apilados, agrupándolos de acuerdo a la sustancia que contengan y protegidos por una cadena o similar que evite su caída accidental.

15.5.4.2. GESTIÓN DE MATERIAS PRIMAS PELIGROSAS

Se ha establecido un inventario de sustancias peligrosas con el siguiente contenido:

- Denominación de la sustancia

- Clasificación de la sustancia: en función de la legislación se indica la peligrosidad, por ejemplo: líquido corrosivo, producto petrolífero, gas comprimido a presión, etc.

- Ubicación: lugar donde se almacena.

- Almacenamiento: forma y capacidad del almacenamiento, por ejemplo: botellas de 50 Kg, tanques de 3000 litros, etc.

- Unidad responsable: Se identifica el servicio o departamento responsable del almacenamiento.

- Medidas de seguridad de carácter ambiental: se indican las medidas de seguridad de las que dispone el almacenamiento.

Para la gestión de estas sustancias se tendrá en cuenta:

- Control sobre caducidad del producto: la periodicidad de este control es coincidente con las inspecciones periódicas.
- Prevención de fugas y derrames: El personal encargado de su manipulación, en las operaciones de carga, descarga y transferencia, evitará que se produzcan derrames y fugas.
- Atención a normas de seguridad: Se tienen presentes las normas de seguridad establecidas, así como las especificaciones del fabricante para el uso de estas sustancias, disponiendo de los elementos adecuados para su control o neutralización en caso de derrame accidental.
- Hojas de seguridad y análisis del producto: Se requerirá del fabricante o proveedor, un análisis del producto que podrá incluir los siguientes conceptos:

    - Condiciones de almacenamiento y conservación

    - Dosis letal mínima

    - Valores límites biológicos

    - Índice de riesgo ambiental

    - Fecha de caducidad del producto.

15.5.4.3. INSPECCIÓN DEL ALMACÉN DE MATERIAS PRIMAS PELIGROSAS

El Responsable del Almacén realiza al menos una inspección semestral. La inspección se basa en realizar una serie de verificaciones que tienen como objeto identificar potenciales desvíos en la gestión de materiales peligrosos.

Ante la identificación de incumplimientos o propuestas de mejora el responsable de almacén o la persona que él designe para realizar la verificación, deberá completar el "Registro de no conformidades de mejora".

16. MEDIDAS DE SEGUIMIENTO Y CONTROL

Nos atendremos a lo estipulado en el R.D. 1955/2000, de 1 de diciembre y en concreto en el Capítulo VI – Revisiones e inspecciones.

Artículo 163. Revisiones periódicas.

1. Las instalaciones de producción, transporte y distribución de energía eléctrica, a que se hace referencia en el artículo 111, deberán ser revisadas, al menos cada tres años, por técnicos titulados, libremente designados por el titular de la instalación.

   Los profesionales que las revisen estarán obligados a cumplimentar los boletines, en los que habrán de consignar y certificar expresamente los datos de los reconocimientos. En ellos. Además. Se especificará el cumplimiento de las condiciones reglamentarias o, alternativamente, la propuesta de las medidas correctoras necesarias.

2. Los citados boletines se mantendrán en poder del titular de las instalaciones, quien deberá enviar copia a la Administración competente.

Artículo 164. Inspecciones.

1. Para las instalaciones cuya autorización corresponde a la Administración General del Estado, las inspecciones sobre las condiciones técnicas, así como sobre el cumplimiento de los requisitos establecidos en las autorizaciones, serán realizadas por la Comisión Nacional de Energía, mediante un procedimiento reglado, con la colaboración de los servicios técnicos de la Administración General del Estado o de las Comunidades Autónomas donde se ubiquen las mismas.

2. Si como consecuencia de las inspecciones realizadas se pusiera de manifiesto alguna irregularidad que precisase la intervención de las Administraciones Públicas, la Comisión Nacional de Energía, en su caso o el órgano de la Administración competente de la Comunidad Autónoma, lo pondrá en su conocimiento del titular de la instalación junto con la propuesta de resolución y los plazos para subsanar dicha irregularidad.

3. La comisión Nacional de Energía acordará, en su caso, la iniciación de los expedientes sancionadores y realizar la instrucción de los mismos, cuando sean

de la competencia de la Administración General del Estado, e informar, cuando sea requerida para ellos, aquellos expedientes sancionadores iniciados por las distintas Administraciones públicas.

17.DECRETO 178/2006 PROTECCIÓN AVIFAUNA

La finalidad de este anexo es hacer constar que el proyecto que nos ocupa, cumplirá con la indicado en el DECRETO 178/2006, de 10 de octubre, por el que se establecen normas de protección de la avifauna para las instalaciones eléctricas de alta tensión, ya que se trata de una adecuación de una línea existente que requiere autorización administrativa.

17.1. Definiciones

a. Aislador: Elemento aislante que soporta los conductores de la línea eléctrica en los apoyos de la misma, impidiendo el flujo de energía desde los conductores hacia el apoyo, manteniendo éste sin tensión.

b. Aislador suspendido: Aislador que cuelga de la cruceta con su eje en posición vertical y el conductor se encuentra en la parte inferior del mismo.

c. Apoyo o poste: Estructura de metal, madera, hormigón, u otros, que soporta los conductores en un tendido eléctrico y que está formada por el fuste, el armado, los aisladores, los conductores y los hilos de tierra,

d. Apoyo de alineación: El que sirve solamente para sostener los conductores y cables de tierra, debiendo ser empleado únicamente en alineaciones rectas.

e. Apoyo de anclaje: El que debe proporcionar puntos firmes esfuerzos longitudinales de carácter excepcional.

f. Apoyo de ángulo: El que se utiliza para sostener los conductores y cables de tierra en los vértices de los ángulos que forman dos alineaciones.

g. Apoyo de fin de línea: El que debe resistir en sentido longitudinal de la línea la solicitación de todos los conductores y cables de tierra.

h. Apoyo de derivación: Apoyo especial que sirve para derivar de una línea una o más líneas.

i. Bóveda: Uno de los tipos posibles de disposición de la cruceta o armado en un apoyo. En él que se mantienen las puntas de la cruceta a menos altura que en la parte central.

j. Cable de tierra aéreo: Conductor puesto a tierra intencionalmente en uno o todos los apoyos de una línea aérea, que generalmente se encuentra instalado por encima de los conductores de una línea aérea.

k. Conductor: Parte de un cable que tiene la función específica de conducir la corriente.

l. Cruceta o armado: Soporte de un apoyo en que se fijan los aisladores.

m. Instalaciones eléctricas aéreas de alta tensión: Se definen como tendidos eléctricos de corriente alterna trifásica a 50 Hz de frecuencia, cuya tensión nominal eficaz entre fases sea igual o superior a 1 KV.

n. Puente: Unión de conductores que asegura la continuidad eléctrica de los mismos, con una resistencia mecánica reducida.

o. Salvapájaros o señalizadores: Dispositivo externo que se fija a los cables para su visualización a distancia por las aves.

p. Seccionador: Aparato mecánico de conexión que, por razones de seguridad, en posición abierta asegura una distancia de seccionamiento que satisface unas condiciones específicas de aislamiento.

q. Transformador: Máquina que transforma un sistema de corrientes en alta tensión en otro en baja tensión.

r. Tresbolillo: Uno de los tipos posibles de disposición del armado en un apoyo. En él, los aisladores se fijan alternativamente a uno y a otro lado del apoyo.

17.2. Medidas antielectrocución

La presente instalación eléctrica cumplirá las siguientes medidas antielectrocución:

- Se habrán de construir con cadenas de aisladores suspendidos, evitándose la disposición horizontal de los mismos, excepto para los apoyos de ángulo, anclaje y fin de línea.

- Los apoyos con puentes, seccionadores, fusibles, transformadores, de derivación, anclaje, fin de línea, se diseñarán de forma que no se sobrepase con elementos en tensión las crucetas no auxiliares de los apoyos. En su defecto se procederá al aislamiento de los puentes de unión entre los elementos en tensión mediante dispositivos de probada eficacia.

- La unión entre los apoyos y los transformadores o seccionadores situados en tierra, que se encuentren dentro de casetillas de obra o valladas, se hará con cable seco o trenzado.

- Los apoyos de alineación cumplirán las siguientes distancias mínimas accesibles de seguridad: entre la zona de posada y elementos en tensión la distancia se seguridad será de 0.75 m y entre conductores de 1.5 m. Esta distancia de seguridad podrá conseguirse aumentando la separación entre los elementos, o bien mediante el aislamiento efectivo y permanente de las zonas de tensión.

- En el caso de armado tresbolillo, la distancia entre la cruceta inferior y el conductor superior del mismo lado o del correspondiente puente flojo no será inferior a 1.5 m, a menos que el conductor o puente flojo esté aislado.

- Para crucetas o armador tipo bóveda, la distancia entre la cabeza del poste y el conductor central no será inferior a 0.88 m, a menos que se aísle el conductor central 1 metro a cada lado del punto de enganche.

- Los apoyos de anclaje, ángulo, derivación, fin de línea y, en general. Aquellos con cadena de aisladores horizontal, deberán tener una distancia mínima accesible de seguridad entre la zona de posada y los elementos en tensión d 1 metro. Esta distancia de seguridad podrá conseguirse aumentando la separación entre los elementos, o bien mediante el aislamiento de las zonas de tensión.

- Se instalarán preferentemente apoyos tipo tresbolillo frente a cualquier otro tipo de poste en líneas aéreas con conductor desnudo para tensiones nominales iguales o inferiores a 36 KV.

17.2.1. Medidas adoptadas

Para obtener la distancia mínima en apoyos con aisladores verticales, desde la zona de posada a elementos con tensión de 0.75 m, de adoptará la solución de añadir a los aisladores una alargadera de 0.3 m, que junto con la longitud de la cadena de aisladores que es de 0.5 m, nos situará a una distancia total de 0.8 m entre el punto de posada y el conductor.

Para obtener la distancia mínima en apoyos con aisladores horizontales desde la zona de posada a elementos con tensión de 1m, se adoptará la solución de añadir a la cadena de aisladores una alargadera de 0.60 m, que junto con la longitud de la cadena de aisladores que es de 0.50 m, nos situará a una distancia total de 1.10 m entre el punto de posada y el conductor. Añadiendo solo para el tipo de apoyos de amarre y de apoyos con ángulo, una cadena vertical, de las características anteriormente descritas, para soporte del puente de empalme entre los tramos del conductor amarrados a dicho apoyo por las cadenas horizontales, asegurándose de este modo la distancia mínima a mantener entre el conductor superior y la zona de posada de la cruceta inferior del mismo lado de 1.5 m, que sumados a los 0.75 m de la cadena vertical, supone una distancia total de 2.25 m, motivo por el cual se adopta una separación mínima entre crucetas en el mismo lado de los apoyos de 2.4 m.

17.3. Medidas anticolisión

1. La instalación tendrá salvapájaros o señalizadores visuales en los cables de tierra aéreos o conductores, si aquellos no existen. En ausencia de cable de tierra aéreo se colocarán los salvapájaros en uno de los cables superiores.

2. Los salvapájaros o señalizadores serán como espirales, tiras formando aspas u otros sistemas eficaces de mínimo impacto visual realizados con materiales opacos que estarán dispuestos cada 5 m, cuando el cable de tierra sea único o alternativamente cada 10 metros cuando sean dos los cables de tierra paralelos, o en su caso, en los conductores.

3. Se podrá prescindir de la colocación de salvapájaros en los cables de tierra cuando lleven adosado un cable de fibra óptica o similar, siempre que su sección no sea inferior a 20 mm.

17.3.1. Medidas adoptadas

No se precisan, al no afectar el trazado de la línea a ninguna zona de especial protección para aves.

18. VALORACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Se valora la intensidad de cada acción en el proyecto sobre la calidad ambiental de la zona en la que se va a desarrollar mediante una matriz de impactos que nos permitirá valorar el impacto sobre el medio ambiente o cada fase del proyecto.

La valoración de impactos puede ser:

- Nulo: El impacto de la acción sobre el conjunto de los componentes del ambiente no es relevante o su afección es inapreciable en el medio ambiente.

- Bajo: El impacto de la acción sobre el conjunto de los componentes del ambiente es bajo no alterando de manera significativa en el medio ambiente.

- Medio: El impacto de la acción sobre el conjunto de los componentes del ambiente producen una alteración moderada sobre el medio ambiente.

- Alto: El impacto de la acción sobre el conjunto de los componentes del ambiente genera una alteración importante sobre el medio ambiente.

- Muy Alto: El impacto de la acción sobre el conjunto de los componentes del ambiente es irrecuperable, alterando gravemente el medio ambiente.

Los impactos Medios y Altos se pueden reducir mediante aplicación de medidas correctoras que disminuyan o neutralicen la magnitud del impacto causado sobre los distintos factores ambientales.

La matriz de impactos obtenida se muestra a continuación:

		Físico							Biológico	
		Aire		Agua		Suelo				
Fases y actividades/Componentes ambientales		Calidad del aire	Niveles de ruido y vibraciones	Calidad de aguas superficiales	Calidad aguas subterráneas	Cobertura vegetal	Calidad del suelo	Estabilidad de laterales y taludes	Fauna	Paisaje
Fase de construcción	Construcción de pistas y accesos	Nulo	Bajo	Nulo	Nulo	Medio	Bajo	Medio	Bajo	Bajo
	Desbroce y despeje de superficie	Nulo	Bajo	Nulo	Nulo	Medio	Nulo	Medio	Bajo	Bajo
	Excavaciones	Nulo	Bajo	Nulo	Nulo	Medio	Nulo	Medio	Medio	Bajo
	Acoplo de materiales	Nulo	Nulo	Nulo	Nulo	Medio	Bajo	Medio	Medio	Medio
	Hormigonado	Nulo	Nulo	Nulo	Nulo	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Bajo
	Franja de seguridad	Nulo	Nulo	Nulo	Nulo	Bajo	Nulo	Bajo	Bajo	Nulo
	Ruidos propios de construcción	Nulo	Bajo	Nulo	Nulo	Nulo	Nulo	Nulo	Nulo	Nulo
Fase de explotación	Ruido de operación	Nulo	Bajo	Nulo	Nulo	Nulo	Nulo	Nulo	Nulo	Nulo
	Contaminación de vehículos	Bajo	Bajo	Nulo	Nulo	Bajo	Bajo	Nulo	Nulo	Nulo
	Contaminación por mantenimiento	Nulo	Bajo	Nulo	Nulo	Bajo	Bajo	Nulo	Nulo	Nulo

19.CONCLUSIÓN DEL ANÁLISIS

Considerando lo expuesto, se espera que este ANEXO de ANÁLISIS AMBIENTAL, del proyecto de “Diseño de línea aérea de 132 KV con alimentación subterránea a una

subestación 132/66 KV", sea aprobado por la Administración, concediendo la correspondiente autorización administrativa.

Como resultado final de Estimación de Impacto Ambiental, la valoración del presente proyecto ubicado entre los términos Municipales de Linares y Úbeda, es que el proyecto es COMPATIBLE con las características ambientales de la zona.

ANEXO Nº 4: AVIFAUNA

AVIFAUNA

1. OBJETO

Cumpliendo con el Decreto 178/2006 del BOJA, artículo 7, se redacta el anexo en el que se describen las medidas y condiciones consideradas en el presente proyecto para la protección de avifauna, con el objetivo de obtener la autorización administrativa del organismo competente para la construcción de las instalaciones que en él se detallan.

2. EMPLAZAMIENTO

La instalación de la que se trata en el presente proyecto, no está situada en zona de especial protección para aves o de especial conservación definidas en el artículo 2.1.d) de la Ley 2/1989, del 18 de julio de espacios protegidos de Andalucía.

Por otro lado, tampoco se describen áreas de conservación de rapaces que puedan afectar al trazado del proyecto.

3. CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA

La línea de alta tensión que se proyecta para 132 KV será de doble circuito con conductor LA-145 (147.10 mm2).

3.1. Resumen de los tipos de apoyos

Nº APOYOS CON CADENAS DE AISLADORES HORIZONTALES: 23

Nº APOYOS CON CADENAS DE AISLADORES VERTICALES: 56

4. MEDIDAS ADOPTADAS

4.1. Medidas antielectrocución

Para obtener la distancia mínima en apoyos con aisladores verticales, desde la zona de posada a elementos con tensión, se tendrá en cuanta la solución de añadir a los aisladores una alargadera de 0.3 m, que hará que junto con la longitud de cadena de aisladores se sitúe a una distancia de unos 0.80 m entre el punto de posada y el conductor.

Para obtener la distancia mínima en apoyos con aisladores horizontales desde la zona de posada (cruceta) a elementos con tensión (conductor) de 1 m, se añadirá a la cadena de aisladores una alargadera de 0.60 m, que junto con la longitud de cadena de aisladores de 0.50 m, se situará a una distancia entre el punto de posada y el conductor de 1.10 m. Añadiendo solo para el tipo de apoyos de amarre y de apoyos con ángulo, una cadena vertical, para soporte del puente de empalme entre los tramos del conductor amarrados a dicho apoyo por las cadenas horizontales, asegurándose de esta forma la distancia mínima a mantener entre el conductor superior y la zona de posada de la cruceta inferior del

mismo lado de 1.5 m, que sumados a los 0.75 m de la vertical, supone distancia de 2.25 m, por este motivo la separación de crucetas en el mismo lado es de 2.4 m.

4.2. Anticolisión

No se precisan medidas anticolisión ya que el trazado de la línea no afecta a ninguna zona de especial protección para las aves.

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

1. OBJETO

El objeto del presente documento es dar cumplimiento a lo establecido por el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

Por las características de la obra procede el presente Estudio de seguridad para la ejecución de obras AT y BT, según lo indicado en el RD 1627/1997 ya que la ejecución de los trabajos no se encuentra en ninguno de los cuatro supuestos que prevé el artículo 4.1 del citado Real Decreto.

El objeto del Estudio de Seguridad y Salud es servir de base para que el contratista elabore el correspondiente Plan de Seguridad y Salud en el trabajo, en el que se analizarán estudiarán y complementarán las previsiones contenidas en este documento, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

1.1. Datos del proyecto y del Estudio de seguridad y salud

La denominación del proyecto será “Diseño de una línea aérea de 132 KV con alimentación subterránea a subestación 132/66 KV”.

La redacción del presente Estudio de Seguridad y Salud recae sobre Dña. María del Carmen Muñoz Martínez.

1.2. Datos de la obra

La obra se ejecutará previsiblemente en 8 meses. Se encuentra entre los municipios jiennenses de Linares y Úbeda.

Se considera una punta máxima de 10 trabajadores, con una media de 6 trabajadores en obra.

2. ÁMBITO DE APLICACIÓN

El ámbito de aplicación del presente Estudio de Seguridad y Salud, corresponde exclusivamente a la obra descrita en el presente proyecto.

2.1. Emplazamiento

El proyecto se va a desarrollar en la comunidad autónoma de Andalucía, entre Linares y el municipio jiennense de Úbeda, con la subestación en el término municipal de Linares siendo una obra (subestación) enclavada en un solar destinado a la realización de este proyecto.

2.2. Climatología

Hay que definir la climatología, ya que esta influye en el nivel de prevención que se puede alcanzar. El clima de la zona donde se va a llevar a cabo la obra es templado y seco.

2.3. Accesos y vallado

Antes del inicio de los trabajos se realizará un vallado del recinto de obras, con el fin de evitar que cualquier persona ajena a la obra tenga fácil acceso.

Para el acceso de materiales y personal se realizará una señalización adecuada. En estos accesos, en lugares visibles se colocarán carteles prohibiendo la entrada de personas ajenas.

2.4. Interferencias y servicios afectados

Si en la misma obra desarrollan actividades, trabajadores de diferentes empresas, estás deberán cooperar en la aplicación de la normativa sobre prevención de riesgos laborales.

Antes del inicio de los trabajos, el contratista deberá informarse de la existencia de canalizaciones que puedan encontrarse a lo largo de la otra, como electricidad, agua, etc. En caso de que las hubiera, estás deberán ser señalizadas convenientemente, y si fuera necesario, contactar con el responsable del servicio que afecte a la zona.

2.5. Vertido de aguas residuales

En caso de no existir alcantarillado, habrá una fosa séptica provisional con la capacidad suficiente, desde el inicio de la obra.

3. ANÁLISIS DE RIESGOS Y SU PREVENCIÓN

Para analizar los riesgos y las medidas para prevenirlos, se dividirán las obras en trabajos por especialidades, dentro de los apartados obra civil y montaje, así como los equipos técnicos utilizados para llevar a cabo la ejecución.

3.1. Obra civil

3.1.1. Acopio de materiales

El acopio de materiales puede producir riesgos como la caída de personas, caída de objetos, atrapamientos, riesgos con máquinas, contactos eléctricos, sobre esfuerzos, entre otras.

Todo debe estar continuamente limpio y ordenado para evitar posibles incendios y evitar dificultad a la hora de evacuar por emergencia.

Para el acopio de materiales se tomarán una serie de medidas:

El capataz de obra buscará un lugar en esta para el acopio de los materiales necesarios, teniendo en cuenta que se lleven a cabo las medidas de seguridad adecuadas. Para la elección del lugar de acopio se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Se buscará un lugar de fácil acceso para la entrada y salida de camiones.
- Se comprobará que en la zona no haya líneas eléctricas que puedan presentar un peligro.
- Los postes serán depositados correctamente, para poder realizar su manipulación con facilidad.
- Las bobinas serán depositadas verticalmente.

Para protección individual se usará:

- Ropa especial de trabajo y traje de agua si fuese necesario
- Botas de seguridad
- Guantes de protección
- Casco de seguridad.

Para las cimentaciones:

- Se inspeccionará el terreno para evitar posibles grietas o movimientos.
- El estado de las zanjas deberá ser revisado.
- Cuando la profundidad de estas sea igual o superior a dos metros, se protegerán los bordes mediante una barandilla reglamentaria.
- Mientras se vierta el hormigón se vigilarán los encofrados y se reforzarán los puntos débiles.
- Las zonas de trabajo serán de fácil acceso, manteniéndose continuamente limpias y ordenadas para facilitar los trabajos.
- Si los trabajos requieren iluminación, está se llevará a cabo mediante torretas instaladas. Si está es portátil, se realizará la iluminación con lámparas a 24 voltios.
- Los pozos y zanjas estarán señalizados para evitar caídas.
- Se instalará un cable de seguridad para enganchar el arnés de seguridad en los lugares de riesgo de caídas.

3.1.2. Estructura

En esta fase de obra se realizarán los trabajos de Hormigonado, Encofrado y desencofrado y forjados.

3.1.2.1.HORMIGONADO

El hormigonado puede ocasionar riesgos, como caída de personas, caída de objetos, golpes causados por objetos o herramientas, atrapamientos, sobre esfuerzos, entre otros.

Para el vertido de hormigón se aplican las siguientes medidas:

- Antes del vertido del hormigón con el camión se instalan topes para que el camión se quede seguro.
- No se puede acercar el camión a menos de 2 metros del lugar.
- Los operarios deberán situarse en un lugar seguro.
- Se instalarán barandillas de seguridad
- Si podrán instalar escaleras de seguridad para facilitar el paso seguro del personal.
- En caso se usar bomba de hormigón, esta se apoyará sobre caballetes.
- Habrá operarios encargados del correcto funcionamiento de esta, manejándola entre varios de estos.

Para protección individual:

- Casco de seguridad
- Gafas de protección
- Guantes de trabajo
- Botas de goma para el trabajo con hormigón
- Botas de seguridad
- Ropa de protección según el tiempo

3.1.2.2.ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

Esta actividad puede ocasionar riesgos como caídas de personas y objetos, golpes y cortes por objetos o herramientas, derrumbamientos, entre otras.

Para el encofrado y desencofrado se aplican las siguientes medidas:

- Los encofrados se montan bajo vigilancia y control de alguien.
- Estos deben proyectarse, montarse y mantenerse y puedan soportar cargas.
- Se advierte del riesgo al personal que pueda caminar por el entablado. Estos, normalmente dos, deberán ser apoyados a la vez.
- No se puede terminar de desencofrar un tablón si en el quedan clavos y puntas.
- Estos clavos de deben sacar rápidamente.

Para protección individual:

- Cascos de seguridad contra impactos
- Gafas de protección contra impactos y polvo
- Guantes de seguridad
- Botas de seguridad con puntera de acero y suela antideslizante
- Ropa de trabajo según las condiciones climatológicas

3.1.2.3. FORJADOS Y CUBIERTAS

Los riesgos asociados a esta actividad son caídas de personas y objetos, golpes y cortes por objetos o herramientas, atrapamiento, sobreesfuerzos, entre otros.

Para los forjados y cubiertas se llevan a cabo las siguientes medidas de prevención:

- El izado de vigas se llevará a cabo en dos puntos para que la carga sea estable.

- Los huecos de forjado estarán siempre tapados para evitar caídas.
- Todos los huecos de la planta se encontrarán protegidos con barandillas de material rígido y se dispondrán de protecciones que impidan el paso por debajo de estas o caída de objetos.
- Se prohíbe concentrar cargas de hormigón en un solo punto. El vertido se llevará a cabo extendiendo el hormigón con suavidad, sin descargas bruscas y en grandes superficies.

Para protección individual se utiliza:

- Casco de seguridad
- Gafas de protección por la proyección de partículas
- Guantes de trabajo
- Botas de seguridad con puntera de acero y suela antideslizante.
- Cinturón de cuero para protección de las vértebras dorsolumbares.
- Ropa de protección para el mal tiempo.

3.1.3. Cerramientos

En esta fase se realizan muros de ladrillos o bloques prefabricados y cercados con mallas.

Los riesgos que se pueden presentar en esta actividad entre otros son caídas de personas y objetos, pisadas, golpes, proyección de fragmentos o partículas y sobreesfuerzos.

Las medidas de prevención a aplicar en esta actividad serán:

- Delimitar las zonas de trabajo para evitar la circulación de personal ajeno.
- Mantener limpios y ordenados los tajos de obra y despejar las superficies de tránsito.
- Se utilizará una iluminación adecuada. Si es artificial se usan equipos autónomos con rejilla de protección.
- En zonas de riesgo de caídas se instalan señales con la indicación de dicho riesgo.
- Se prohíbe balancear las cargas en suspensión.
- Se seguirán las medidas de prevención se seguridad para utilización de andamios.
- Si se instalasen dichos andamios cerca de líneas eléctricas, se mantendrán en todo momento las distancias de seguridad estipuladas en el R.D. 614 sobre disposiciones mínimas para la protección y la salud de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

Para protección individual se utilizan una serie de equipos:

- Cascos de seguridad contra choques
- Gafas de protección contra partículas
- Guantes de trabajo
- Arnés de seguridad
- Ropa de protección para el mal tiempo.

3.1.4. Trabajos de Albañilería

Los riesgos que se pueden dar al llevar a cabo esta actividad pueden ser caídas de personas, objetos, pisadas sobre objetos, golpes y cortes por objetos o herramientas, sobreesfuerzos, contactos eléctricos, proyección de fragmentos, entre otros.

Las medidas de prevención a aplicar en esta actividad serán:

- Se comprobarán antes de realizar nada el estado de los medios que se van a utilizar para el trabajo.
- Los tajos estarán iluminados convenientemente. Si debieran ser iluminados artificialmente se usarán fuentes de luz adicionales.
- Las operaciones de carga, descarga y traslado se harán siguiendo las recomendaciones de los procesos de seguridad.
- Se pondrá gran atención a la utilización de herramientas cortantes.
- El lugar de trabajo se tendrá ordenado y limpio y señalizado en todo momento.

Para la protección individual se utilizarán los siguientes equipos:

- Casco de seguridad
- Gafas de protección contra partículas de polvo
- Gafas de protección contra proyección de fragmentos
- Guantes para trabajo
- Botas de seguridad
- Bolsa portaherramientas
- Ropa de trabajo según climatología.

3.1.5. Acabados

Los trabajos llevados a cabo en esta fase serán de carpintería, cerrajería, vidriería, revestimientos, entre otros.

Los riesgos que se asocian a esta actividad serán las de caídas de personas, caídas de objetos en manipulación y desprendidos, pisadas sobre objetos, golpes y cortes, proyección de fragmentos o partículas, sobreesfuerzos y contactos eléctricos.

Las medidas de prevención a aplicar serán las siguientes:

- Los vidrios de grandes dimensiones se colocarán con ventosas.
- En almacenamiento, transporte y colocación, los vidrios se colocan verticales y desde la parte interior de las estructuras de los edificios.
- Los fragmentos o recortes obtenidos de estos se retiran inmediatamente.
- Los tajos estarán iluminados convenientemente. Si se recurriera a una fuente artificial, se instalarán fuentes adicionales de luz.
- Se pondrá especial atención a la manipulación de herramientas cortantes.
- El lugar de trabajo se mantendrá siempre limpio, señalizado y correctamente ordenado para facilitar el trabajo.
- Las herramientas de corte se encontrarán en perfecto estado de mantenimiento.

Para la protección individual se utilizarán los siguientes equipos:

- Casco de seguridad
- Gafas de protección contra partículas de polvo
- Guantes de trabajo
- Guantes de goma contra agresiones del cemento
- Guantes contra agresiones de pinchazos.
- Botas de seguridad
- Ropa de trabajo según la climatología
- Bolsa de portaherramientas para material

3.1.6. Fontanería

Los riesgos que se asocian a esta actividad serán caídas de personas y de objetos, pisadas sobre objetos, sobreesfuerzos, golpes y cortes con objetos o herramientas, atrapamientos y exposición en ambientes con partículas de polvo.

Las medidas de prevención a aplicar serán:

- El transporte individual de tuberías a hombro se hará inclinando la carga hacia atrás de manera que el extremo delantero vaya por encima de la cabeza del individuo y así evitar golpes y choques con el resto de operarios o la instalación.
- Los tajos de trabajo se mantendrán limpios y ordenados.
- Prohibido soldar con plomo en lugares cerrados, siempre soldar con ventilación de aire.
- Para los trabajos de soldadura se seguirán las recomendaciones de seguridad.

Para la protección individual se utilizarán los siguientes equipos:

- Casco de seguridad contra impactos
- Guantes de trabajo
- Gafas de protección contra partículas
- Mascarillas de protección contra ambientes de polvo
- Cinturón de banda ancha de cuero
- Botas de seguridad con suela antideslizante
- Ropa de protección para el mal tiempo

3.2. Montaje

3.2.1. Identificación de unidades constructivas

- Montaje y desmontaje de componentes mecánicos y eléctricos
- Montaje y desmontaje de componentes de control
- Cableados de interconexión
- Montaje y desmontaje de servicios auxiliares de ca y cc
- Montaje y desmontaje de instalaciones complementarias

3.2.2. Descripción de trabajos

3.2.2.1.MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS

Esto será cualquier operación o trabajo de transporte o sujeción de cargas por parte de uno o varios trabajadores, que por las características de estos tipos de trabajo se producen riesgos para los trabajadores.

Los riesgos asociados a este tipo de actividad serán caídas de personas, de objetos, pisadas, choque contra objeto, golpes con objetos o herramientas y sobreesfuerzos.

Las medidas de prevención a aplicar serán las siguientes:

- Para levantar una carga, el centro de gravedad del operario debe estar lo más próximo posible y por encima del centro de gravedad de la carga.
- El equilibrio para levantar correctamente una carga se produce solo si los pies están bien situados.
- Hay que utilizar una técnica segura de levantamiento de la carga.
- Coger de forma incorrecta un objeto puede ser perjudicial para los músculos del cuerpo.
- Las cargas deberán levantarse con la columna vertebral recta y alineada.
- El movimiento es recomendable descomponerlo en dos tiempos: primero levantamiento de carga y segundo girar todo el cuerpo moviendo los pies con pequeños desplazamientos.
- Los músculos de las piernas se utilizan para dar un primer impulso a la carga que se levanta.
- Los brazos deberán trabajar a tracción, es decir, estirados.
- La utilización del peso de nuestro cuerpo para realizar tareas de manutención permitirá reducir el esfuerzo a realizar con piernas y brazos.

Los equipos de protección a utilizar serán los siguientes:

- Casco de seguridad
- Guantes de trabajo
- Cinturón de banda ancha de cuero
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suelo antideslizante
- Ropa de trabajo según climatología

3.2.2.2.IZADO DE CARGAS

Los riesgos asociados a esta actividad serán entre otros, caídas de objetos, golpes y cortes por objetos o herramientas, atrapamientos y sobre esfuerzos.

Las medidas de prevención a aplicar serán:

- Los accesorios de elevación resistirán todos los esfuerzos a los que estos tengan que estar sometidos.
- Estos se diseñarán de forma que se eviten fallos por fatiga o desgaste.

- Los materiales empleados deben elegirse según las condiciones ambientales de trabajo que el fabricante haya previsto.

Cuerdas

- Se utilizarán para izar o transportar cargas con factor mínimo de seguridad de 10.
- Antes de su utilización hay que deshacer nudos, lavarlas y posteriormente revisar posibles cortes, desgastes, etc.
- Los nudos que puedan tener las cuerdas disminuirán la resistencia de esta. Por tanto, no nos interesa que tengan nudo alguno.

Cables

- Un cordón está formado por varios alambres helicoidales. Un cable de cordones está formado por varios cordones helicoidales.
- Los cables serán apropiados a la instalación para la que van a ser empleados.
- Estarán libres de nudos, sin torceduras u otros defectos que pudieran tener.
- El diámetro de los tambores a izar no será inferior a 20 veces el diámetro del cable utilizado.
- Se debe atener a las recomendaciones de los fabricantes con respecto a los aparatos de elevación, con respecto al tipo de cable a utilizar, para evitar el desgaste de estos cables.
- Los diámetros para el enrollamiento de los cables deben ser observados para evitar el deterioro por fatiga.
- Para desenrollas una bobina, se hará rodar esta en el suelo.
- Para enrollar una bobina se procederá a hacer lo inverso a lo dicho en el punto anterior.
- La unión de cables nunca se debe hacer por nudos, sino por guardacabos o mordazas sujeta cables.
- Los cables se podrán retirar por rotura, por reducción del diámetro, por existencia de nudos.

Cadenas

- Las cadenas serán de hierro forjado o acero.
- Todas las cadenas serán revisadas antes de ponerse en servicio.
- Las cadenas se mantendrán libres de nudos y torceduras.
- La resistencia de una cadena será la de su componente más débil. Por tanto, estas serán retiradas cuando su diámetro haya disminuido más de un 5% o cuando tenga un eslabón doblado o abierto.
- La unión entre gancho de elevación y cadena se hará mediante un anillo.
- Bajo carga, deberá quedar perfectamente recta y estirada.
- Las cadenas deben manipularse con precaución, evitando arrastrarlas por el suelo, ya que allí estarán expuestas a escorias, polvos, húmedas, deteriorándose mecánicamente.

Ganchos

- De acero o hierro, que estarán equipados con pestillos para evitar que las cargas se salgan.
- Las partes en contacto con cadenas, cables, serán redondeadas.
- El desenganche accidental es muy probable por su forma, por tanto, debe prevenirse.
- El gancho de seguridad es uno de los accesorios más útiles para evitar el riesgo de desenganche accidental.
- No se debe deformar un gancho para aumentar la capacidad de paso del cable.
- No se debe calentar un gancho para fijar una pieza porque el calentamiento modifica las características del hacer.

Argollas y anillos

- La carga de trabajo de argollas debe ser indicada por el fabricante.
- No se sustituirá nunca el eje de una argolla por un perno, por muy buena que sea la calidad.
- El anillo que se recomienda es el de forma de pera, que tendrá mayor resistencia.

Grilletes

- No se debe sobrecargar ni golpear nunca.
- El bulón debe roscarse a fondo, menos media vuelta.
- No se podrán usar como ganchos.
- Los estrobos y eslingas trabajarán sobre la garganta de la horquilla.
- No se calentará ni soldará sobre los grilletes.

Eslingas

- Las causas de su disminución entre otras son el desgaste por el trabajo, los nudos, las soldaduras en anillos terminales u ojales.
- Las uniones o empalmes deberán quedar en las zonas libres, trabajando únicamente a tracción.
- No deberán cruzarse los cables de dos ramales de eslingas distintas.
- Después del uso de eslingas hay que colocarlas sobre unos soportes.
- Se verifican las eslingas al volver al almacén.
- Se engrasarán periódicamente los cables y cadenas.
- Las eslingas reconocidas como defectuosas serán destruidas.

Poleas

- Hay que comprobar que funcionan de forma correcta y que no hay holguras entre polea y eje, ni deformaciones que hagan pensar que su resistencia haya disminuido.
- Cuando se utilicen cables o cuerdas, las gargantas serán de dimensiones adecuadas para que éstas puedan desplazarse libremente.
- Se deben revisar y engrasar semanalmente, sustituyéndose cuando haya indicios de desgaste.
- Cuando una polea chirríe se revisará de forma inmediata, engrasándola y sustituyéndola.

- Estas se montarán siempre por medio de grilletes.
- Se prohíbe soldar sobre poleas.

Los equipos de protección individual a utilizar serán:

- Casco de seguridad
- Guantes de trabajo
- Botas de seguridad y suela antideslizante
- Ropa de trabajo adecuada para el mal tiempo

3.2.2.3.TRANSPORTE DE MATERIAL

Los riesgos asociados a esta actividad serán caídas de personas y objetos en manipulación, choque contra objetos, atrapamiento por vuelco de máquinas, contactos eléctricos, exposición a ambientes pulvígenos, atropellos entre otros.

Los medios de prevención a aplicar en esta actividad serán:

- El vehículo de transporte solo lo utilizará el personal destinado a ello.
- El conductor intentará subirse al vehículo con los zapatos limpios para evitar posibles resbalones en los pedales.
- Los caminos de circulación o de paso se cuidarán para evitar barrizales en épocas de lluvia.
- La velocidad de circulación del vehículo dependerá de la carga transportada, la visibilidad y condiciones del terreno.
- Las maniobras dentro del recinto se harán cuidadosamente, anunciando con antelación las mismas y ayudándose del personal de la obra.

Los equipos de protección individual que se utilizan serán:

- Casco de seguridad
- Mascarilla de protección contra ambientes de polvo
- Gafas de protección
- Guantes de trabajo
- Cinturón de banda ancha de cuero
- Botas de seguridad con suela antideslizante
- Ropa de trabajo para el mal tiempo

3.2.2.4.TRABAJOS DE SOLDADURA AUTÓGENA

Los riesgos asociados a esta actividad serán caídas de personas, proyección de fragmentos o partículas, contactos térmicos, exposición a radiaciones, entre otros.

Las medidas de prevención a aplicar en esta actividad serán las siguientes:

- Se revisará el estado de las mangueras eliminando las agrietadas.
- Las conexiones de la manguera serán de rosca y fileteado diferentes de modo que sea imposible confundirlas.
- Comprobar si las boquillas para soldadura están en buenas condiciones.

- Las conexiones se ajustarán bien antes de ser utilizadas.
- Se colocarán extintores de polvo en zonas donde se realicen trabajos de soldadura o corte.
- Antes de la apertura de válvulas de botellas de oxígeno y acetileno, se deberán comprobar si éstas están bien cerradas.
- Para encender un soplete las presiones deberán estar cuidadosamente reguladas. Se deberán emplear la presión de gas correcta para el trabajo a efectuar.
- Si se utiliza una presión incorrecta puede ser causa de un mal funcionamiento de la boquilla y de un retroceso de la llama o explosiones que puede deteriorar el interior de la manguera.
- No se usarán botellas de combustible teniendo la boda de salida más baja que el fondo.
- Se utilizarán ropas de protección contra las chispas y metal fundido. Con cuello cerrado, bolsillos abotonados, mangas metidas dentro de las manoplas.
- El soldador utilizará el cinturón de seguridad a partir de dos metros de altura.
- Para trabajos de soldadura en lugares reducidos se debe procurar tener una buena ventilación.

Los equipos de protección individual a utilizar serán:

- Guantes o manoplas para soldadura
- Manguitos
- Pantallas
- Polainas para soldador
- Chalecos, chaquetas y mandiles
- Calzado de seguridad con puntera y suela antideslizante

3.2.2.5.TRABAJOS DE SOLDADURA ELÉCTRICA

Los riesgos asociados a esta actividad serán, las caídas de personas a distinto y mismo nivel, proyección de fragmentos, contactos térmicos, exposición a radiaciones, contactos eléctricos indirectos, entre otros.

Las medidas de prevención que se aplican serán las siguientes:

- Las masas de cada aparato tendrán puesta a tierra.
- La superficie portaelectrodos a mano o bornes de conexión deberán estar cuidadosamente dimensionados y aislados.
- Los cables de conductores y las pinza portaelectrodos se revisarán continuamente y se mantendrán en buenas condiciones.
- Los cables deteriorados deben repararse cuidadosamente, y deben enrollarse antes de hacer cualquier transporte.
- En lugares húmedos el soldador debe trabajos sobre una madera seca de forma aislada.
- Se instalarán extintores en lugares donde se realicen soldaduras eléctricas.

- El soldador debe usar pantalla facial, manoplas, polainas, mandil, como mínimo por las radiaciones producidas por estos trabajos. Estas no solo pueden afectar a los ojos, sino a cualquier parte del cuerpo.
- La zona de trabajo estará correctamente delimitada y en su interior todo el personal deberá utilizar los equipos de protección necesarios.
- El cable de tierra deberá conectarse lo más cercano posible a la pieza donde se efectúa la soldadura.

Los equipos de protección individual a utilizar serán:

- Guantes
- Manguitos
- Pantallas
- Polainas de soldador
- Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero
- Calzado de seguridad con puntera reforzada

3.2.2.6. TRABAJOS PRÓXIMOS A ELEMENTOS EN TENSIÓN

Los riesgos asociados a esta actividad serán caídas al mismo y distinto nivel, contactos eléctricos directos e indirectos, electrocuciones e incendios.

Las medidas de prevención a aplicar serán las siguientes:

- Los trabajos se realizan según el Real Decreto 614/01, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para protección de la seguridad y salud de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Los trabajadores autorizados serán aquellos que han sido autorizados por el empresario para realizar trabajos con riesgo eléctrico.
- El trabajador cualificado poseerá conocimientos especializados en materia de instalaciones eléctricas.
- El trabajo en las proximidades de las líneas eléctricas será ordenado y dirigido por el jefe del trabajo.
- Cuando se utilicen aparatos de altura se respetarán las distancias mínimas de seguridad para evitar el contacto y la cercanía con líneas eléctricas de alta tensión.
- En trabajos de líneas se colocarán equipos de puestas a tierra y en cortocircuito como posibles fuentes de tensión.

Los equipos de protección individual a utilizar serán los siguientes:

- Casco de seguridad
- Guantes de trabajo y dieléctricos para alta y baja tensión
- Gafas de protección o pantalla de protección facial
- Botas de seguridad con suela antideslizante y puntera reforzada.

3.2.2.7.TRABAJOS EN TENSIÓN

Los riesgos asociados a esta actividad serán, caída de personas al mismo y distinto nivel, caída de objetos, contactos eléctricos e incendios, entre otros.

Las medidas de prevención a aplicar serán:

- Se seguirán las especificaciones indicadas en el R.D. 614/2001 sobre Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Para estos trabajos los operarios deberán tener una formación adecuada.
- La zona de trabajo estará claramente definida y delimitada.
- Cuando sea necesario, el acceso a las zonas de trabajo deberá ser delimitado claramente.
- No se deben colocar objetos que puedan dificultar el acceso ni materiales inflamables, en los caminos de acceso, vías de emergencia o en equipos eléctricos de corte y control.
- Durante la realización de cualquier trabajo, se colocará una adecuada señalización para llamar la atención sobre los riesgos significativos que haya.
- Se debe asegurar la posición estable del trabajador en el lugar de trabajo para permitirse poder tener las dos manos libres.
- El obligatorio el uso de equipos de protección adecuados al riesgo de cada trabajo, tales como banquetas, pértigas, guantes, casco, pantalla facial, entre otras.
- Para el trabajo en tensión se adoptarán medidas de protección para prevenir la descarga eléctrica y el cortocircuito.
- El personal que realice cada trabajo debe estar formado en ese ámbito de labor.
- Para los trabajos en el interior de edificios, las condiciones atmosféricas no se tienen en cuenta a menos que exista riesgo de sobre tensiones provenientes de instalaciones exteriores.

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra arco eléctrico
- Botas de seguridad
- Guantes de trabajo
- Guantes dieléctricos para baja tensión y para alta tensión.
- Gafas o pantalla de protección
- Arnés de seguridad
- Ropa de trabajo en función del tiempo

3.2.2.8.TRABAJOS EN ALTURA

Los riesgos asociados a esta actividad son caídas al mismo y distinto nivel, caídas de objetos y golpes contra objetos o herramientas.

Las medidas de prevención a aplicar serán las siguientes:

- Los trabajos de altura no pueden ser realizados por personas cuya altura les cause algún trauma como vértigos o mareos.

- Estos trabajadores encargados de estas actividades deberán tener una formación previa.
- Se emplearán medios auxiliares como escaleras o andamios que cumplirán con lo estipulado en este Estudio de Seguridad y Salud.
- Los trabajos en altura se efectuarán con equipos concebidos para tal fin, como barandillas, plataformas o redes de seguridad.
- Nunca se deben improvisar las plataformas de trabajo, sino que deben ser construidas de acuerdo con la normativa legal vigente.
- Al trabajar en lugares elevados no se arrojarán herramientas ni materiales. Se pasarán de mano en mano o se utilizará una cuerda para estos fines.
- Las plataformas de trabajo se mantendrán limpias y ordenadas evitando sobrecargarlas.

El equipo de protección individual a utilizar será el siguiente:

- Casco se seguridad
- Guantes de trabajo
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante
- Bolsa portaherramientas
- Arnés de seguridad
- Ropa de protección según climatología

3.2.2.9. TRABAJOS DE IZADO DE APOYOS EN LÍNEAS AÉREAS DE A.T.

Los riesgos que se pueden presentar en este tipo de actividad son, caídas de personas al mismo y distinto nivel, caídas de objetos, choques y golpes, atrapamientos, cortes, contactos eléctricos, sobreesfuerzos, tráfico, entre otros.

NORMAS DE ACTUACIÓN

- Como base primordial se realizará una inspección de todos los medios a emplear.
- El personal que intervenga en estas actividades deberá haber pasado todos los reconocimientos médicos periódicos.
- Los conductores de vehículos dispondrán del permiso de conducir correspondiente.
- No se realizarán trabajos simultáneos en zonas superpuestas.
- El manejo de materiales, herramientas u objetos se realizará de forma racional, debiendo impedirse esfuerzos superiores a la capacidad física de las personas.
- Se tendrá especial cuidado en la coordinación de movimientos, al objeto de evitar sobreesfuerzos y atrapamientos.
- Las actividades se suspenderán cuando las condiciones meteorológicas incidan negativamente en la seguridad de los trabajadores.

NORMAS SOBRE TRANSPORTE Y ACOPIO DE MATERIALES

- El peso de la carga de materiales no superará el autorizado para el vehículo.
- Las cargas no sobresaldrán por los laterales, las que sobresalgan por la parte posterior serán señalizadas conforme al Código de Circulación.
- La carga y descarga se realizarán, previa inmovilización del vehículo, con la grúa del camión o grúa auxiliar.
- El gruista en todo momento debe estar observando el movimiento de la carga.
- Si los laterales del camión le impidieran la visión de la carga, debe auxiliarse de una persona que le indique los movimientos, esta persona debe encontrarse en todo momento a la vista del gruista.
- El gruista observará que los movimientos de la grúa son suaves y continuos, tras cualquier brusquedad o movimiento incontrolado debe procederse a una revisión inmediata.

IZADO POR APOYOS COMPLETOS

Fases del proceso:

a. Preparación de perfiles con armado en el suelo, pasa posterior colocación con grúa auxiliar.
b. Montaje sobre calzos de nivelación de una cara de la torre sobre la que se irán armando el resto de caras y sobre estas la superior, hasta conseguir el total del armado.
c. Elevación de torre armada.

3.2.2.10. TRABAJOS DE REPASO Y GRANETEADO

Una de las fases más peligrosas de los trabajos de izado ya que se realizan actividades de corta duración con muchos desplazamientos, sin medidas de sujeción.

Los operarios permanecerán agarrados con un dispositivo anticaída deslizante a una cuerda guía. Otra opción puede ser utilizar un sistema enrollador de cable de gran longitud, colgado en la parte elevada de la torre, al cual se amarrará el operario.

3.2.2.11. INSPECCIONES DE SEGURIDAD

Al iniciar los trabajos se inspeccionarán los accesorios de izado. Se eliminará aquel material que presente duda sobre garantía de seguridad.

Se examinarán poleas, ranas, grilletes y tensores, trócolas y pastecas, Trácteles, estrobos y eslingas, cables, cuerdas y gatos.

3.2.2.12. TRABAJOS EN APOYOS. MONTAJE DE LA LÍNEA DE SEGURIDAD

Los riesgos de esta actividad serán caídas de personas y objetos, pisadas sobre objetos, choques o contacto con objetos, golpes o cortes por objetos, atrapamientos, sobreesfuerzos, contactos eléctricos, entre otros.

NORMAS GENERALES PARA TRABAJOS EN ALTURA

- Se considerarán como tales todos aquellos trabajos que presenten peligro de caída superior a los dos metros de altura.
- Los trabajos en altura solo podrán efectuarse utilizando medios de acceso seguro.
- El cinturón de sujeción solo se empleará en trabajos y operaciones en las que el trabajador no necesite desplazarse, o cuando lo hace, las direcciones de sus desplazamientos estén limitadas y no haya posibilidad de caída libre.
- Siempre que exista posibilidad de caída libre, se emplearán sistemas anticaídas.

TRABAJO EN POSTES

Para el acceso y trabajo en los postes, se usará uno de los métodos siguientes:

- Línea de seguridad simple.
- Línea de seguridad clásica.
- Línea de seguridad ramificada.

UTILIZACIÓN DE LÍNEA DE SEGURIDAD SIMPLE

Se utiliza cuando la intervención en el apoyo la hace solo una persona. Este tipo de línea de seguridad no requiere fijar la cuerda.

- Fase instalación

El primer operario será el encargado de instalar la línea de seguridad y el segundo permanece al pie del apoyo asegurando al primero. Este último instala un punto de fijación en la peana, pasa la cuerda que va al primer operario y fija este aparato al punto de fijación.

El primer operario se atará la cuerda mediante un nudo en ocho y procederá a ascender por el apoyo, siempre seguro bajo la mirada del segundo operario.

Se evitará una caída cuando el operario llegue a la cruceta en que tiene que trabajar. Allí colocará un punto de fijación en la parte superior de la cruceta, por el que pasará la cuerda.

- Fase de utilización

Mientras dure la intervención, el primer operario permanecerá asegurado con la cuerda pasada por el modulado, en la base del apoyo.

- Fase de recuperación

Se recupera el material usado en la línea de seguridad. El segundo operario que está asegurando desde la base, va recogiendo cuerda a medida que el primero va descendiendo de la torre, procurando mantenerla ligeramente tensa y sin desequilibrios.

UTILIZACIÓN DE LA LÍNEA CON SEGURIDAD CLÁSICA

Cuando la intervención requiere de varios operarios para la misma actividad.

- Fase de instalación

La diferencia con la de seguridad simple es que el primer operario, cuando llega a la altura deseada coloca un punto de fijación en el montante y puntos intermedios diagonales pasando la cuerda por ellos.

Al mismo tiempo el segundo operario asciende con un dispositivo deslizante que va liberando la cuerda del peldaño de seguridad.

En el plano de trabajo se anda con su cabo de anclaje doble al PFI, se suelta de la cuerda y se ata con un nudo en ocho al mosquetón del PFI. En ese momento la línea de seguridad queda instalada.

- Fase de utilización

En esta fase los operarios pueden trabajar y descender del apoyo permanentemente asegurado. La forma de autoasegurarse es diferente según el desplazamiento a efectuar

UTILIZACIÓN DE LA LÍNEA DE SEGURIDAD RAMIFICADA

Se utiliza cuando se requieren varios operarios para trabajar en diferentes actividades en el apoyo.

- Fase de instalación

Para la intervención simultánea de dos crucetas, el primer operario subirá hasta la cruceta superior e instala e instalará una línea de seguridad clásica. Así la línea queda instalada en el tramo horizontal y en el vertical.

El segundo operario asciende hasta la unión del fuste con la cruceta inferior. Una vez allí hace un nudo en ocho y se desplaza arrastrando la cuerda del ramal descendiente. En el extremo de la cuerda se coloca otro punto de fijación y se fija la cuerda.

En ese momento la línea de seguridad queda instalada en dos tramos horizontales y dos verticales.

- Fase de utilización

En esta fase los operarios se desplazan por la línea de seguridad hasta los puntos de trabajo.

- Fase de recuperación

Primero se retira el último ramal instalado. El penúltimo operario inicia el descenso y vuelve a pasar la cuerda por los puntos intermedios.

Cuando el último operario llega al suelo, la línea de seguridad queda desinstalada.

3.2.2.13. TRABAJOS DE TENDIDO Y REGULADO DEL CONDUCTOR

Los riesgos asociados a esta actividad serán, caída de personas al mismo y distinto nivel, caída de objetos, choques y golpes, vehículos, atrapamientos, cortes, contactos eléctricos, sobreesfuerzos, tráfico, entre otros.

NORMAS DE ACTUACIÓN

- Los trabajos de altura se realizan con arnés anticaída, en operaciones de ascenso como descenso.
- Los trabajadores deben tener perfectas condiciones físicas de trabajo.
- No se podrán realizar trabajos simultáneos por los riesgos que puedan causar la simultaneidad de actividades.
- Se impiden esfuerzos superiores a la capacidad física de las personas.
- Se suspenderán los trabajos cuando las condiciones meteorológicas no sean positivas para la seguridad de los trabajadores.

NORMAS SOBRE TRANSPOTE Y ACOPIO DE MATERIALES

- El peso de la caja de materiales no superará el autorizado por el vehículo.
- Las cargas no sobresaldrán por los laterales, y las que lo hagan serán señalizadas conforme al Código de Circulación.
- La carga y descarga se realizará, previa inmovilización del vehículo que las transporta, preferiblemente con una grúa auxiliar o con la propia del camión.
- El gruista en todo momento debe estar observando el movimiento de la carga.
- El gruista observará que los movimientos de su máquina son suaves y continuos.
- La carga y descarga de bobinas se realizará por medios mecánicos, siempre que sea posible.
- Antes de descargar, se examinarán las cuñas, duelas, flejes y bridas de la bobina, para determinar cualquier deterioro de éstas.
- Cuando haya que rodar las bobinas llenas, deberá hacerse según la indicación de la flecha que lleva grabado en el lateral de las bridas.

EMPLAZAMIENTO DE LA MAQUINARIA DE TENDIDO

Se buscan lugares con buena salida de cables conductores, que no carguen mucho al apoyo. Para la ubicación del freno se tendrá en cuenta el espacio para las bobinas del conductor.

Los anclajes para la máquina de tendido se colocan en dirección del enganche.

Las máquinas también estarán dotadas de puesta a tierra y se conectarán a un electrodo clavado cerca de la máquina.

TENDIDO DEL PILOTO

Este cable se puede tender con cualquier medio práctico que aconsejen las circunstancias. Antes de la colocación de poleas hay que revisar los tornillos, eje de poleas y canal.

El trabajo a realizar consiste en preparar las bobinas de piloto en caballetes, desenrollar, tender, pasar por poleas y empalmar piloto de tendido.

TENSADO Y ELEVADO DEL PILOTO

Antes de levantar el piloto se procede a unir los tramos de que constan las bobinas de piloto mediante ochos. Para su colocación se emplean las bobinas adecuadas, sin permitir golpes o fuerces.

Estará prohibido subirse a los árboles u otros obstáculos para desenganchar cables pilotos.

TENDIDO DE CABLE DE TIERRA Y CONDUCTOR

El primer cable a tender se aconseja que sea el de tierra, por apantallamiento y por evitación de roces. Entre el cable piloto y conductor a tender se coloca un dispositivo giratorio para no transmitir torsión.

Se distribuirá personal por la serie para controlar el posterior avance del cable por los apoyos, detectando cualquier fallo para que no se puedan provocar roturas o accidentes.

Antes de poner en funcionamiento el sistema de tiro se gradúa el límite de carga del cabrestante con el fin de que actúe el dispositivo y no se rompa la cruceta.

El freno se graduará regularmente hasta que el conductor llegue a un punto ideal de altura. Una vez levantado el piloto y cargado el freno, se arriará el freno al tiempo que el cabrestante de tiro es puesto en marcha.

REALIZACIÓN DE EMPALMES A COMPRESIÓN

La operación de realizar empalmes requiere que previamente se haya bajado el cable hasta el suelo, para ello se aprovechará como anclaje el vehículo que lleve la brigada. Nunca se emplearán como anclajes, árboles u otros objetos naturales.

La maniobra de aflojar el cable se hará lentamente, comprobando que en todo momento el vehículo retire bien la fase.

Para aflojar el cable a un lado y otro de la camisa se utilizarán dos ranas, dos poleas y un cabrestante. Se pondrá el máximo esmero tanto en la limpieza de los accesorios del empalme como en la comprensión de éste, comprobando la medida entre caras.

En los empalmes a compresión, sólo se permite dar una pasada por empalme. En caso de haberse comprimido deficientemente con una pasada, éste se rechazará debiéndose efectuar otro.

CRUZAMIENTOS DE CAMINOS, LÍNEAS DE B.T. Y TELEFÓNICAS

El tendido de conductores sobre estas infraestructuras se realizará instalando una protección que evite la interferencia del cable a tender o del piloto con estos elementos, ya sea por descenso o caída del cable.

CRUZAMIENTOS DE CARRETERAS, AUTOPISTAS Y FERROCARRILES SIN ELECTRIFICAR

El tendido de conductores sobre estas infraestructuras se realizará instalando previamente una protección que evite la interferencia del cable a tender o del piloto con la circulación vial, ya sea por descenso o por caída del cable.

a. Protecciones clásicas de madera.
b. Protecciones de estructuras metálicas
   Esta dispondrá de los siguientes elementos:
   - **Pies derechos**. Se dispondrán paralelos a la carretera y la anchura total de la protección será tal que proyectada sobre la perpendicular del conductor supere los 10 m.
   - **Travesaños**. Debe conseguirse un travesaño eficaz entre un travesaño y los pies derechos que lo sustentan.
   - **Riostras laterales**. La disposición de estos vientos se hace en general por pares.
   - **Riostras en techo**. Los pies derechos de una hilera irán arriostrados por pares.
   - **Malla de cuerda**. Se instalarán cuerdas que forman malla de no más de 2 m de cuadrícula sobre carreteras nacionales, autopistas y autovías.

CRUZAMIENTOS DE LÍNEAS DE A.T. Y FERROCARRILES ELECTRIFICADOS. ESTADO DE ESTAS INSTALACIONES

En el tendido de conductores sobre estas infraestructuras se dispondrán las líneas cruzadas obligatoriamente según el siguiente orden preferente:

1º) Con la instalación cruzada en descargo durante toda la duración del tendido de la bobina, desde el montaje de poleas hasta el amarre del conductor. Se instalará una protección que resista el impacto mecánico de una caída del cable a fin de no dañar la línea cruzada.

2º) Pasando la línea cruzada a subterránea. Es preciso obtener la autorización pertinente de la Empresa Propietaria. Vanos muy largos (más de 200 m) hacen inviable esta opción.

3º) Con la instalación cruzada en tensión durante la duración del tendido. Se instalará una protección que evite el descenso del conductor a tender y resista el impacto mecánico de una caída, a fin de evitar el riesgo eléctrico y de no dañar la línea.

Se solicitará un Régimen Especial de Explotación para la línea cruzada. Las poleas del vano de cruzamiento serán de aluminio o tendrán un sistema que permita poner a tierra el

cable a través de la polea. Se instalarán tomas de tierra rodantes a la salida del freno y a la entrada de la máquina de tiro.

PROTECCIONES A INSTALAR SOBRE INSTALACIONES EN DESCARGO DURANTE TODA LA DURACIÓN DEL TRABAJO

A. Protecciones clásicas de madera.
   Dada la limitación en altura de los postes de madera sólo es posible su instalación si la línea cruzada está a menos de 10 m de altura.
B. Protecciones mediante estructuras metálicas de celosía.
   Con estas protecciones pueden protegerse líneas más altas, sin embargo, no es recomendable emplear estructuras de más de 20 m de altura. Si ninguna de estas protecciones puede instalarse, dados sus condicionantes, se bajarán los conductores de la línea cruzada hasta el suelo para protegerlos de una posible caída del cable a tender, con conocimiento de la Empresa Propietaria.

CRITERIOS SOBRE DESCARGOS Y RÉGIMEN ESPECIAL DE LÍNEAS CRUZADAS

Una vez que el Contratista haya levantado los croquis de cruzamientos e identificadas las líneas, los presentará a la Empresa Eléctrica con la propuesta de protecciones a instalar. El Contratista enviará la petición de descargo a los Despachos Técnicos de Explotación de las Empresas propietarias.

En las líneas cruzadas en descargo se dispondrán de puestas a tierra, en el vano de cruzamiento, durante la duración de los descargos y hasta la devolución de éstos. Si el tendido se realizase con la línea cruzada en tensión y ésta no dispusiese de reenganchadores, en el Régimen Especial se expresará la necesidad de que no se reponga servicio sin comunicación previa.

CONDICIONES DEL REGULADO

En las maniobras de regulado, el personal de suelo estará apartado de la traza de los cables, para poder evitar posibles atrapamientos en el caso de escapes, roturas, etc. El personal que esté en lo alto de los apoyos, se situará en el centro de éstos mientras se está regulando.

ENGRAPADO EN TORRES DE AMARRRE

Una vez flechados los cables procederemos a efectuar el amarre en los apoyos preparados para ello. La operación puede efectuarse por varios procedimientos, todos ellos arriesgados por tener que trabajarse en altura y sobre los conductores, de forma que no se pierda la tracción del cable en el resto de la línea, salvo en el apoyo o en la zona de operación.

AMARRE AÉREO O COMPENSADO

Este se hará cuando en el tendido de los cables se han pasado uno o varios apoyos de amarres. En este caso por el apoyo pasan los cables como si fuese uno de suspensión, pero como es lógico sin cadenas de este tipo.

Solamente hará falta retener los cables a un lado y otro del apoyo, cortar cables, bajarlos, hacer grapas, enganchar cadenas, subir otra vez y al fin aflojar la retenida.

Con este método en que se bajan los cables al suelo, teniendo cuidado en no descompensar los tenses, la maniobra es muy segura. Al cortar los cables se retendrán bien con el fin de que no se escapen o caigan. Si es posible se cortarán en el suelo.

Si es posible se dotará a las crucetas de puntos de enganche auxiliares para anclaje de los aparejos o poleas. El personal de tierra estará pendiente del trabajo que se realiza arriba cuidando de no ponerse debajo de la zona de trabajo. Los equipos de tierra no colocarán máquinas para trabajar en la vertical de los operarios de arriba.

Al subir cadenas o bajar cables el capataz dará aviso de despejar la zona. Los estrobados en herrajes, sobre todo en la zona de las grapas, se harán de tal forma que no supongan esfuerzos incorrectos en esos materiales.

AMARRE CON ATIRANTADO

En este caso la torre es la final del cantón y tiene por un lado los cables y por el otro los atirantados (vientos). Podemos decir que el apoyo está compensado, por lo tanto, podemos realizar el amarrado de los cables empleando el mismo método que en el caso anterior.

Posteriormente al querer amarrar la serie siguiente por el otro lado, se puede ver que los tenses horizontales quedan compensados pero los verticales quedan duplicados.

El tense del tirante de cruceta se calculará para el peso del vano de línea. Una vez regulado el segundo lado, tan pronto como se puedan retener los cables en la punta de cruceta, ya podremos quitar vientos.

Se aconseja el empleo de aparejos con los suficientes reenvíos para que se pueda emplear poleas normales en los reenvíos de estas maniobras al suelo. Se tendrán en cuenta los esfuerzos resultantes de las maniobras para elegir las poleas adecuadas.

ENGRAPADO EN TORRES DE SUSPENSIÓN

En principio parece más fácil que los de amarre, pero no hay que descuidarse pues el accidente puede aparecer. La instalación de las varillas de protección en el punto que ha de ir colocada la grapa de suspensión se hará colocándose el operario en una escalera suspendida, para evitar que tenga que posicionarse en el propio cable.

El recorrido de la maniobra para hacerse con el cable y poderlo engrapar es relativamente corto, por lo tanto, se puede emplear una herramienta que sea lo menos pesada posible.

En caso de empleo de cabrestante o aparejo para suspender los cables, no se tirará del reenvío directamente hacia el suelo, se hará pasar a través del cuerpo de la torre. Para mayor comodidad los operarios usarán escaleras auxiliares, pero estarán atados a la cruceta, aunque usen escalera.

ANTIVIBRADORES

Es aconsejable que esta colocación se haga cuando se acaba de engrapar pues la instalación de las escaleras auxiliares puede servir perfectamente para este menester en caso contrario, obligaría a montar otra vez el sistema siendo en muchos casos colocados sin las debidas condiciones de seguridad por la pereza de montar las escaleras o herramienta auxiliar adecuada. Los operarios estarán además atados a la cruceta cuando bajen a los cables.

INSPECCIONES DE SEGURIDAD

Al inicio de los trabajos y posteriormente con periodicidad trimestral se inspeccionarán los accesorios de izado. Se rechazará el material que ofrezca duda sobre su garantía de seguridad.

4. MAQUINARIA A EMPLEAR

4.1. Retroexcavadora

Los riesgos asociados a esta actividad serán caídas al mismo y diferente nivel, caídas de objetos, choque, atrapamientos, atropellos, contactos eléctricos, entre otros.

Las medidas de prevención a aplicar serán:

- Todos los aparatos de elevación y similares empleados en las obras satisfarán las condiciones generales de construcción, estabilidad y resistencia adecuadas y estarán provistos de los mecanismos o dispositivos de seguridad.
- Los conductores y personal encargado de vehículos y maquinarias para movimiento de tierras y manipulación de materiales deberán recibir una formación especial.
- No se trabajará con la máquina en situación de semiavería. Se reparará primero y después se reanudará el trabajo.
- Antes de iniciar cada turno de trabajo, comprobar que funcionan todos los mandos correctamente.
- Ajustar el asiento para que pueda alcanzar los controles sin dificultad.

- Se deberá desplazar a velocidades muy moderadas, especialmente en lugares de mayor riesgo.
- En la maniobra de marcha atrás, el operario conductor extremará las condiciones de seguridad.
- El inicio de las maniobras se señalizará y se realizarán con extrema precaución.

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante
- Guantes de trabajo
- Gafas de protección contra ambientes pulvígenos
- Mascarilla de protección contra ambientes pulvígenos
- Cinturón de banda ancha de cuero
- Ropa de protección para el mal tiempo

4.2. Grúa

Los riesgos asociados a esta actividad serán caídas al mismo y diferente nivel, caídas de objetos por manipulación, choques contra objetos, atrapamiento, atropellos, contactos eléctricos, entre otros.

Las medidas de prevención a aplicar en esta actividad serán:

- Todos los trabajos se deberán ajustar a las características de la grúa. Deberá existir un cartel suficientemente visible con las cargas máximas permitidas.
- La armadura de la grúa deberá estar conectada a tierra.
- En caso de elevación de pallets, se hará disponiendo de dos eslingas por debajo de la plataforma de madera.
- El servicio de la grúa necesita además del maquinista, otros operarios que se encargan de enganchar y realizar las señales pertinentes para asegurar su transporte en condiciones de seguridad. Estos últimos son el enganchador y el señalista, siendo frecuentemente ambos la misma persona.

Los equipos de protección individual a utilizar serán los siguientes:

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante
- Guantes de trabajo
- Gafas de protección contra ambientes pulvígenos
- Mascarilla de protección contra ambientes pulvígenos
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares
- Ropa de protección para el mal tiempo

4.3. Martillo hidráulico

Los riesgos asociados a esta actividad serán caídas al mismo y distinto nivel, caída de objetos, atrapamientos por vuelco de máquinas y golpes por objetos.

Las medidas preventivas a aplicar serán las siguientes:

- Todos los aparatos de elevación y similares empleados en las obras satisfarán las condiciones generales de construcción, estabilidad y resistencia adecuadas y estarán provistos de los mecanismos o dispositivos de seguridad.
- Antes de comenzar el trabajo se comprobará el estado de los accesorios de seguridad, así como del cable de suspensión de cargas y de las eslingas a utilizar.
- No se permitirá la sustentación del maquinillo por contrapeso, como por ejemplo con bidones llenos de arena u otro material.
- La toma de corriente se realizará mediante una manguera eléctrica antihumedad dotada de conductor expreso para toma de tierra.
- Diariamente se revisará el buen estado de la puesta a tierra de la carcasa de los maquinillos.
- Se instalará una argolla de seguridad en la que anclar el fiador del cinturón de seguridad del operario encargado del manejo del maquinillo.
- Se prohíbe expresamente anclar los fiadores de los cinturones de seguridad a los maquinillos instalados.
- Se realizará un mantenimiento semanal de los maquinillos.
- Estará prohibido arrastrar cargas por el suelo, realizar tirones sesgados, dejar cargas suspendidas con la máquina parada.
- Se prohíben expresamente las operaciones de mantenimiento sin desconectar antes el maquinillo de la red eléctrica.
- La carga estará correctamente colocada sin que pueda dar lugar a basculamientos.
- Al término de la jornada de trabajo, se pondrán los mandos a cero, no se dejarán cargas suspendidas y se desconectará la corriente eléctrica en el cuadro secundario.

Los equipos de protección individual a utilizar serán los siguientes:

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Guantes de trabajo
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante
- Arnés de seguridad de sujeción
- Ropa de trabajo para el mal tiempo

4.4. Cortadora de ladrillo y material cerámico

Los riesgos asociados a esta actividad serán golpes y cortes por objetos, proyección de fragmentos, exposición de ruido, exposición de ambientes de polvo, atrapamientos, entre otros.

Las medidas de prevención a aplicar serán las siguientes:

- Se deberá observar que la máquina esté mecánicamente bien construida, que sea robusta para evitar vibraciones y que esté provista de las protecciones adecuadas a la clase de trabajo a realizar.

- El dispositivo de puesta en marcha y parada deberá estar situado fácilmente al alcance del operario.
- El dentado habrá de escogerse según la clase de material a cortar.
- Los dientes se habrán de afilar cuidadosamente procurando que sus fondos queden redondeados para evitar que se agriete la hoja.
- Toda hoja oxidada, alabeada, defectuosa o mal afilada es un peligro y deberá desecharse.
- Sobre el plato porta-sierras la hoja deberá quedar bien ajustada y prieta para que no se descentre ni pueda moverse durante el trabajo.
- Sobre la mesa, la protección habrá de hacerse delante y detrás del filo de dientes de la sierra. La parte posterior se protegerá con el cuchillo divisor regulable en altura. La parte anterior se protegerá con un cobertor de la hoja, regulable.
- Toda variación de las protecciones o del ajuste de la sierra habrá de hacerse con el motor parado.

Los equipos de protección individual a utilizar para realizar esta actividad serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Gafas de protección contra impactos
- Gafas de protección contra proyección de fragmentos o partículas
- Mascarilla de protección para ambientes pulvígenos
- Botas de seguridad con puntera
- Protecciones auditivas
- Ropa de trabajo ajustada para evitar atrapamientos

4.5. Máquinas herramientas y herramientas manuales

Los riesgos asociados a esta actividad serán golpes y cortes por objetos y herramientas, proyección de fragmentos, atrapamientos, exposición de ruido, exposición a ambientes de polvo, entre otros.

Las medidas de prevención a aplicar serán las siguientes:

- En los intervalos de no utilización, dirigir la llama del soplete al espacio libre o hacia superficies que no puedan quemarse.
- Las máquinas-herramientas accionadas por energía térmica, o motores de combustión, sólo pueden emplearse al aire libre o en locales perfectamente ventilados.
- Las herramientas deben estar acopladas a las mangueras por medio de resortes, pinzas de seguridad o de otros dispositivos que impidan que dichas herramientas salten.
- Se utilizarán guantes de trabajo y gafas de seguridad para protegerse de las quemaduras por sobrepresión del circuito hidráulico.
- Para las máquinas-herramientas eléctricas, se comprobará periódicamente el estado de las protecciones.
- No se arrastrarán los cables eléctricos de las herramientas portátiles, ni se dejarán tirados por el suelo.

- Si se trabaja en locales húmedos, se adoptarán las medidas necesarias, guantes aislantes, taburetes de seguridad, taburetes de madera, transformador de seguridad, etc.
- Los operarios expuestos al polvo utilizarán mascarillas equipadas con filtro de partículas.
- Si el nivel sonoro es superior a los 80 decibelios, deberán adoptarse las recomendaciones establecidas en el R.D. 1316/1.989, de 27 de octubre, sobre medidas de protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de su exposición al ruido.

Los equipos de protección a utilizar serán los siguientes:

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Gafas de protección contra impactos
- Gafas de protección contra la proyección de fragmentos
- Mascarilla de protección contra ambientes pulvígenos
- Protecciones auditivas
- Botas de seguridad con puntera, plantilla reforzada en acero y suela antideslizante
- Ropa de trabajo ajustada para evitar atrapamientos

5. Instalaciones provisionales

Se considerarán en este apartado los riesgos y medidas preventivas en las instalaciones provisionales de obra.

5.1. Instalación provisional eléctrica

La acometida será preferiblemente subterránea. Se pondrá el cuadro general de mando y protección, dotado de seccionador general de corte automático, interruptor omnipolar y protección contra faltas a tierra, sobrecargas y cortocircuito, mediante interruptores magnetotérmicos y relé diferencial de 300 mA de sensibilidad.

Por último, del cuadro general saldrá un circuito para alimentación de los cuadros secundarios donde se conectarán las herramientas portátiles de los tajos.

Las tomas de corriente y clavijas, llevarán contacto de puesta a tierra de manera obligatoria.

Los riesgos asociados a esta actividad serán caídas al mismo y distinto nivel, pisadas, golpes y cortes con objetos, contactos eléctricos entre otros.

Las medidas de prevención a aplicar serán las siguientes:

- Solamente el personal capacitado podrá operar en los equipos eléctricos, sean cuadros de maniobra, de puesta en marcha de motores, etc.
- Los trabajadores considerarán que todo conductor eléctrico, cable o cualquier parte de la instalación se encuentra conectado y en tensión. Antes de trabajar en

ellos se comprobará la ausencia de voltaje con aparatos adecuados y se pondrán a tierra y en cortocircuito.

- El tramo aéreo entre el cuadro general de protección y los cuadros para máquinas será tensado con piezas especiales sobre apoyos.
- El tendido de los cables y mangueras se efectuará a una altura mínima de 2 metros en los lugares peatonales y de 5 metros en los de vehículos.
- Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.
- El neutro de la instalación estará puesto a tierra.
- La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.
- El hilo de toma de tierra siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde.
- Las tomas de tierra de cuadros eléctricos generales distintos, serán independientes eléctricamente.
- Las derivaciones de conexión a máquinas se realizarán con terminales de presión, disponiendo las mismas de mando de marcha y parada.
- Las lámparas para alumbrado general y sus accesorios se situarán a una distancia mínima de 2,5 metros del piso o suelo.

Los equipos de protección a utilizar en esta actividad serán:

- Casco de seguridad para protección contra arco eléctrico
- Guantes de trabajo
- Guantes aislantes para baja tensión
- Botas de seguridad aislantes, con puntera y plantilla reforzada y suela antideslizante.
- Ropa de protección para el mal tiempo

5.2. Instalación de prevención de incendios

Las causas que propician la aparición de un incendio en una obra no son distintas de las que lo generan en otro lugar: existencia de una fuente de ignición, junto a una sustancia combustible puesto que el carburante (oxígeno) está presente en todos los casos.

Los medios de extinción serán extintores portátiles de dióxido de carbono y/o de polvo seco. Los caminos de evacuación estarán libres de obstáculos, de aquí la importancia del orden y limpieza en todos los tajos.

Las medidas de prevención a aplicar en esta actividad serán:

- Orden y limpieza separando los escombros del material combustible para su mejor control.
- Vigilancia y detección de posibles focos de incendio.
- Revisión periódica de extintores.
- Prohibición de fumar en lugares de mayor peligro de incendio.
- Señalización de las zonas de peligro de incendio.

6. Instalaciones de higiene y bienestar

Se dispondrá de un local, con dos salas, para aseos y vestuarios. En ellos, los suelos y paredes serán continuos, lisos e impermeables y con materiales que permitan el lavado con líquidos desinfectantes o antisépticos, con la frecuencia necesaria.

Todos los elementos, tales como grifos, desagües, alcachofas de duchas, etc., estarán en perfecto estado de funcionamiento y los bancos y taquillas aptos para su utilización. Todos los locales estarán dotados de luz, calefacción y suficiente ventilación.

7. Medicina preventiva y asistencial

7.1. Reconocimientos médicos

Todos los trabajadores pasarán como mínimo un reconocimiento médico con carácter anual. Asimismo, cuando los trabajadores vayan a realizar tareas que entrañen riesgos especiales deberán pasar un reconocimiento médico específico que les habilite para realizar dichas tareas.

7.2. Asistencia de accidentados

CENTROS ASISTENCIALES EN CASO DE ACCIDENTE

- Para atención del personal en caso de accidente se contratarán los servicios asistenciales adecuados.
- Se dispondrá en la obra, en sitio bien visible, una lista con los teléfonos y direcciones de los centros asignados.

BOTIQUÍN DE PRIMEROS AUXILIOS

- Se dispondrá en obra, en el vestuario o en la oficina, un botiquín que estará a cargo de una persona capacitada designada por la empresa.
- Contendrá, de forma orientativa: Agua oxigenada; alcohol de 96 grados, tintura de yodo; “mercurocromo” o “cristalmina”, amoniaco; gasa estéril; algodón hidrófilo estéril; esparadrapo antialérgico; torniquetes antihemorrágicos; bolsa para agua o hielo; guantes esterilizados; termómetro clínico; apósitos autoadhesivos; antiespasmódicos; analgésicos; tónicos cardiacos de urgencia y jeringuillas desechables.

PLIEGO DE CONDICIONES

1. LEGISLACIÓN APLICABLE A LA OBRA

- Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.

- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 780/1998, de 30 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Ley 8/1998, de 7 de abril, sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social.
- Capítulo VII "Andamios" del Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Orden 2988/1998, de 30 de junio, por la que se establecen los requisitos mínimos exigibles para el montaje, uso, mantenimiento y conservación de los andamios tubulares utilizados en las obras de construcción. (Norma autonómica de la Comunidad de Madrid).
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación (R.D. 3275/1982) e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Reglamento de líneas eléctricas aéreas de alta tensión (R.D. 3151/68).
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (R.D. 842/2002 de 2 de agosto).
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, por el que se establecen las disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Ordenanza de trabajo de construcción, vidrio y cerámica (O.M. 28/08/70).
- Reglamento de Aparatos a Presión (R.D. 1244/1979).
- Reglamento de seguridad en máquinas (R.D. 1495/86).
- Real Decreto 1435/1992 de 27 de noviembre por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas.
- Real Decreto 1407/1992 de 20 de noviembre por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- Reglamento de Instalaciones de Protección contra incendios (R.D. 1.942/93).
- Real Decreto 786/2001, de 6 de Julio, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre Disposiciones mínimas relativas a la manipulación manual de cargas.
- Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a trabajos con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

- Real Decreto 1316/1989, de 27 de octubre, sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de Julio, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de equipos de trabajo.
- Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos.
- Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- Orden del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, de 25 de marzo de 1998, de adaptación y modificación del Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- Real Decreto 1124/2000, de 6 de junio, por el que se modifica el Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- Orden 2027/2002, de 24 de mayo, del Consejero de Trabajo, por la que se deroga la Orden 5518/1999, de 6 de septiembre, que establecía el modelo de Aviso Previo preceptivo para las obras de construcción en la Comunidad de Madrid, incluidas en el ámbito de aplicación del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre.
- Estatuto de los Trabajadores.
- Ley General de la Seguridad Social.

Y todas aquellas Normas o Reglamentos en vigor durante la ejecución de las obras que pudieran no coincidir con las vigentes en la fecha de redacción de este Estudio de Seguridad.

2. CONSIDERACIONES DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA

- Las diversas protecciones colectivas a utilizar en la obra tendrán una calidad adecuada a las prestaciones exigidas, debiendo garantizar su eficacia mediante certificado del fabricante o bien por cálculos y ensayos justificativos realizados al efecto.
- Las protecciones colectivas se ajustarán a lo dispuesto en las Disposiciones Legales y Reglamentos Vigentes.
- Todos los elementos de protección colectiva, tendrán fijado un periodo de vida útil, desechándose al término del mismo.
- Si por cualquier circunstancia, sea desgaste, uso o deterioro por acción mecánica, un elemento de protección colectiva sufriera algún deterioro, se repondrá de inmediato, haciendo caso omiso de su periodo de vida útil.

- Los trabajadores serán debidamente instruidos respecto a la correcta utilización de los diferentes elementos de protección colectiva.
- Las protecciones colectivas estarán disponibles en obra para su oportuna utilización en las respectivas zonas donde puedan ser necesitadas.

3. CONSIDERACIONES DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Se especifica como condición expresa que todos los equipos de protección individual utilizables en esta obra, cumplirán las siguientes condiciones generales:

- Tendrán la marca "CE", según las normas de Equipos de Protección Individual.
- Su utilización se realizará cumpliendo con el contenido del Real Decreto 773/1.997, de 30 de mayo: Utilización de equipos de protección individual.
- Los equipos de protección individual que cumplan con la indicación expresada en el punto primero de este apartado, tienen autorizado su uso durante su período de vigencia.
- Todo equipo de protección individual en uso que esté deteriorado o roto, será reemplazado de inmediato, quedando constancia en la oficina de obra del motivo del cambio y el nombre de la empresa y de la persona que recibe el nuevo equipo de protección individual, con el fin de dar la máxima seriedad posible a la utilización de estas protecciones.
- Las variaciones de medición de los equipos de protección individual que puedan aparecer en cada plan de seguridad y salud que presenten los diversos contratistas, deberán justificarse técnicamente ante el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra. Si la justificación no es aceptada, el plan no podrá ser aprobado.
- Se recuerda, que, en aplicación de los Principios de Acción Preventiva de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, no puede ser sustituida una protección colectiva prevista en este Estudio de Seguridad y Salud por el uso de equipos de protección individual.

4. SEÑALIZACIÓN DE LA OBRA

Esta señalización cumplirá con lo contenido en el Real Decreto 485 /97 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización y seguridad en el trabajo, que desarrolla los preceptos específicos sobre esta materia contenidos en la Ley 31/95 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.

5. CONDICIONES Y MEDIOS DE SEGURIDAD EN MEDIOS AUXILIARES, EQUIPOS Y MÁQUINAS

De acuerdo con el art. 41 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, los contratistas obtendrán de los fabricantes y proveedores todas las especificaciones técnicas, normas y material impreso que incluyan las correspondientes características

técnicas de toda la maquinaria. La información facilitada por los fabricantes y proveedores deberá incluir:

- Instrucciones sobre los procedimientos para el funcionamiento y uso de máquinas, equipos, herramientas, dispositivos o equipos de protección individual.
- Procedimientos de mantenimiento y conservación de máquinas, equipos, herramientas, dispositivos o equipos de protección individual.
- Los contratistas mantendrán en todo momento en la base de operaciones de su zona de obras copias de los manuales y especificaciones impresas (en adelante, la información técnica) especificadas en el párrafo anterior.
- Todos los empleados de los contratistas recibirán información y formación sobre el contenido de los manuales técnicos pertinentes al trabajo que realizan.
- Cada contratista facilitará a todos sus empleados el equipo de protección seguridad y salud mínimo recogido en las normas que anteceden. Asimismo, deberá mantener copias de dichas normas en la base de operaciones de la obra.
- El Encargado de la obra será el responsable de la recepción de la maquinaria y medios auxiliares, comprobando a su llegada a obra el buen estado de los mismos, con todos sus componentes y de acuerdo con lo solicitado, así como, verificará que cumple la legislación vigente en materia de seguridad y salud que le afecte.
- Se prohíbe el montaje de los medios auxiliares, máquinas y equipos, de forma parcial; es decir, omitiendo el uso de alguno o varios de los componentes con los que se comercializan para su función.
- El uso, montaje y conservación de los medios auxiliares, máquinas y equipos, se hará siguiendo estrictamente las condiciones de montaje y utilización segura, contenidas en el manual de uso editado por su fabricante.
- Todos los medios auxiliares, máquinas y equipos a utilizar en esta obra, tendrán incorporados sus propios dispositivos de seguridad exigibles por aplicación de la legislación vigente. Se prohíbe expresamente la introducción en el recinto de la obra, de medios auxiliares, máquinas y equipos que no cumplan la condición anterior.
- Si el mercado de los medios auxiliares, máquinas y equipos, ofrece productos con la marca “CE”, cada contratista adjudicatario, en el momento de efectuar el estudio para presentación de la oferta de ejecución de la obra, debe tenerlos presentes e intentar incluirlos, porque son por sí mismos, más seguros que los que no la poseen.

6. FORMACIÓN E INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES

Cada contratista adjudicatario está legalmente obligado a formar en un método de trabajo correcto y seguro a todo el personal a su cargo, de tal forma que los trabajadores que realicen trabajos en las obras deberán tener conocimiento de los riesgos propios de su actividad laboral, así como de las conductas a observar en determinadas maniobras, del uso correcto de las protecciones colectivas y de los equipos de protección individual necesarios.

Asimismo, todos los trabajadores deberán conocer y estar informados sobre el Plan de Seguridad y Salud específico de la obra, como paso previo a su incorporación al trabajo.

El adjudicatario acreditará que el personal que aporte, posee la formación, la experiencia y el nivel profesional adecuado a los trabajos a realizar. Esta acreditación se indicará especialmente y de forma diferenciada con respecto al resto de los trabajadores, para los trabajadores autorizados y cualificados según criterios del R.D. 614/2001.

Los trabajos que se realicen en tensión y en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios, según criterios del R.D. 614/2001.

7. ACCIONES A SEGUIR EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL

Cuando un trabajador de una Empresa contratada conozca la existencia de un accidente, procurará el auxilio inmediato que esté a su alcance y lo comunicará, a la mayor brevedad posible:

- A la asistencia médica más cercana
- Al Jefe de obra del contratista y/o a la Dirección Facultativa

El Jefe de obra tomará las medidas a su alcance para evitar daños mayores a las personas e instalaciones.

Los accidentes serán notificados a la autoridad laboral en los plazos y términos requeridos por las normas oficiales.

Cada contratista adjudicatario, en cumplimiento del Anexo IV, punto 14, del R.D. 1.627/1.997, tendrá en cuenta los siguientes principios sobre primeros auxilios:

- El accidentado es lo primero. Se le atenderá de inmediato con el fin de evitar el agravamiento o progresión de las lesiones.
- En caso de caídas a distinto nivel y de accidentes de carácter eléctrico, se supondrá siempre, que pueden existir lesiones graves y, en consecuencia, se extremarán las precauciones de atención primaria en la obra, aplicando las técnicas especiales para la inmovilización del accidentado hasta la llegada de la ambulancia y de reanimación en el caso de accidente eléctrico.
- En caso de gravedad manifiesta, se evacuará al herido en camilla y ambulancia; se evitarán en lo posible, según el buen criterio de las personas que atiendan primariamente al accidentado, la utilización de los transportes particulares, por lo que implican de riesgo e incomodidad para el accidentado.
- Cada contratista adjudicatario comunicará, a través del Plan de seguridad y salud que elabore, el nombre y dirección del centro asistencial más próximo previsto para la asistencia sanitaria de los accidentados.
- Cada contratista adjudicatario instalará carteles informativos en la obra que suministren a los trabajadores y resto de personas participantes en la obra, la información necesaria para conocer el centro asistencial, su dirección, teléfonos de contacto, mutua de accidentes concertada, etc.

8. COMUNICACIONES INMEDIATAS EN CASO DE ACCIDENTE

En caso que se produzca un accidente en la obra, el responsable del contratista al que pertenezca el trabajador accidentado (contrata y/o subcontrata) está obligado a realizar las acciones y comunicaciones que se recogen en el cuadro siguiente:

Accidentes de tipo leve

- Al Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra: de todos y cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas.
- A la Mutua de Accidentes de Trabajo.

Accidentes de tipo grave, muy grave, mortales o que afecten a más de 4 trabajadores

- Al Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra: de todos y cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas.
- A la Autoridad laboral en el plazo de 24 horas. Esta comunicación se realizará a través de telegrama u otro medio análogo, con especificación de los siguientes datos: razón social, domicilio y teléfono de empresa, nombre del trabajador accidentado, dirección del lugar del accidente y breve descripción del mismo.

9. SEGURIDAD EN LA OBRA

De acuerdo con lo establecido en la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales y en el Real Decreto 39/1997 por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, la empresa que ejecute el proyecto deberá contar con un Servicio de Prevención propio o contratado, o trabajador designado, que asesoren e impulsen las actividades y medidas preventivas recogidas en el Plan de Seguridad y Salud desarrollado en base a este Estudio de Seguridad.

La empresa adjudicataria nombrará a un responsable de Seguridad, que podrá coincidir o no con su jefatura de obra, que será quien la represente ante el Coordinador de Seguridad y Salud en la ejecución del proyecto y será el encargado de velar por el cumplimiento de todo lo estipulado en el Plan de Seguridad y Salud.

Dependiendo de la presencia del responsable de Seguridad en las obras y de acuerdo a lo que se establezca en el Plan de Seguridad, será necesario la designación de un Vigilante de Seguridad que lo represente, y el cual estará permanentemente en obra.

10. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

En aplicación del presente Estudio de Seguridad y Salud, cada contratista que intervenga en la obra, elaborará su correspondiente Plan de Seguridad y Salud, en el cual analizará y desarrollará las previsiones contenidas en el mismo en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

El contratista incluirá en su Plan de Seguridad las propuestas y medidas alternativas de prevención que considere oportunas, indicando la correspondiente justificación técnica,

si bien, no podrá implicar disminución de los niveles de protección previstos en el Estudio de Seguridad y Salud.

El Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista, deberá ser aprobado, previamente al inicio de los trabajos, por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución. Podrá ser modificado en función del proceso de ejecución de la obra, evolución de los trabajos o bien de las posibles incidencias que pudieran surgir durante el desarrollo de los trabajos. La modificación realizada deberá ser aprobada por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución.

Constituirá el elemento básico para identificar y evaluar los riesgos, de manera que permita planificar una acción preventiva.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como aquellas personas con responsabilidades en materia de prevención de riesgos laborales, representantes de los trabajadores, etc., podrán presentar por escrito y de forma razonada las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. A tal efecto, el Plan de Seguridad y Salud estará en la obra a disposición permanente de los mismos.

11. OBLIGACIONES DE CADA CONTRATISTA ADJUDICATARIO EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD

- Cumplir y hacer cumplir en la obra, todas las obligaciones exigidas por la legislación vigente del Estado Español y sus Comunidades Autónomas, referida a la seguridad y salud en el trabajo y concordantes, de aplicación a la obra.

- Elaborar en el menor plazo posible y siempre antes de comenzar la obra, un plan de seguridad cumpliendo con el R. D. 1.627/1.997 de 24 de octubre., que respetará el nivel de prevención definido en todos los documentos de este Estudio de Seguridad y Salud.

- Presentar el plan de seguridad para su aprobación por parte del Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, antes del comienzo de la misma, incluyendo todas las modificaciones y/o observaciones que éste pueda sugerirle.

- Formar e informar sobre el contenido del plan de seguridad y salud aprobado, a todos los trabajadores propios, subcontratistas y autónomos de la obra y hacerles cumplir con las medidas de prevención en él expresadas. Por parte de las subcontratas, se firmará un documento de adhesión al Plan de Seguridad de la contrata principal.
- Entregar a todos los trabajadores de la obra independientemente de su afiliación empresarial principal, subcontratada o autónoma, los equipos de protección individual definidos en el plan de seguridad y salud aprobado, para que puedan usarse de forma inmediata y eficaz.

- Cumplir fielmente con lo expresado en el pliego de condiciones particulares del plan de seguridad y salud aprobado, en el apartado: “acciones a seguir en caso de accidente laboral”.

- Informar de inmediato de los accidentes leves, graves, mortales o sin víctimas al Coordinador en materia de seguridad y salud y/o Dirección Facultativa durante la ejecución de la obra, tal como queda definido en el apartado “acciones a seguir en caso de accidente laboral”.

- Colaborar con el Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra y con la Dirección Facultativa, en la solución técnico-preventiva, de los posibles imprevistos del proyecto o motivados por los cambios de ejecución decididos sobre la marcha, durante la ejecución de la obra.

12. COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, el promotor antes del inicio de los trabajos o tan pronto como se constate dicha circunstancia, designará a un Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

El Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra.
- Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo. La Dirección Facultativa asumirá ésta función cuando no sea necesaria la designación de coordinador.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales prevista en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La Dirección Facultativa asumirá esta función cuando no sea necesaria la designación de coordinador.

13.LIBRO DE INCIDENCIAS

Para cada proyecto de obra existirá con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud un libro de incidencias que constará de hojas por duplicado, habilitado al efecto.

Dicho libro será facilitado por el Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el plan de seguridad y salud, tal y como se recoge en el Real Decreto

1.627/1.997 de 24 de octubre por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en la obra de construcción.

Deberá mantenerse siempre en la obra, y estará en poder del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, o cuando no fuera necesaria la designación de coordinador, en poder de la Dirección Facultativa.

El coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra está legalmente obligado a tenerlo a disposición de: la Dirección Facultativa de la obra, encargado de seguridad, Comité de seguridad y salud, Inspección de Trabajo y Técnicos y Organismos de prevención de riesgos laborales de las Comunidades Autónomas. Efectuada una anotación en el mismo, el Coordinador de seguridad (o Dirección Facultativa cuando no deba ser designado Coordinador), estará obligado a remitir, en el plazo de veinticuatro horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra.

14. SEGURO DE RESPOSABILIDAD CIVIL Y PATRONAL

La empresa contratista se responsabilizará de cumplir y hacer cumplir cuantas disposiciones legales relativas a seguridad y salud, medio ambiente y otras en general, les sean de aplicación en el desarrollo de las actividades contratadas.

El contratista concertará a sus expensas, y por la cantidad necesaria (mínimo 600.000 €), el seguro de Responsabilidad Civil que cubra los posibles daños a Iberinco, su personal e instalaciones, y a terceros, derivados de la realización de las obras contratadas, así como la responsabilidad legalmente exigible por los daños ocasionados por el error o negligencia en la gestión de la seguridad.

Igualmente, habrá de concertar el de Responsabilidad Civil Patronal (mínimo 150.000 € por víctima) que cubra a su propio personal y al de sus subcontratistas, comprometiéndose a ampliar el alcance de los mismos si en opinión de la oficina técnica del propietario, en este caso, lo decidiera preciso.

Los vehículos de propulsión mecánica autorizados a circular por vías públicas, estarán obligatoriamente asegurados, como mínimo, con la garantía de Responsabilidad Civil ilimitada durante su permanencia en el recinto de la obra. En caso de tratarse de camiones deberá contratarse una póliza que cubra la Responsabilidad Civil de la carga o en su defecto, deberá presentarse copia de la Póliza de responsabilidad civil general de la empresa propietaria del camión, en la que se garantice dicha cobertura.

15. SUBCONTRATACIÓN

Sin previa autorización escrita de la empresa encargada del proyecto, el contratista no podrá ceder o traspasar a terceros obligaciones o derechos nacidos del pedido o contrato. Para la cesión, esta dará su conformidad a la selección del subcontratista.

El contratista será responsable único, ante la empresa propietaria, de la realización de la obra en su totalidad, independientemente de las responsabilidades que él pueda exigir a sus suministradores o subcontratistas.

Un plano de seguridad es la representación gráfica de la prevención descrita en la memoria de seguridad y salud y en coordinación con el pliego de condiciones particulares. Son unos planos genéricos, que cumplen tan solo con la idea de dar pistas al contratista sobre cómo representar coherentemente la prevención. No permiten la medición ni el presupuesto exacto como consecuencia de su indefinición.

III. MEDICIONES Y PRESUPUESTO

1. MEDICIONES

Las mediciones relacionadas con los temas de Seguridad y Salud para la prevención de riesgos, se dimensionarán para su empleo y posterior presupuestación. A efectos de sistematización se establecen los siguientes conceptos:

• Prevención y formación

• Servicio Médico

• Protecciones colectivas

• Protecciones personales

• Instalaciones de Higiene

Los criterios de medición y presupuesto de cada concepto, se indican a continuación:

PREVENCIÓN Y FORMACIÓN

La medición se realiza en base a Horas-hombre correspondientes al Técnico de Seguridad Salud, que se prevén dedicar a la asistencia técnica, inspección, formación, etc.

SERVICIO MÉDICO

Comprende el reconocimiento anual a cada uno de los trabajadores que intervengan en ejecución de la obra, así como la emisión del informe correspondiente respecto a si resulta no apto para el trabajo a desarrollar. Su presupuesto se realiza en base importe trabajador.

PROTECCIONES COLECTIVAS

La medición se realiza en base a una determinada dotación anual por operario y el presupuesto se obtiene partiendo de la citada dotación anual, precio unitario, número operarios y duración estimada de la obra.

PROTECCIONES INDIVIDUALES

Tanto su medición como el presupuesto, se realiza en base a los mismos conceptos indicados en el concepto anterior de protecciones colectivas.

INSTALACIONES DE HIGIENE Y PRIMEROS AUXILIOS

Su medición se realiza en base a las unidades previstas, precio unitario, número de operar y duración estimada de la obra.

2. PRESUPUESTO

La presupuestación del estudio de Seguridad y Salud, se realiza en base a los conceptos indicados en el punto anterior, se supondrá un tiempo estimado de duración de obra de seis meses (0,5año/fracción) y con una media de 8 trabajadores.

Nº ORDEN	DESCRIPCIÓN	HORAS-HOMBRE-MES	PRECIO UNITARIO	DURACIÓN (MESES)	COSTE (€)
1	Asistencia técnica, inspecciones, informes…	40	24 €	6	5.760 €
2	Reuniones de seguridad	1	144 €	6	864 €
3	Formación	0,5	240 €	6	720 €
Subtotal					7.344,00 €

Servicio Médico

SERVICIO MÉDICO					
Nº ORDEN	DESCRIPCIÓN	Nº OPERARIOS	PRECIO UNITARIO	DURACIÓN (Año/fracción)	COSTE (€)
1	Reconocimiento médico	8	24	0,5	96,00 €
Subtotal					96,00 €

Protecciones Colectivas

PROTECCIONES COLECTIVAS						
Nº ORDEN	DESCRIPCIÓN	DOTACIÓN ANUAL OPERARIO	PRECIO UNIDAD	Nº OPERARIOS	DURACIÓN (Año)	COSTE (€)
1	Cerramiento de obras	0,5	2.750 €	8	0,5	5.500 €

2	Barandillas	0,25	30 €	8	0,5	30 €
3	Señalización zona trabajo	0,5	15 €	8	0,5	30 €
4	Cintas balizamiento	2	8 €	8	0,5	64 €
5	Vallas metálicas	1	30 €	8	0,5	120 €
6	Andamios	0,25	1.350 €	8	0,5	1.350 €
7	Chapa protección huecos	0,5	36 €	8	0,5	72 €
8	Escaleras de mano	1	45 €	8	0,5	180 €
9	Protección ferralla	30	2 €	8	0,5	240 €
10	Extintores portátiles	1	100 €	8	0,5	400 €
11	Líneas de vida	1	90 €	8	0,5	360 €
Subtotal						8.346 €

Protecciones Individuales

Protecciones individuales						
Nº ORDEN	DESCRIPCIÓN	DOTACIÓN ANUAL OPERARIO	PRECIO UNIDAD (€)	Nº OPERARIOS	DURACIÓN (Año)	COSTE (€)
1	Casco seguridad	1,25	3,60 €	8	0,5	18,00 €
2	Gafas contra impactos	1	18 €	8	0,5	72,00 €
3	Gafas anti polvo	1	18 €	8	0,5	72,00 €
4	Gafas para soldadura	1	18 €	8	0,5	72,00 €
5	Guantes trabajo	12	3 €	8	0,5	144,00 €
6	Guantes de goma	4	3 €	8	0,5	48,00 €
7	Guantes aislantes	1	37,50 €	8	0,5	150,00 €

8	Pantalla arco eléctrico	6	2,15 €	8	0,5	51,60 €
10	Protecciones auditivas	3	7,20 €	8	0,5	86,40 €
11	Manguito soldador	1	11 €	8	0,5	44,00 €
12	Mandil soldador	1	20 €	8	0,5	80,00 €
13	Polainas soldador	1	14,75 €	8	0,5	59,00 €
14	Cinturón banda ancha	1	13 €	8	0,5	52,00 €
15	Arnés seguridad	0,5	36 €	8	0,5	72,00 €
16	Dispositivos anticaídas	1	97,17 €	8	0,5	388,68 €
17	Botas seguridad	1,5	15 €	8	0,5	90,00 €
18	Botas de goma	1,5	11,80 €	8	0,5	70,80 €
19	Traje impermeable	1	30 €	8	0,5	120,00 €
20	Chaleco reflectante	0,5	20 €	8	0,5	40,00 €
Subtotal						1.730,48 €

Instalaciones de Higiene y Primeros Auxilios

INSTALACIONES DE HIGIENE Y PRIMEROS AUXILIOS				
Nº ORDEN	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNIDAD (€)	DURACIÓN (Meses)	COSTE (€)
1	Mes alquiler caseta oficina	360 €	6	2.160 €
2	Mes alquiler caseta aseos y vestuarios	360 €	6	2.160 €
3	Botiquín obra	90 €	……	90 €
Subtotal				4.410 €

RESUMEN ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	
Prevención y formación	7.344,00 €
Servicio médico	96,00 €
Protecciones colectivas	8.346 €
Protecciones individuales	1.730,48 €
Instalaciones de Higiene y Primeros Auxilios	4.410 €

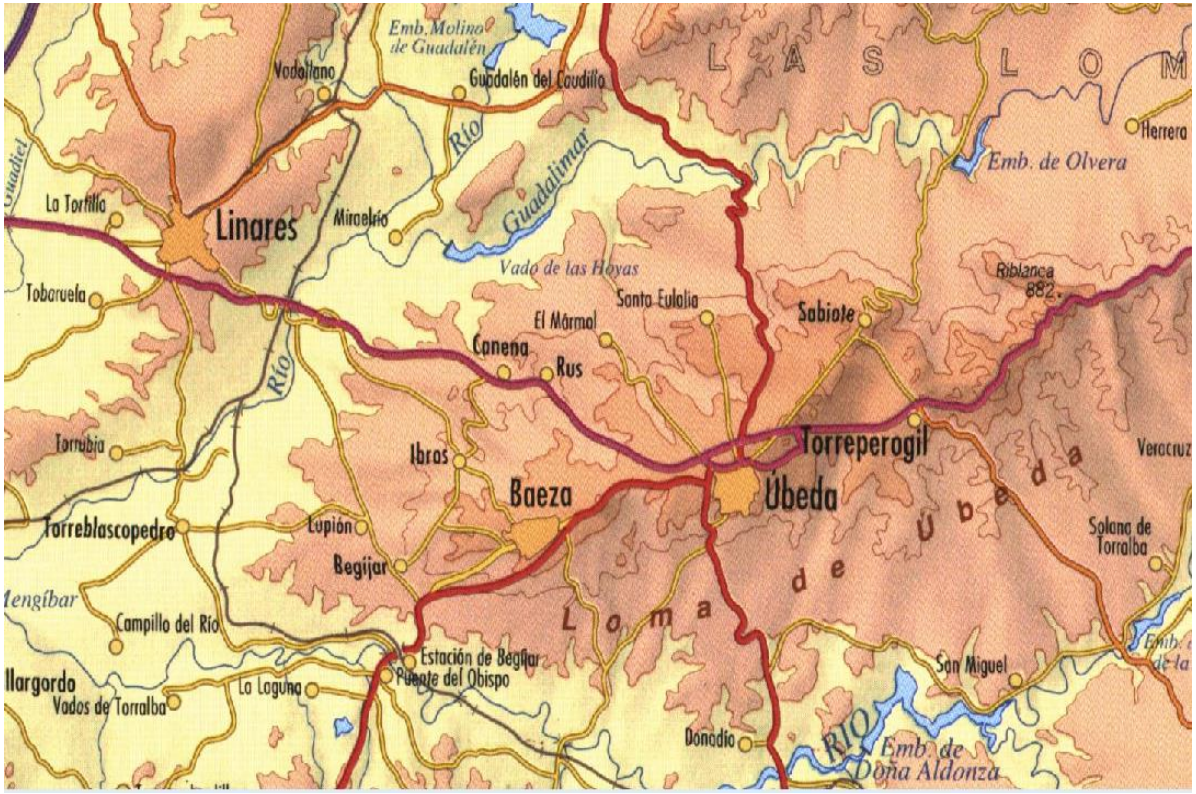
TOTAL, PRESUPUESTO	**21.926,48 €**

Asciende el presente presupuesto del Estudio de Seguridad y Salud a la cantidad de:

VEINTIUN MIL NOVECIENTOS VEINTISEIS CON CUARENTA Y OCHO.

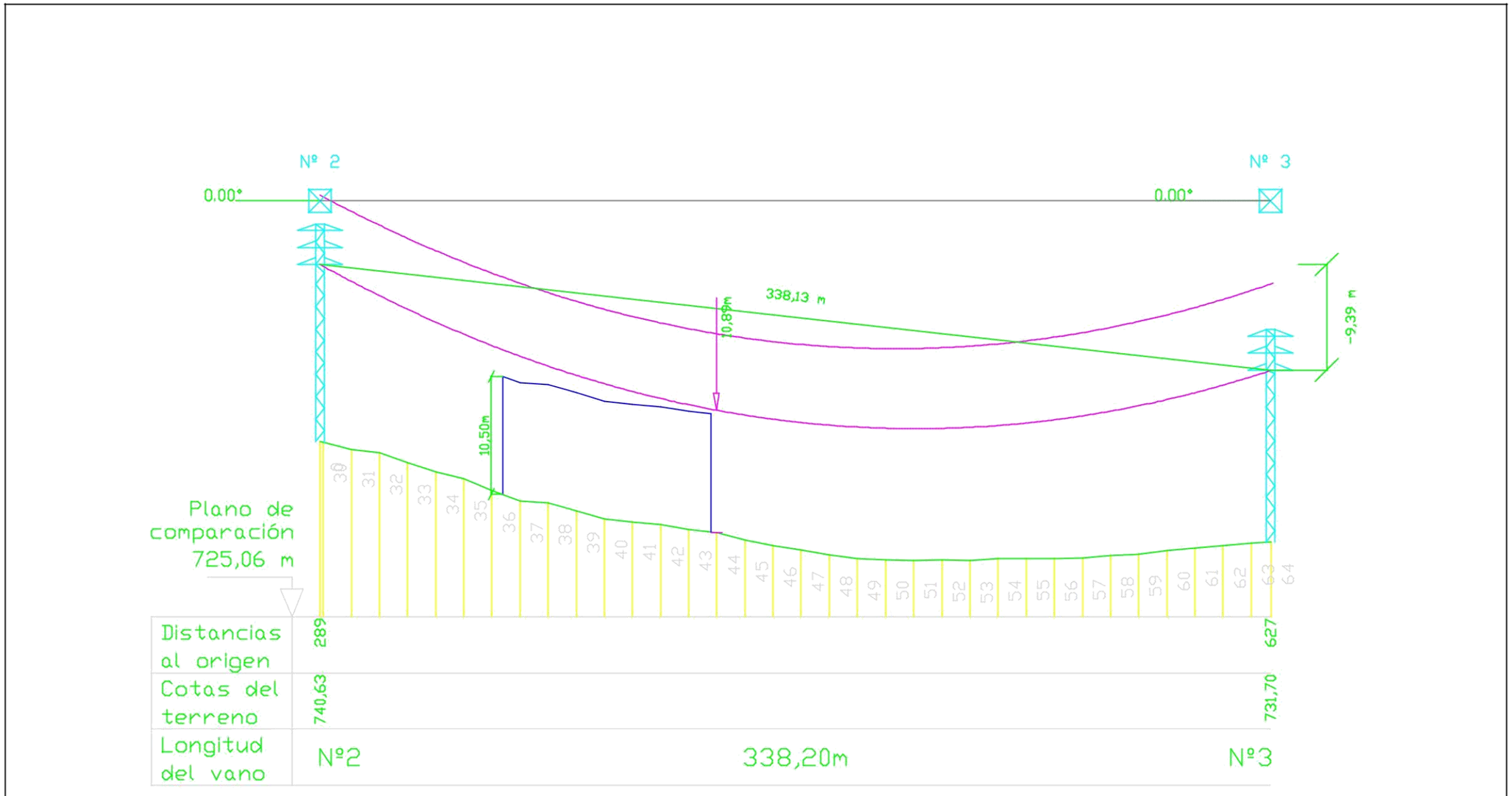
PLANOS

PLANO 1



	Nombre: Mª Carmen Muñoz Martínez INGENIERO ELÉCTRICO	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Escala H= 1:2000 V= 1:500	Línea de Transporte de 132 kV con tramo subterráneo y conexión a subestación $\frac{132}{66}$ kV	Plano nº 1 Plano de Situación

PLANO 2

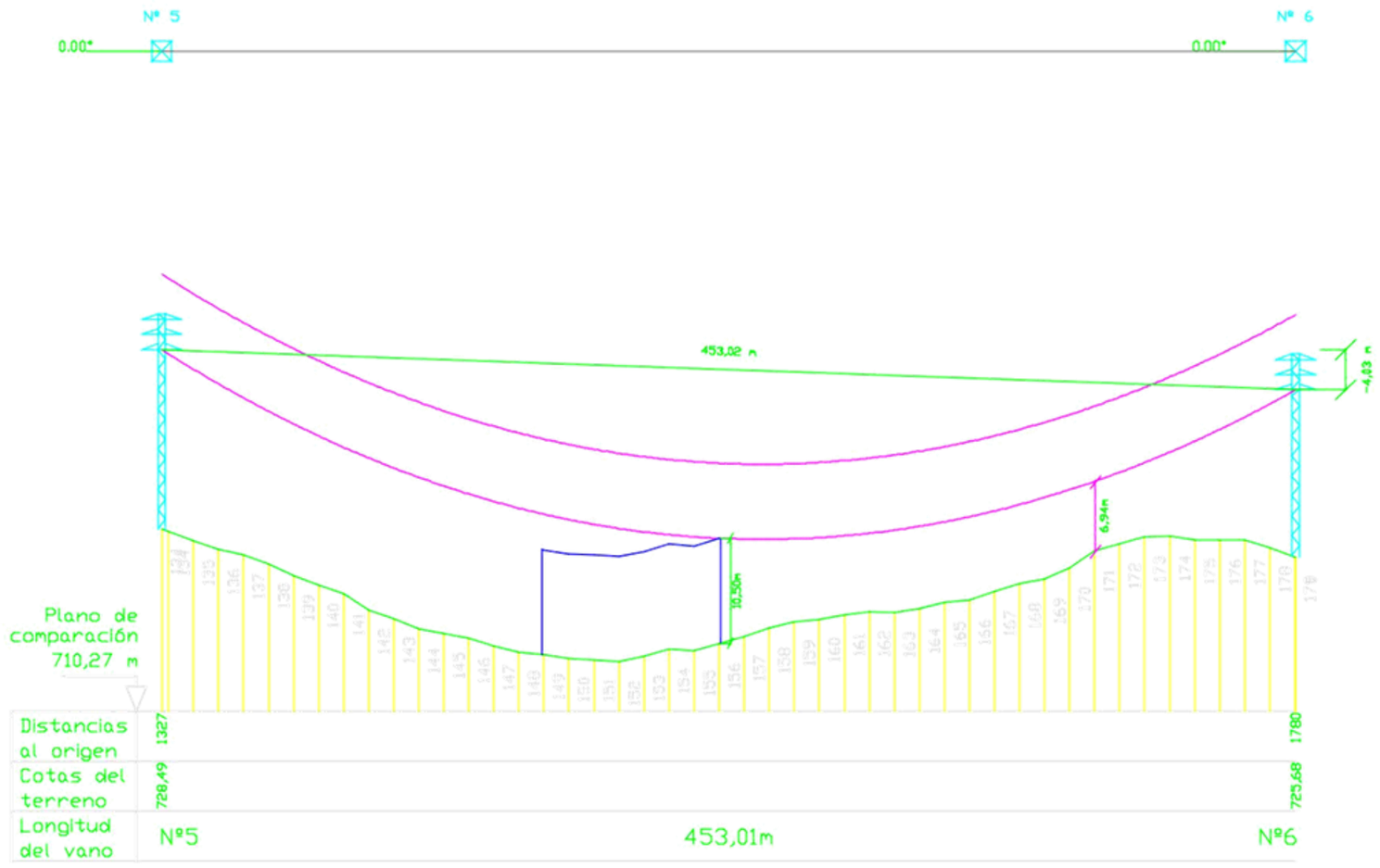


Características de los apoyos:

- Apoyo nº 2: Alineación-0daN-0m, Montaje Doble Circuito, Separación de Conductores 3,0E+0253m
- Apoyo nº 3: Amarre-0daN-0m, Montaje Doble Circuito, Separación de Conductores 3,0E+0253m

	Nombre: Mª Carmen Muñoz Martínez INGENIERO ELÉCTRICO	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Escala H= 1:2000 V= 1:500	Línea de Transporte de 132 kV con tramo subterráneo y conexión a subestación $\frac{132}{66}$ kV	Plano nº 2 Separata vano 2

PLANO 3

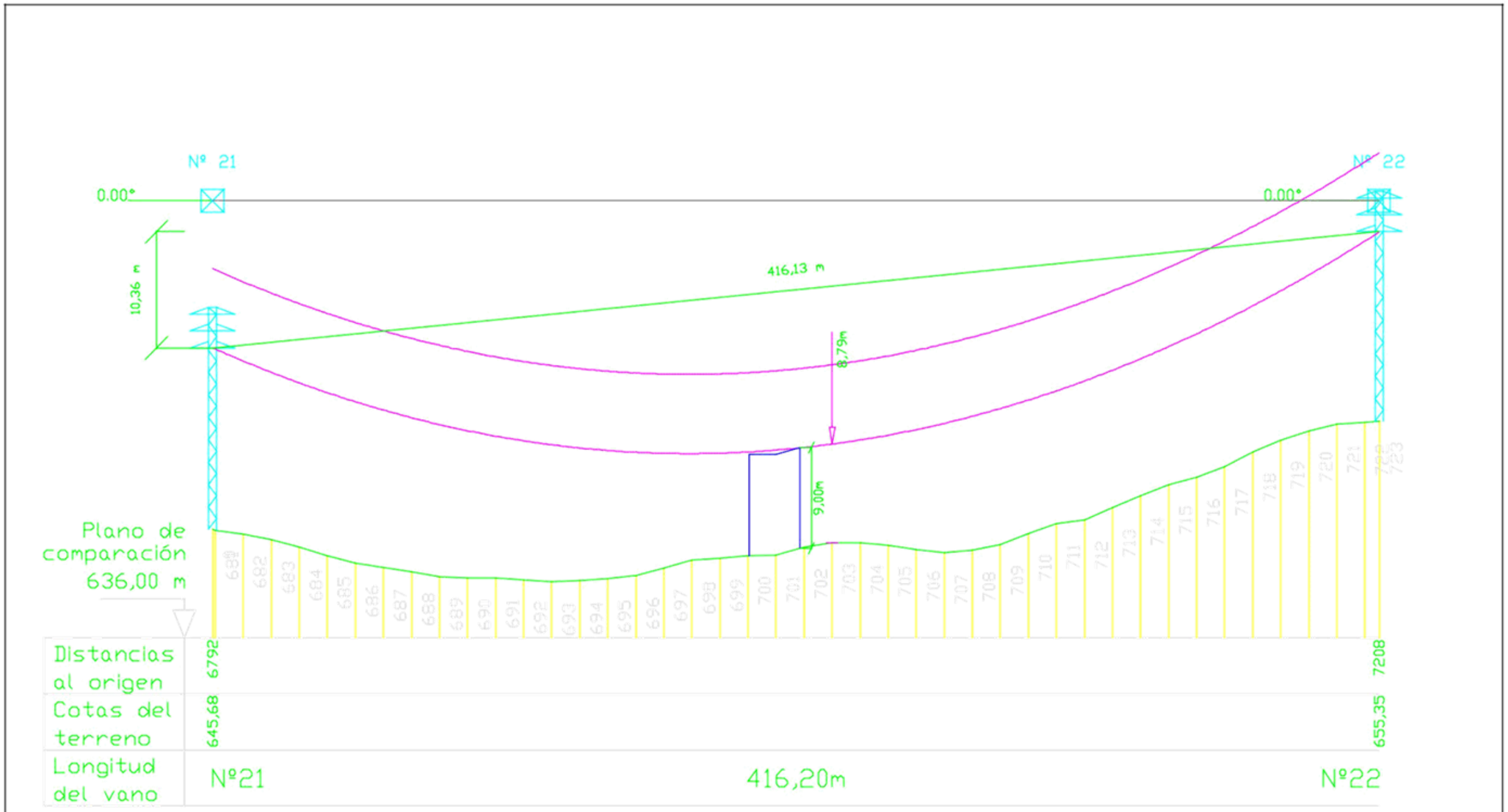


Características de los apoyos:

- Apoyo nº 5: Estrellamiento-0daN-0m, Montaje Doble Circuito, Separación de Conductores 3,0E+0253m
- Apoyo nº 6: Alineación-0daN-0m, Montaje Doble Circuito, Separación de Conductores 3,0E+0253m

	Nombre: Mª Carmen Muñoz Martínez INGENIERO ELÉCTRICO	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Escala H= 1:2000 V= 1:500	Línea de Transporte de 132 kV con tramo subterráneo y conexión a subestación 132/66 kV	Plano nº 3 Separata vano 5

PLANO 4

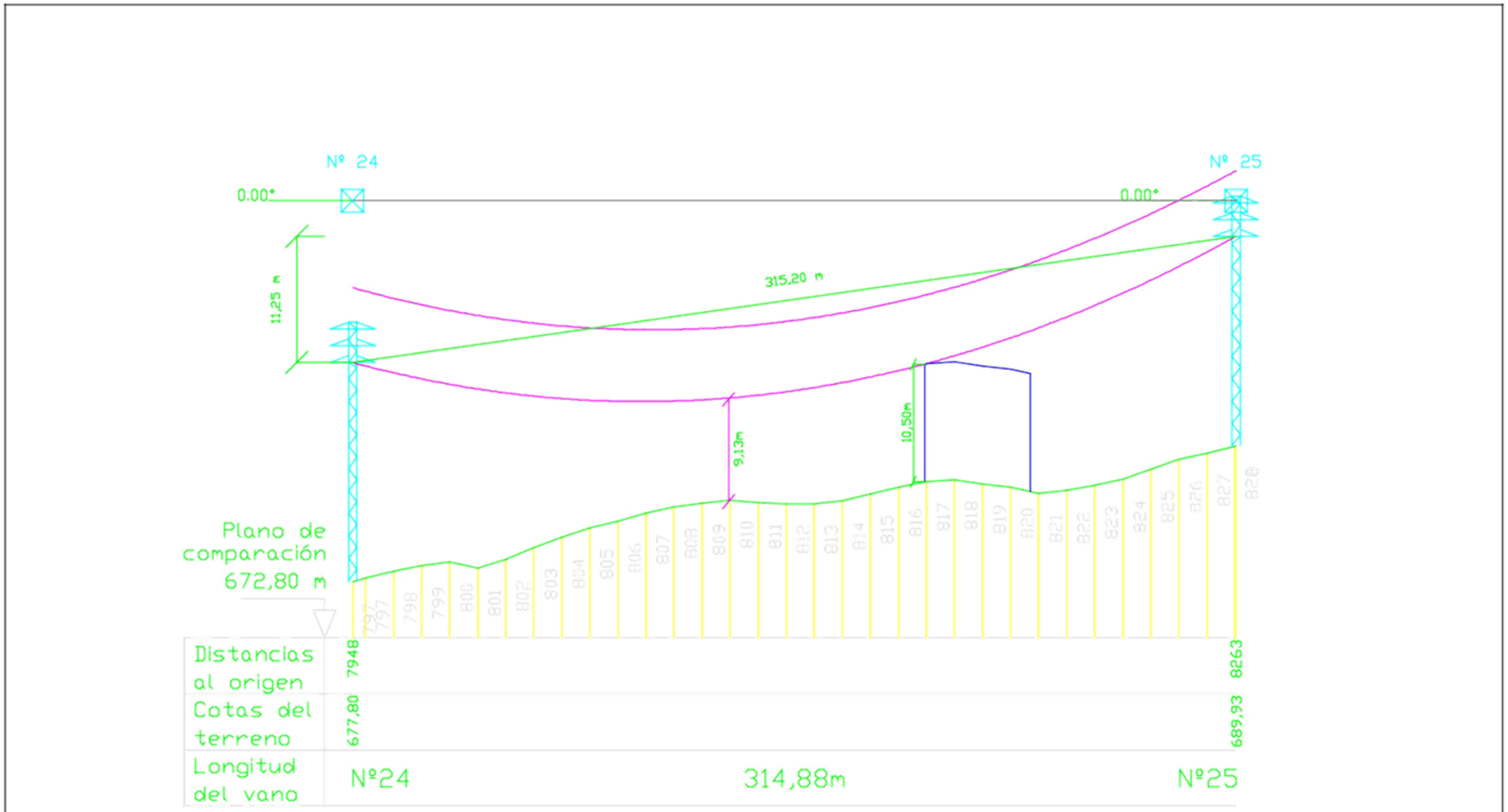


Características de los apoyos:

- Apoyo nº 21: Alineación-0daN-0m, Montaje Doble Circuito, Separación de Conductores 3,0E+0253m
- Apoyo nº 22: Alineación-0daN-0m, Montaje Doble Circuito, Separación de Conductores 3,0E+0253m

	Nombre: Mª Carmen Muñoz Martínez INGENIERO ELÉCTRICO	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Escala H= 1:2000 V= 1:500	Línea de Transporte de 132 kV con tramo subterráneo y conexión a subestación $\frac{132}{66}$ kV	Plano nº 4 Separata vano 21

PLANO 5

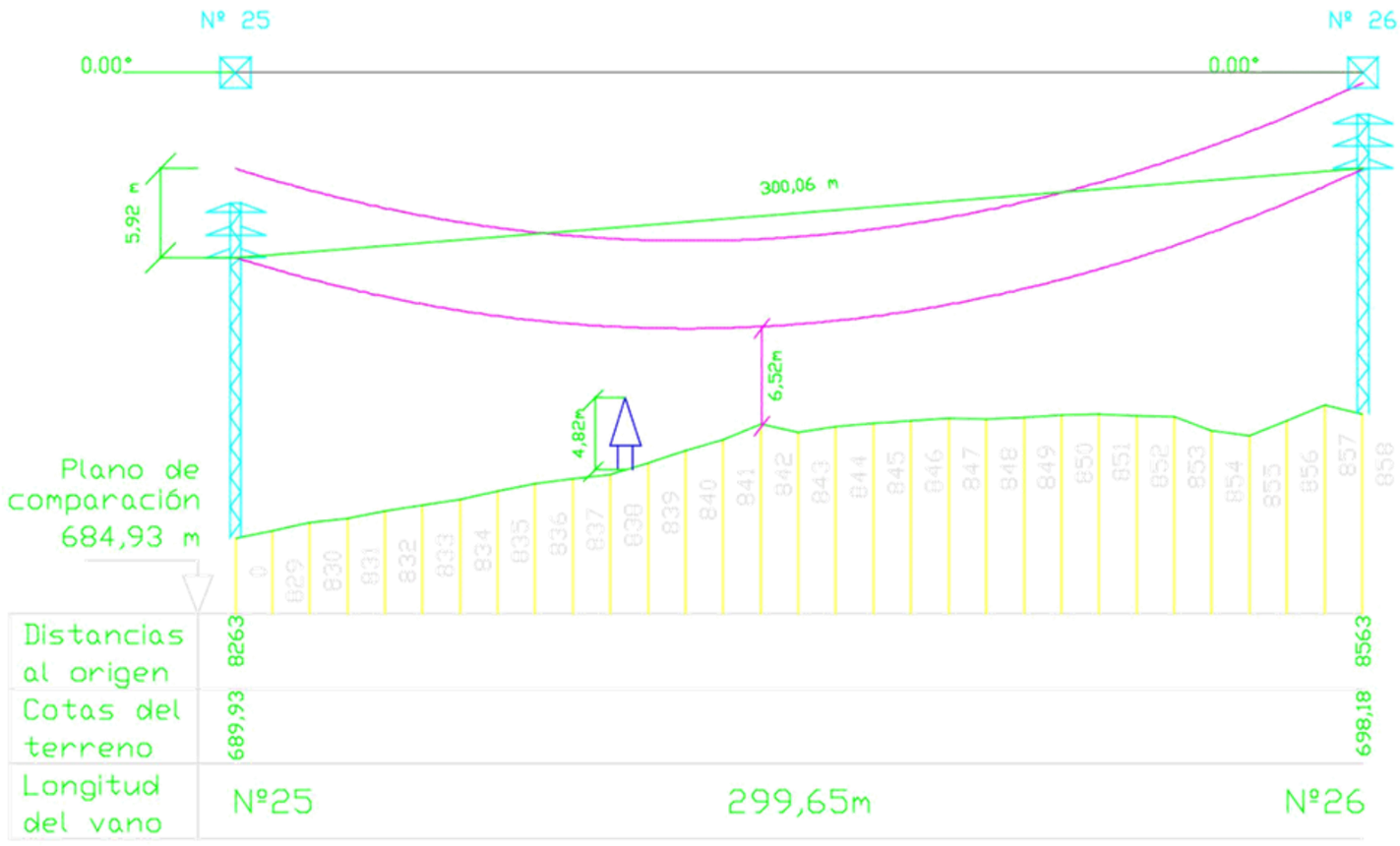


Características de los apoyos:

- Apoyo nº 24: Amarre-0daN-0m, Montaje Doble Circuito, Separación de Conductores 3,0E+0253m
- Apoyo nº 25: Alineación-0daN-0m, Montaje Doble Circuito, Separación de Conductores 3,0E+0253m

	Nombre: Mª Carmen Muñoz Martínez INGENIERO ELÉCTRICO	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Escala H= 1:2000 V= 1:500	Línea de Transporte de 132 kV con tramo subterráneo y conexión a subestación 132/66 kV	Plano nº 5 Separata vano 24

PLANO 6

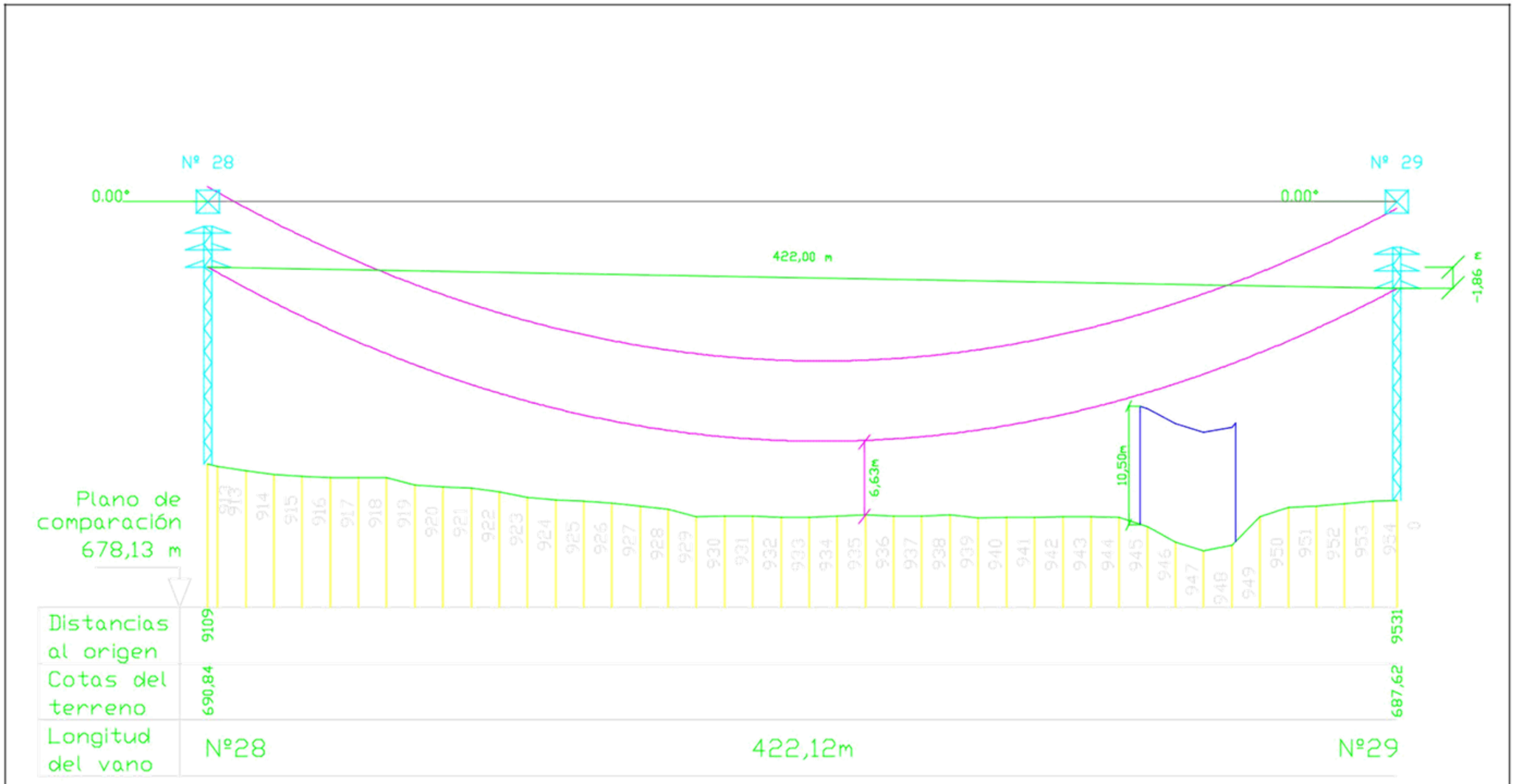


Características de los apoyos:

- Apoyo nº 25: Alineación-0daN-0m, Montaje Doble Circuito, Separación de Conductores 3,0E+0253m
- Apoyo nº 26: Alineación-0daN-0m, Montaje Doble Circuito, Separación de Conductores 3,0E+0253m

	Nombre: Mª Carmen Muñoz Martínez INGENIERO ELÉCTRICO	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Escala H= 1:2000 V= 1:500	Línea de Transporte de 132 kV con tramo subterráneo y conexión a subestación $\frac{132}{66}$ kV	Plano nº 6 Separata vano 25

PLANO 7

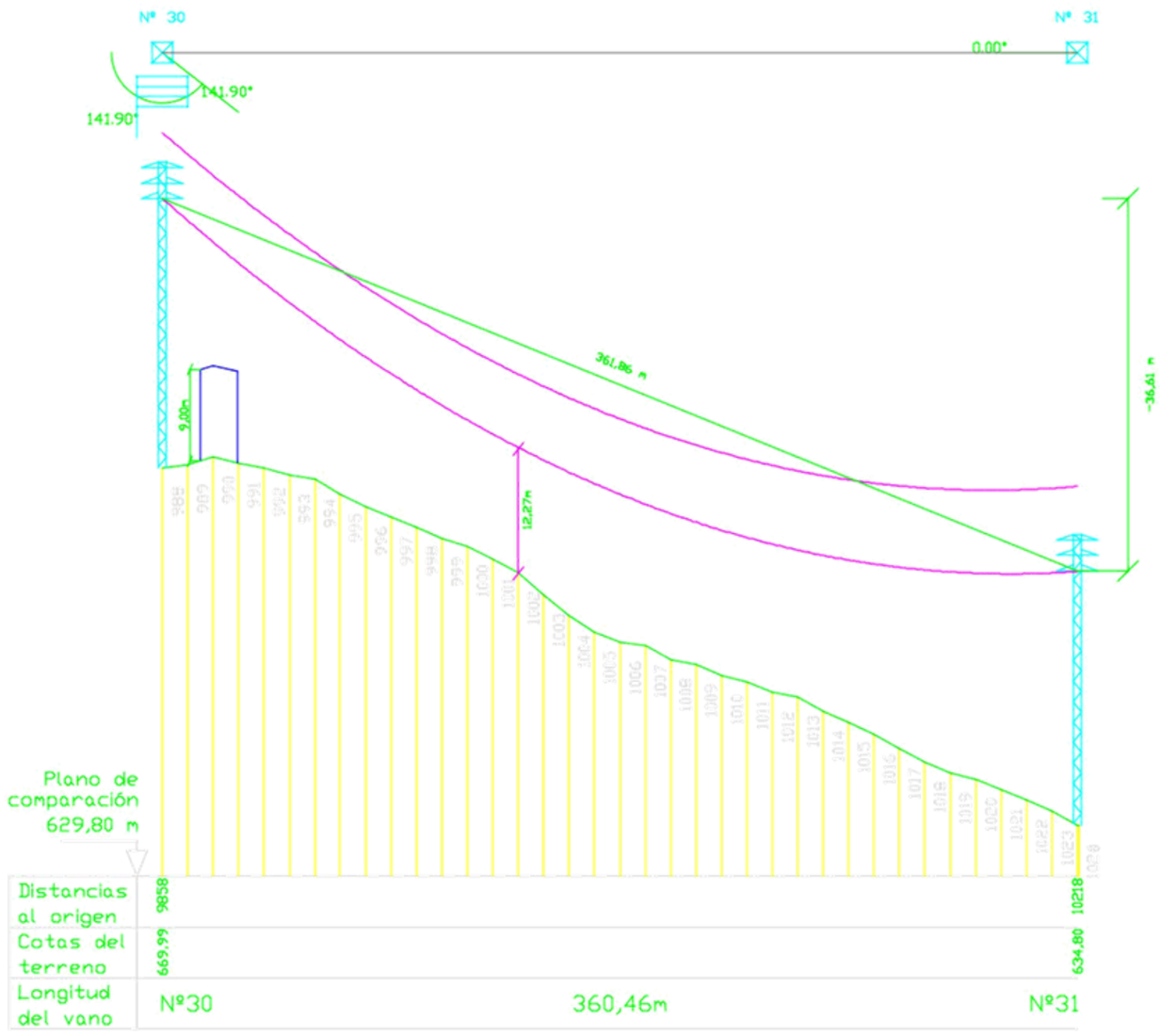


Características de los apoyos:

- Apoyo nº 28: Amarre-0daN-0m, Montaje Doble Circuito, Separación de Conductores 3,0E+0253m
- Apoyo nº 29: Alineación-0daN-0m, Montaje Doble Circuito, Separación de Conductores 3,0E+0253m

	Nombre: Mª Carmen Muñoz Martínez INGENIERO ELÉCTRICO	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Escala H= 1:2000 V= 1:500	Línea de Transporte de 132 kV con tramo subterráneo y conexión a subestación $\frac{132}{66}$ kV	Plano nº 7 Separata vano 28

PLANO 8

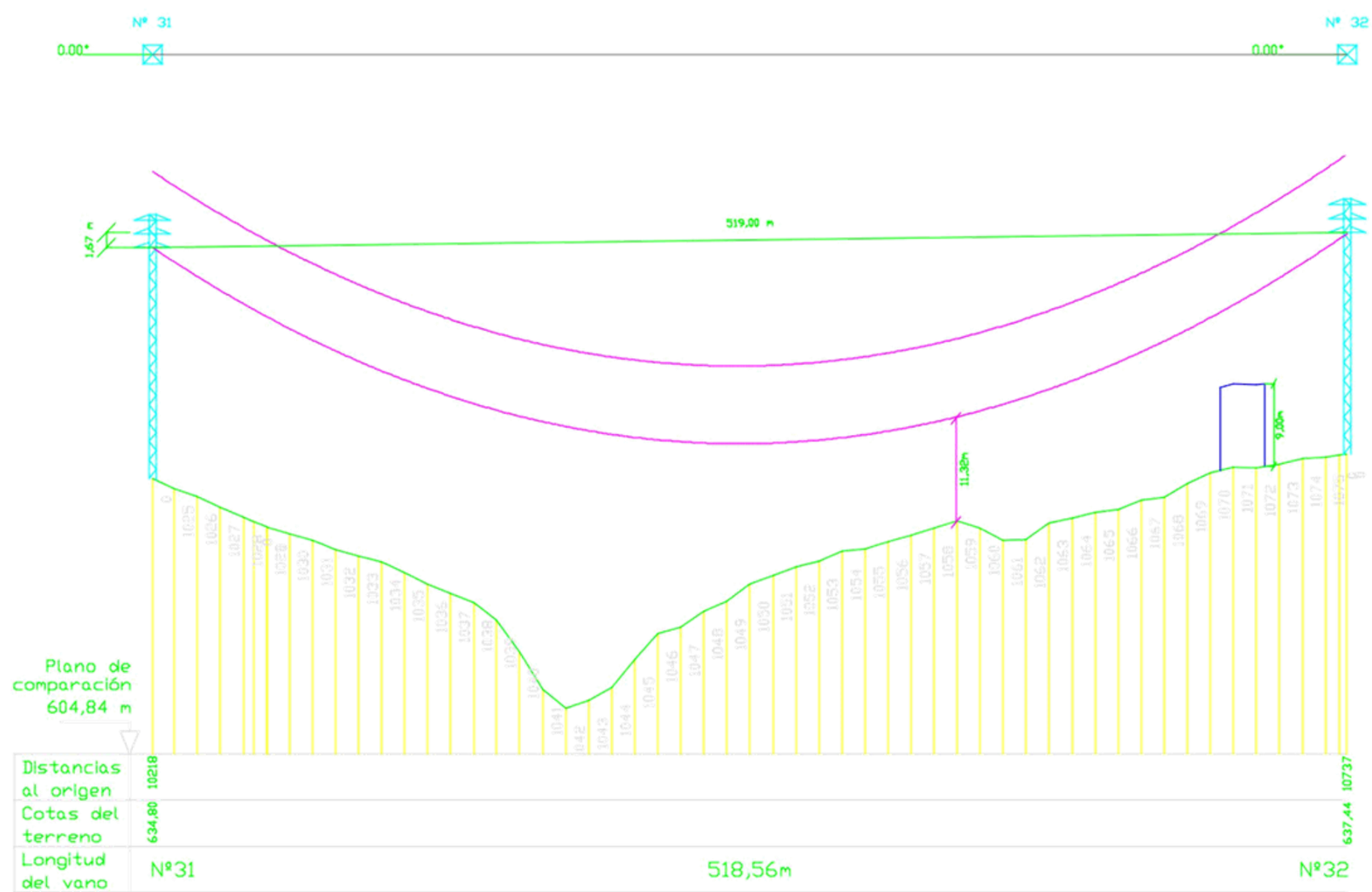


Características de los apoyos:

- Apoyo nº 30: Ángulo/Anclaje-0daN-0m, Montaje Doble Circuito, Separación de Conductores 3,0E+0253m
- Apoyo nº 31: Amarre-0daN-0m, Montaje Doble Circuito, Separación de Conductores 3,0E+0253m

	Nombre: Mª Carmen Muñoz Martínez INGENIERO ELÉCTRICO	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Escala H= 1:2000 V= 1:500	Línea de Transporte de 132 kV con tramo subterráneo y conexión a subestación 132/66 kV	Plano nº 8 Separata vano 30

PLANO 9

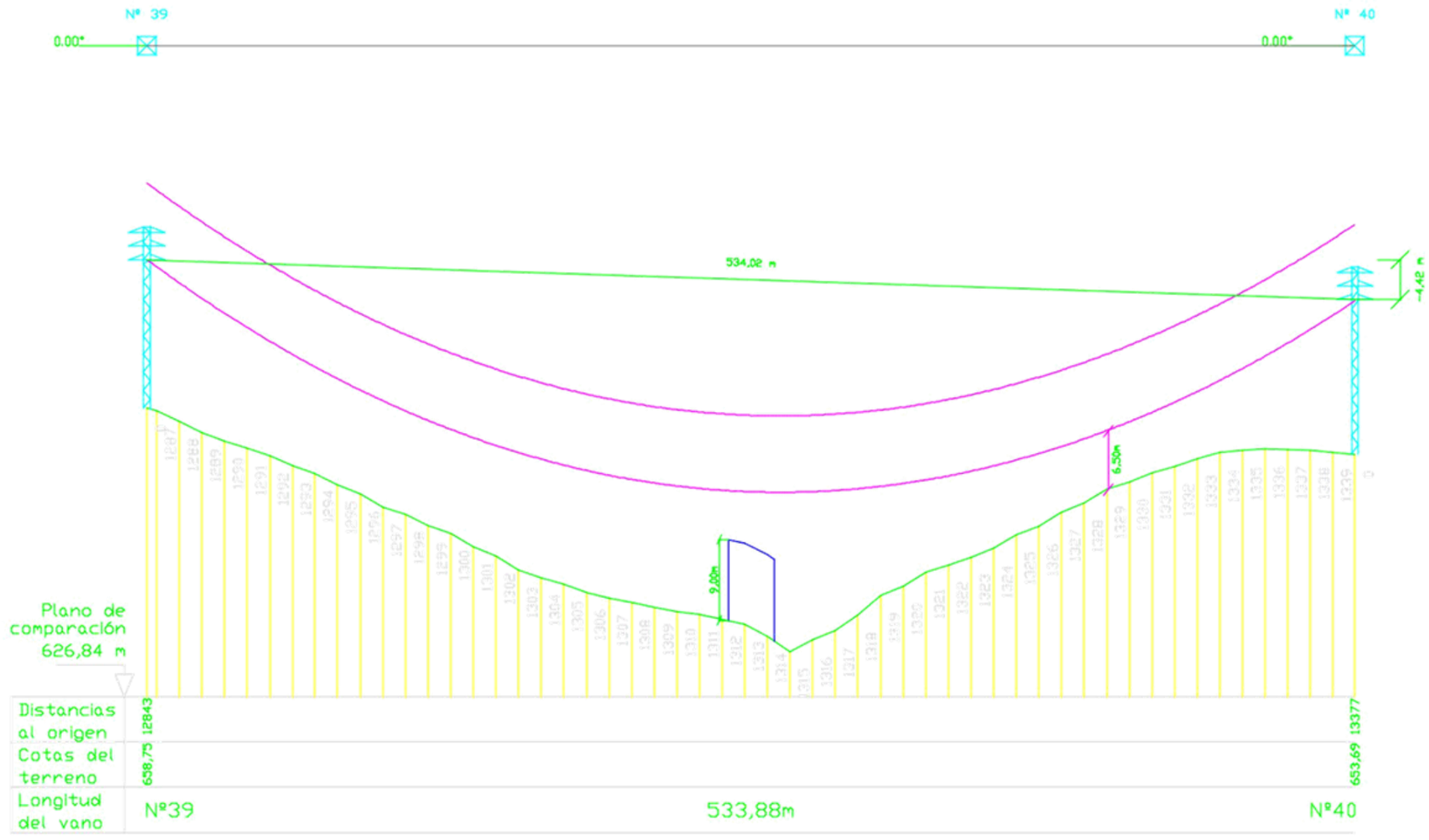


Características de los apoyos:

- Apoyo nº 31: Amarre-0daN-0m, Montaje Doble Circuito, Separación de Conductores 3,0E+0253m
- Apoyo nº 32: Amarre-0daN-0m, Montaje Doble Circuito, Separación de Conductores 3,0E+0253m

	Nombre: Mª Carmen Muñoz Martínez INGENIERO ELÉCTRICO	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Escala H= 1:2000 V= 1:500	Línea de Transporte de 132 kV con tramo subterráneo y conexión a subestación 132/66 kV	Plano nº 9 Separata vano 31

PLANO 10

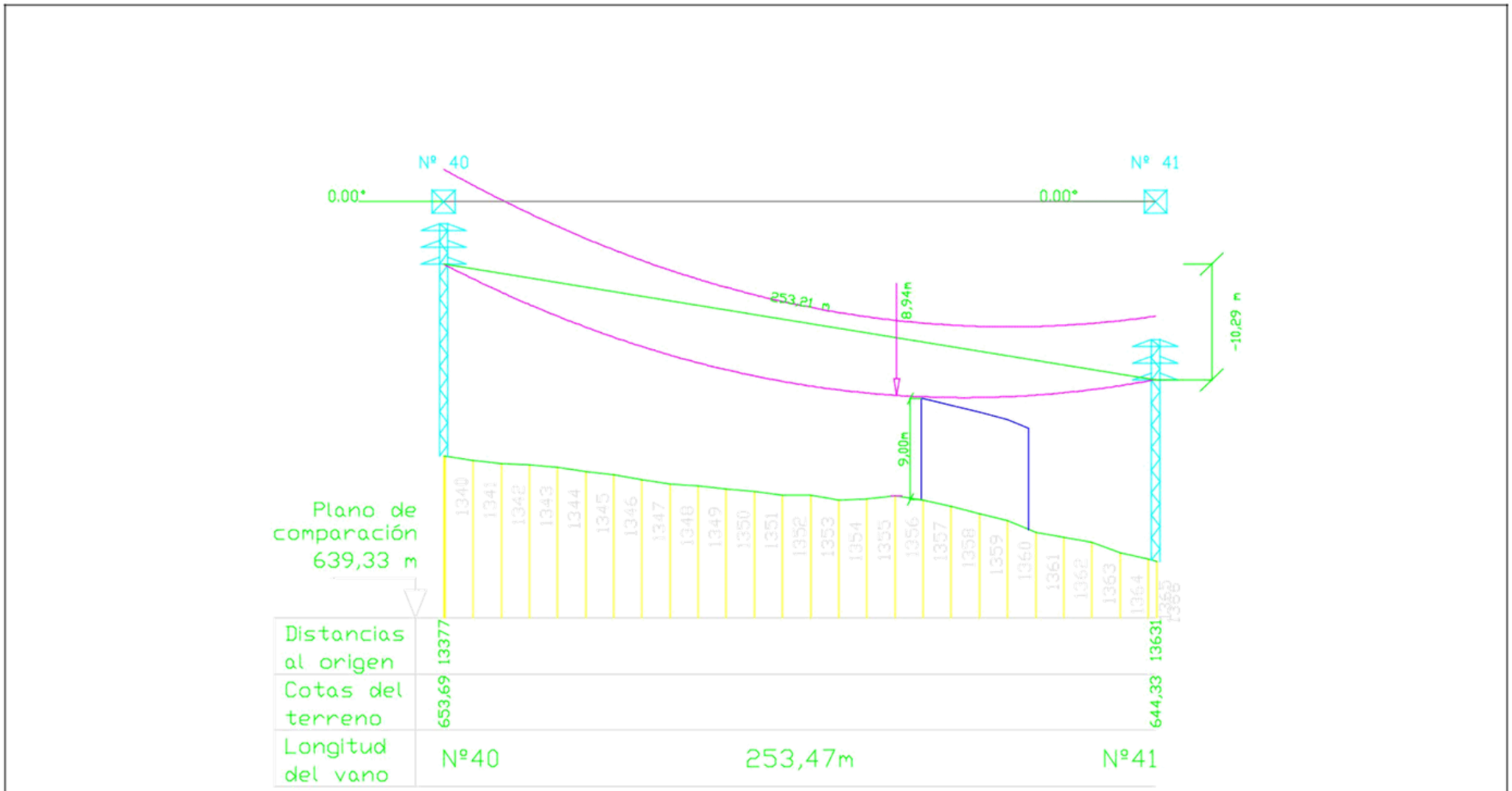


Características de los apoyos:

- Apoyo nº 39: Amarre-0daN-0m, Montaje Doble Circuito, Separación de Conductores 3,0E+0253m
- Apoyo nº 40: Amarre-0daN-0m, Montaje Doble Circuito, Separación de Conductores 3,0E+0253m

	Nombre: Mª Carmen Muñoz Martínez INGENIERO ELÉCTRICO	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Escala H= 1:2000 V= 1:500	Línea de Transporte de 132 kV con tramo subterráneo y conexión a subestación 132/66 kV	Plano nº 10 Separata vano 39

PLANO 11

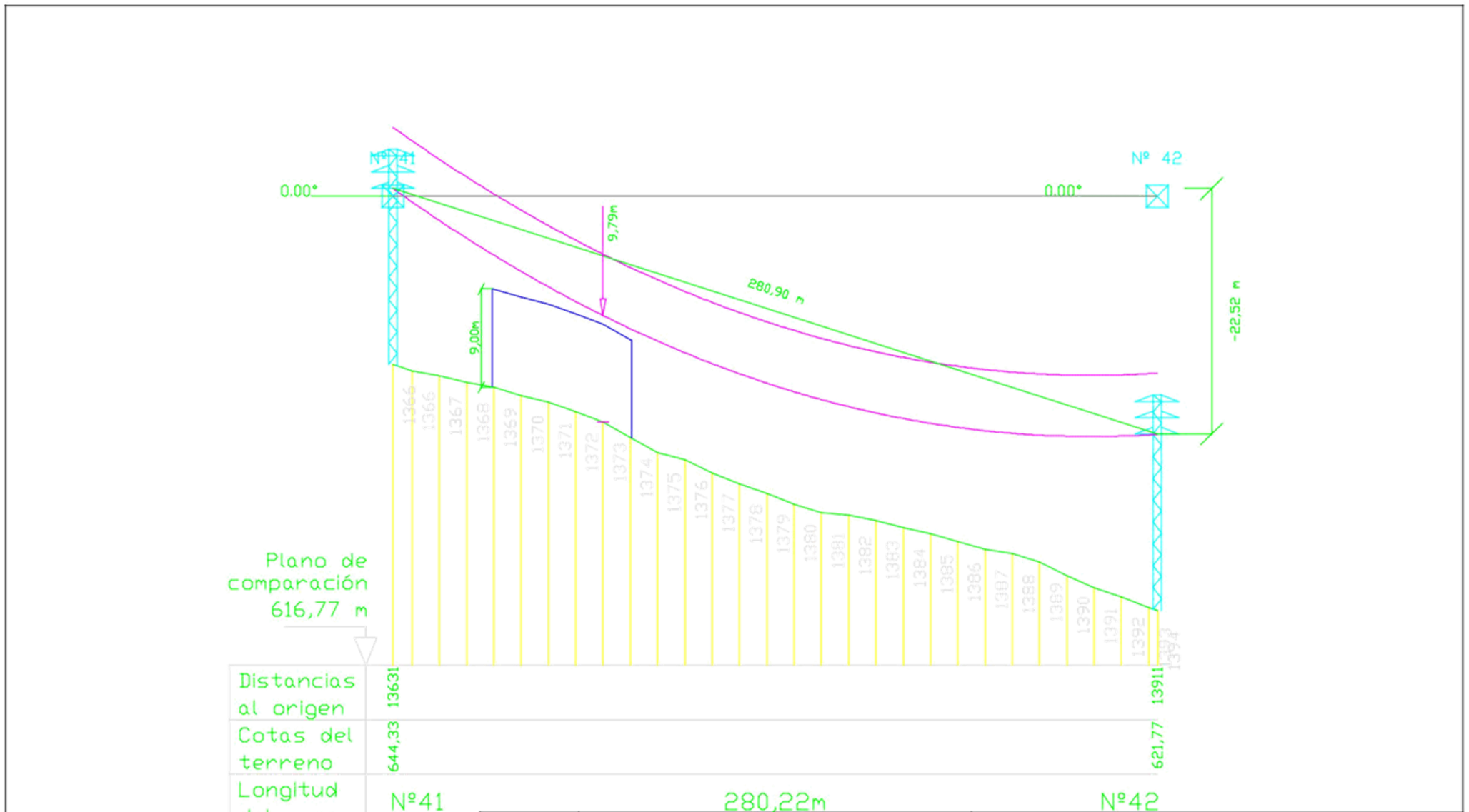


Características de los apoyos:

- Apoyo nº 40: Amarre-0daN-0m, Montaje Doble Circuito, Separación de Conductores 3,0E+0253m
- Apoyo nº 41: Alineación-0daN-0m, Montaje Doble Circuito, Separación de Conductores 3,0E+0253m

	Nombre: Mª Carmen Muñoz Martínez INGENIERO ELÉCTRICO	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Escala H= 1:2000 V= 1:500	Línea de Transporte de 132 kV con tramo subterráneo y conexión a subestación $\frac{132}{66}$ kV	Plano nº 11 Separata vano 40

PLANO 12

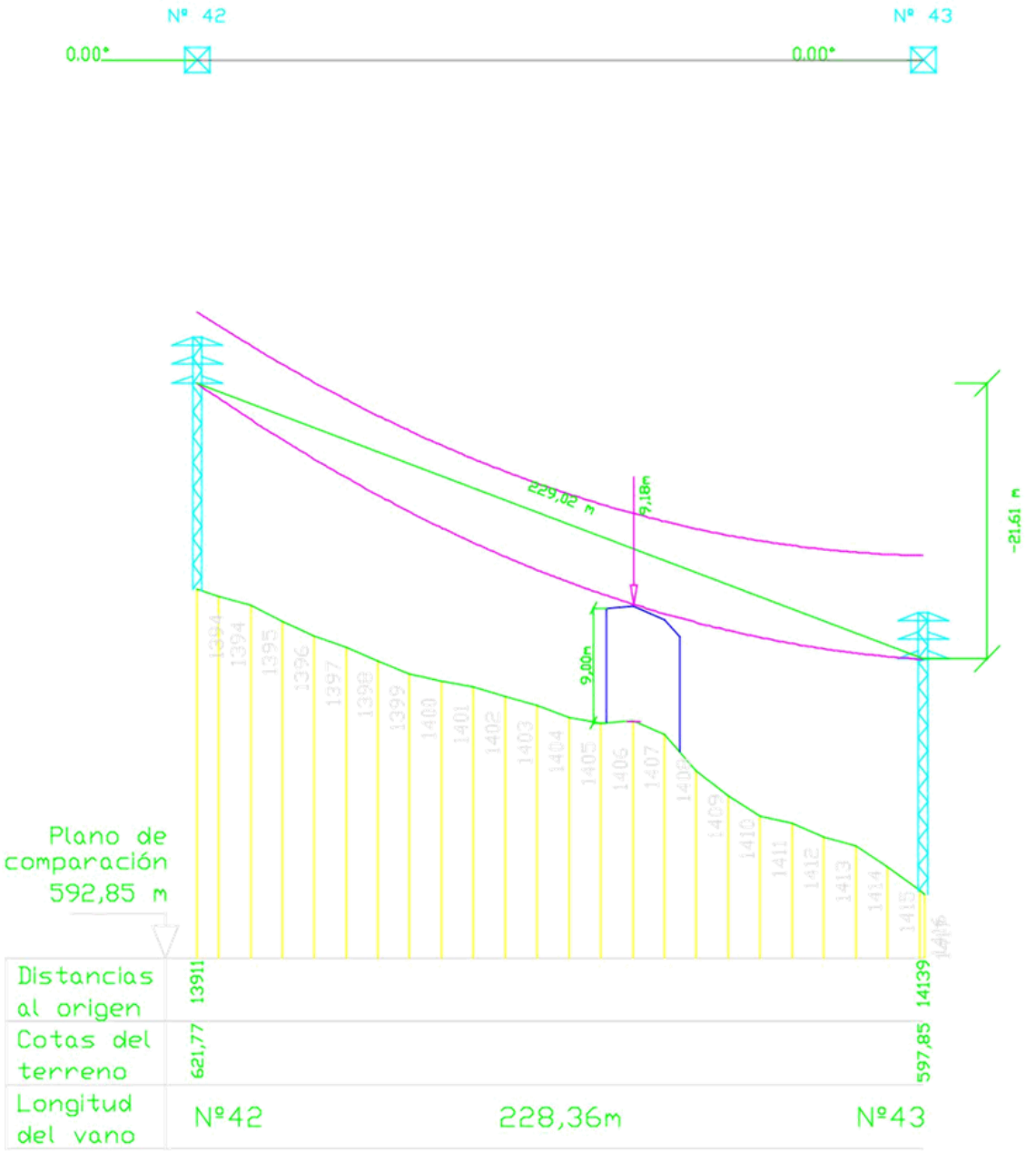


Características de los apoyos:

- Apoyo nº 41: Alineación-0daN-0m, Montaje Doble Circuito, Separación de Conductores 3,0E+0253m
- Apoyo nº 42: Alineación-0daN-0m, Montaje Doble Circuito, Separación de Conductores 3,0E+0253m

	Nombre: Mª Carmen Muñoz Martínez INGENIERO ELÉCTRICO	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Escala H= 1:2000 V= 1:500	Línea de Transporte de 132 kV con tramo subterráneo y conexión a subestación $\frac{132}{66}$ kV	Plano nº 12 Separata vano 41

PLANO 13

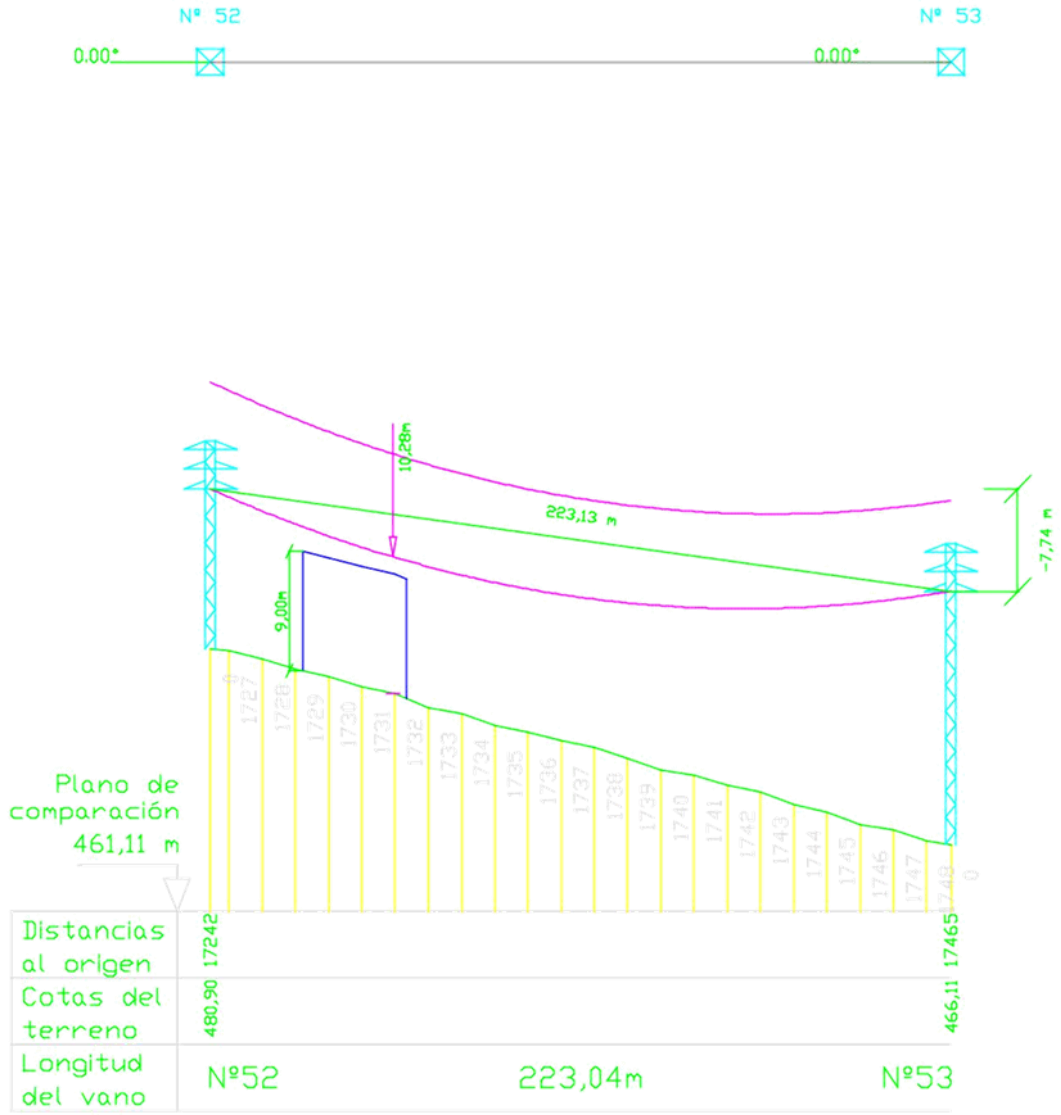


Características de los apoyos:

- Apoyo nº 42: Alineación-0daN-0m, Montaje Doble Circuito, Separación de Conductores 3,0E+0253m
- Apoyo nº 43: Amarre-0daN-0m, Montaje Doble Circuito, Separación de Conductores 3,0E+0253m

	Nombre: Mª Carmen Muñoz Martínez INGENIERO ELÉCTRICO	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Escala H= 1:2000 V= 1:500	Línea de Transporte de 132 kV con tramo subterráneo y conexión a subestación 132/66 kV	Plano nº 13 Separata vano 42

PLANO 14

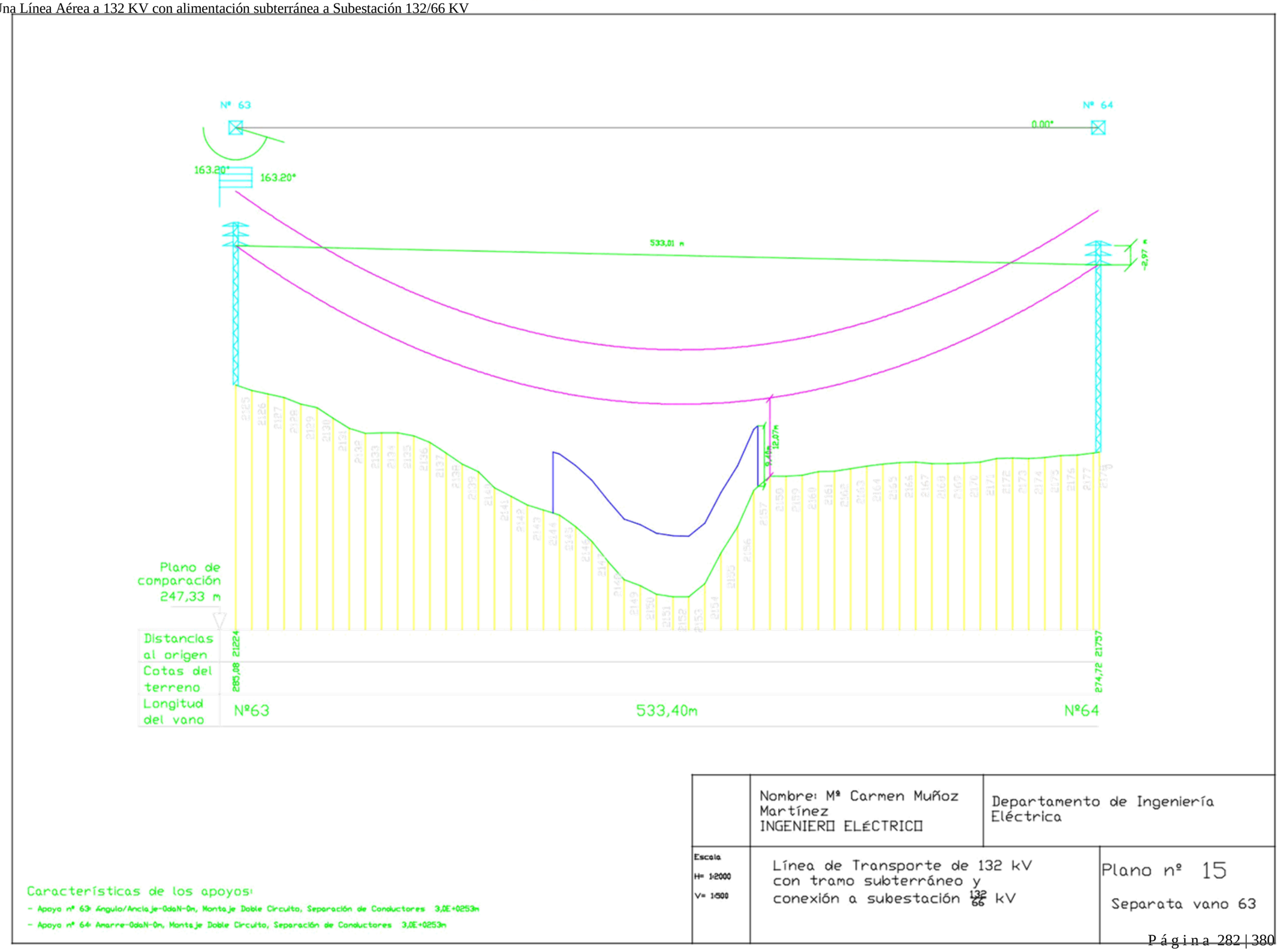


Características de los apoyos:

- Apoyo nº 52: Estrellamiento-0daN-0m, Montaje Doble Circuito, Separación de Conductores 3,0E+0253m
- Apoyo nº 53: Amarre-0daN-0m, Montaje Doble Circuito, Separación de Conductores 3,0E+0253m

	Nombre: Mª Carmen Muñoz Martínez INGENIERO ELÉCTRICO	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Escala H= 1:2000 V= 1:500	Línea de Transporte de 132 kV con tramo subterráneo y conexión a subestación 132/66 kV	Plano nº 14 Separata vano 52

PLANO 15

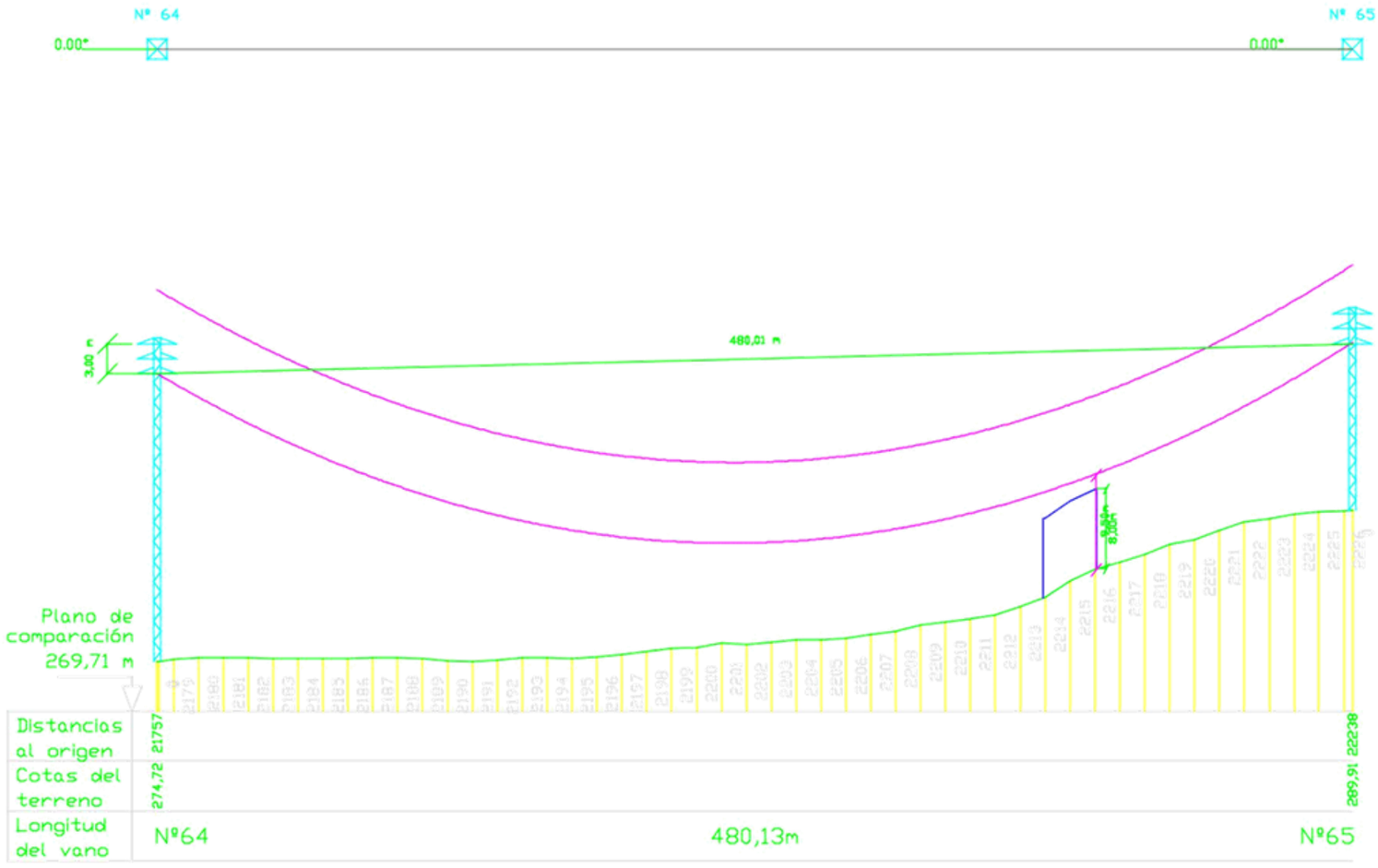


Características de los apoyos:

- Apoyo nº 63: Ángulo/Anclaje-0daN-0m, Montaje Doble Circuito, Separación de Conductores 3,0E+0253m
- Apoyo nº 64: Amarre-0daN-0m, Montaje Doble Circuito, Separación de Conductores 3,0E+0253m

	Nombre: Mª Carmen Muñoz Martínez INGENIERO ELÉCTRICO	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Escala H= 1:2000 V= 1:500	Línea de Transporte de 132 kV con tramo subterráneo y conexión a subestación $\frac{132}{66}$ kV	Plano nº 15 Separata vano 63

PLANO 16

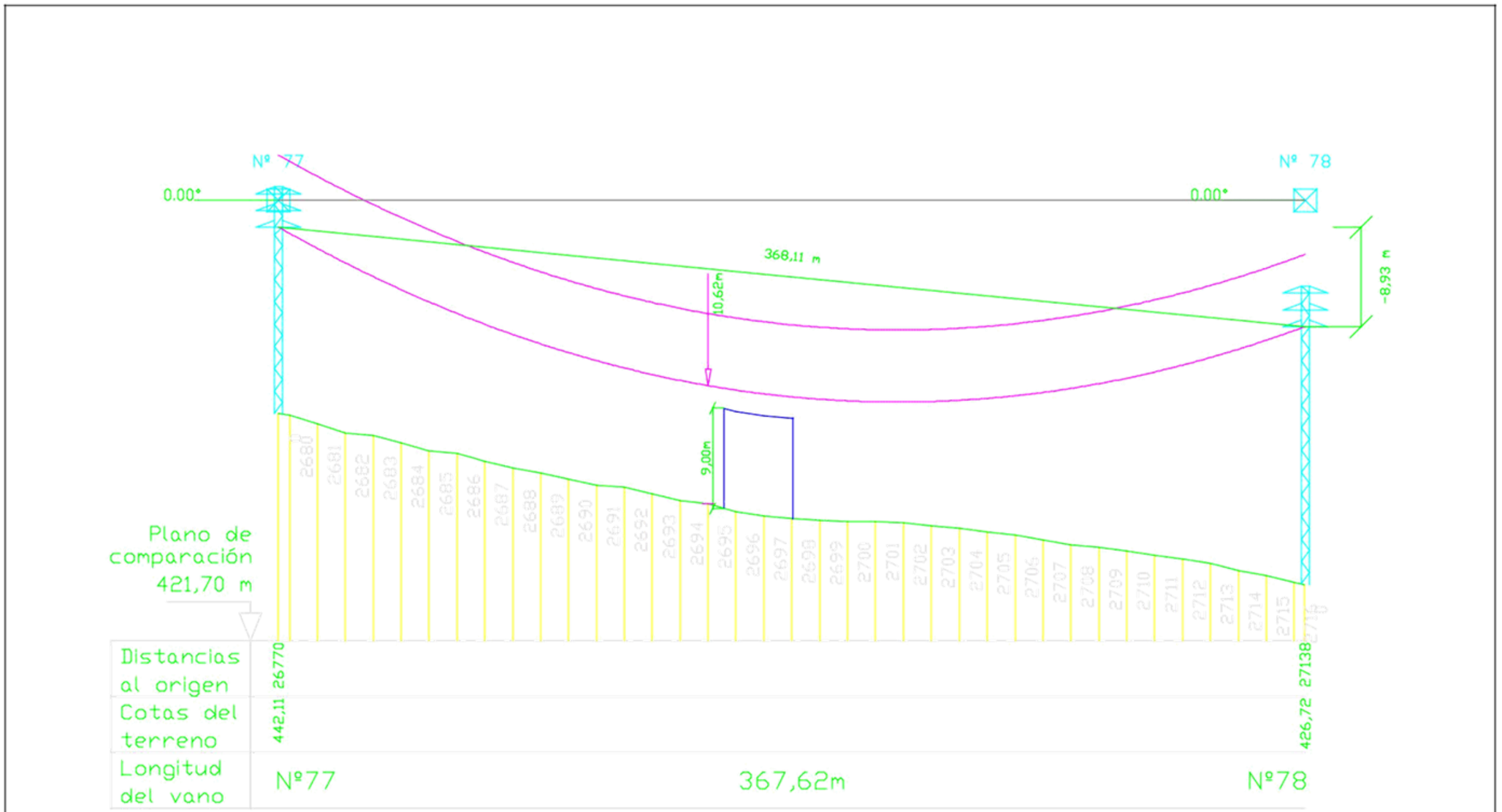


Características de los apoyos:

- Apoyo nº 64: Amarre-0daN-0m, Montaje Doble Circuito, Separación de Conductores 3,0E+0253m
- Apoyo nº 65: Amarre-0daN-0m, Montaje Doble Circuito, Separación de Conductores 3,0E+0253m

	Nombre: Mª Carmen Muñoz Martínez INGENIERO ELÉCTRICO	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Escala H= 1:2000 V= 1:500	Línea de Transporte de 132 kV con tramo subterráneo y conexión a subestación 132/66 kV	Plano nº 16 Separata vano 64

PLANO 17

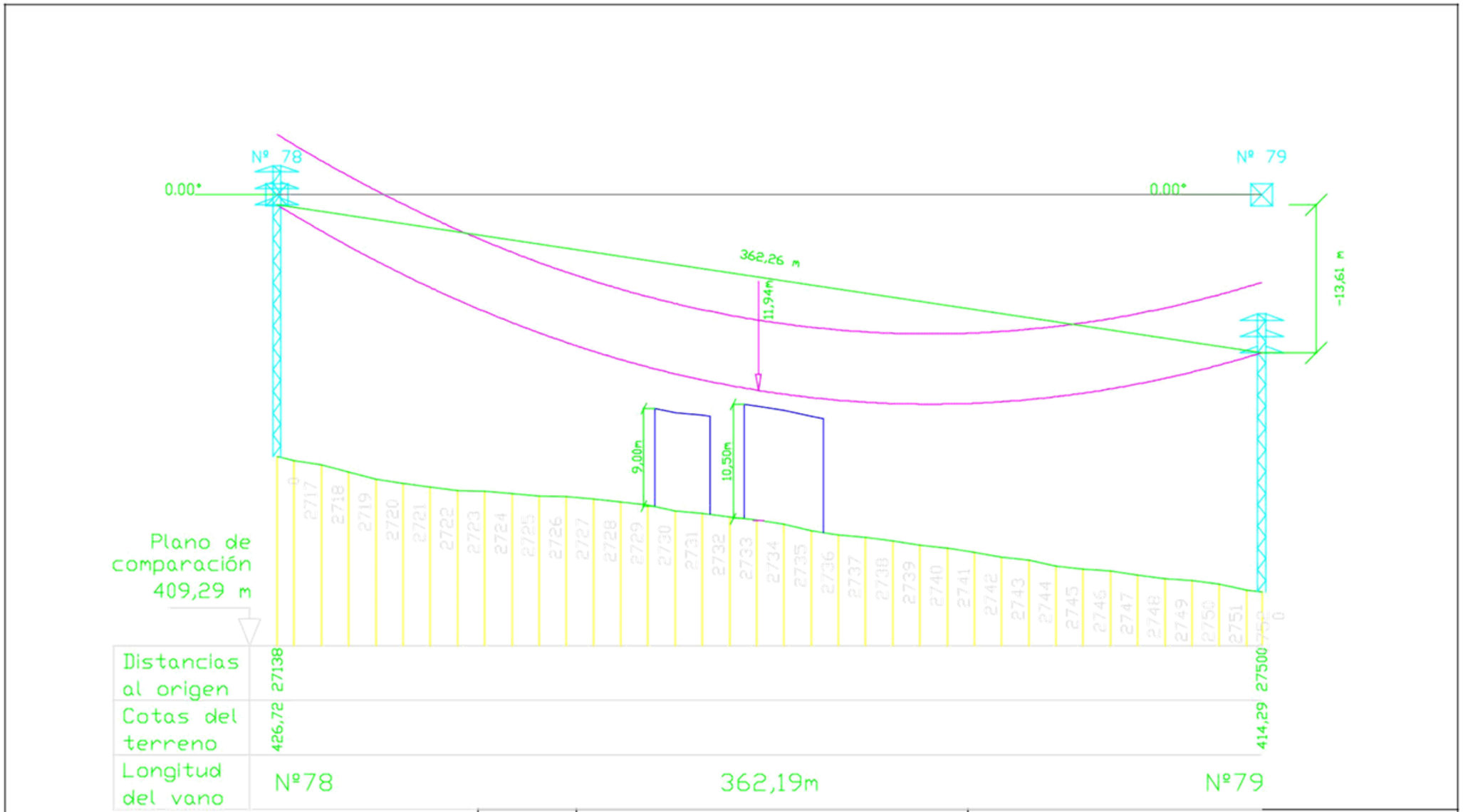


Características de los apoyos:

- Apoyo nº 77: Amarre-0daN-0m, Montaje Doble Circuito, Separación de Conductores 3,0E+0253m
- Apoyo nº 78: Alineación-0daN-0m, Montaje Doble Circuito, Separación de Conductores 3,0E+0253m

	Nombre: Mª Carmen Muñoz Martínez INGENIERO ELÉCTRICO	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Escala H= 1:2000 V= 1:500	Línea de Transporte de 132 kV con tramo subterráneo y conexión a subestación $\frac{132}{66}$ kV	Plano nº 17 Separata vano 77

PLANO 18

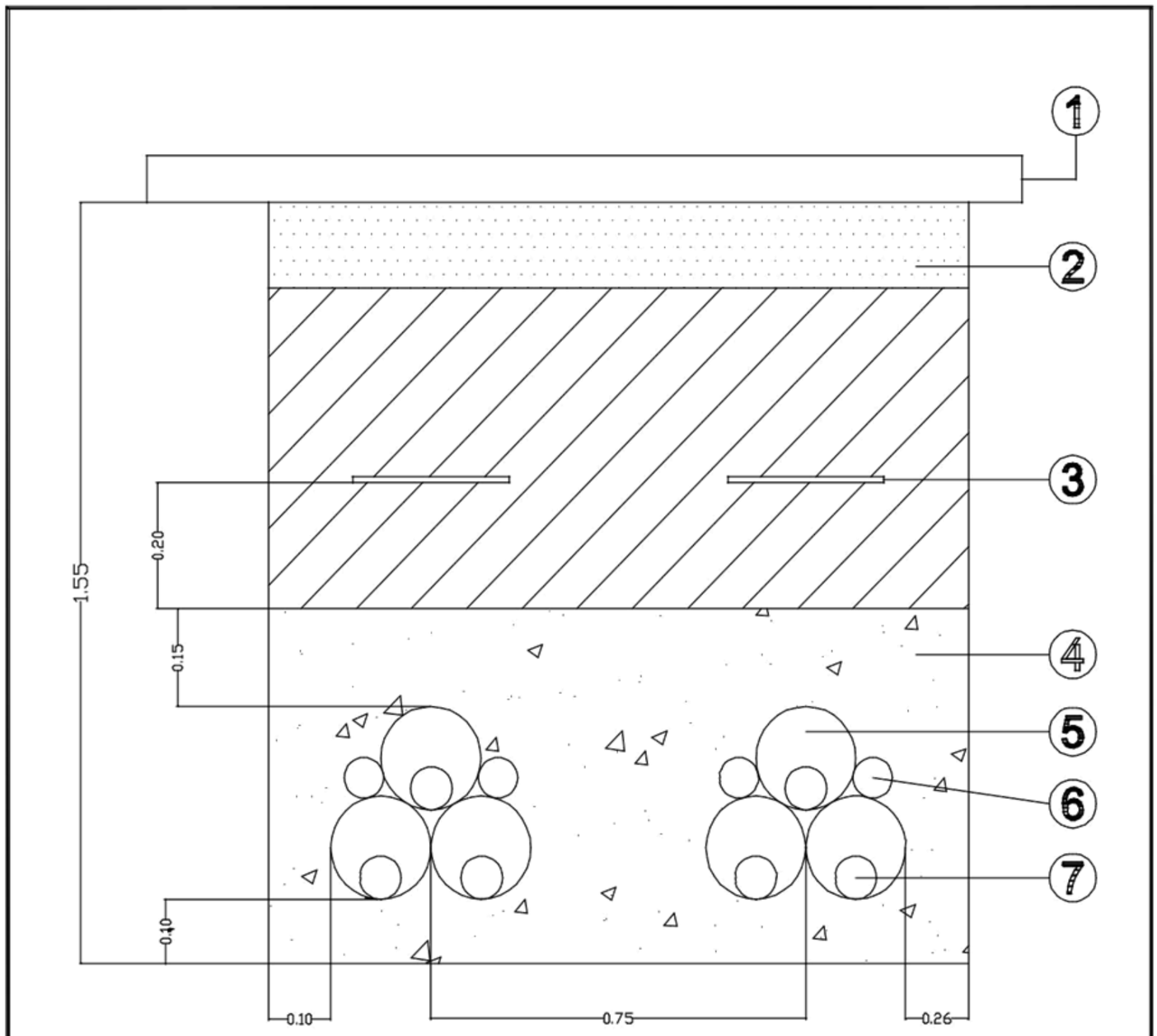


Características de los apoyos:

- Apoyo nº 78: Alineación-0daN-0m, Montaje Doble Circuito, Separación de Conductores 3,0E+0253m
- Apoyo nº 79: Fin de línea-0daN-22m, Montaje Doble Circuito, Separación de Conductores 0,00m

	Nombre: Mª Carmen Muñoz Martínez INGENIERO ELÉCTRICO	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Escala H= 1:2000 V= 1:500	Línea de Transporte de 132 kV con tramo subterráneo y conexión a subestación $\frac{132}{66}$ kV	Plano nº 18 Separata vano 78

PLANO 19

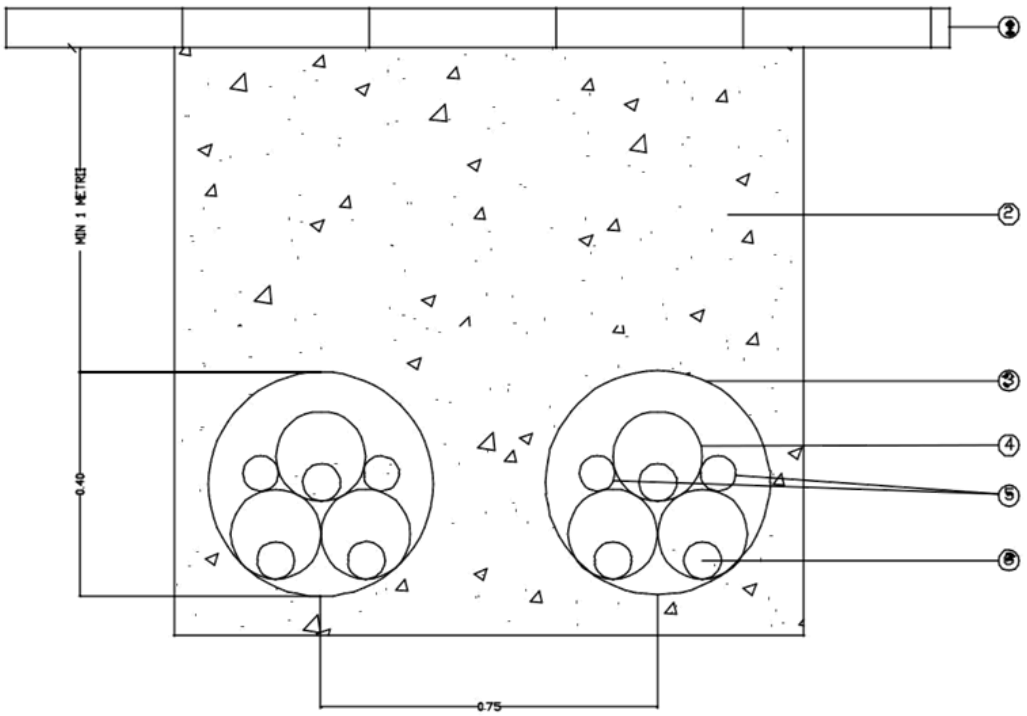


LEYENDA
1. CIERRA ASFALTICO 2. HORMIGON 2. BANDA SEÑALIZADORA 4. TUBO POLIETILENO CORRUGADO DE DOBLE PARED DIAMETRO 160 5. TUBO POLIETITLEN ALTA DENSIDAD PREVISION FIBRA OPTICA 6. CABLE DE POTENCIA

CONDUCTOR	SILEC ENDESA RHZ 1 630 MM
CIRCUITOS	2
AISLAMIENTO	TUBOS 125 XLPE
CABLE DE TIERRA	ACST 16

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA	LINEA DE TRANSPORTE DE 132 KV Y ALIMENTACION A UNA SUBESTACION DE 132/66 KV	
	CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA PLANO Nº:18	FECHA: 2 SEP. 2016 NOMBRE: Mª Carmen Muñoz Martínez INGENIERO ELECTRICO
FECHA: JUNIO 2015 / ESCALA: S/E		

PLANO 20

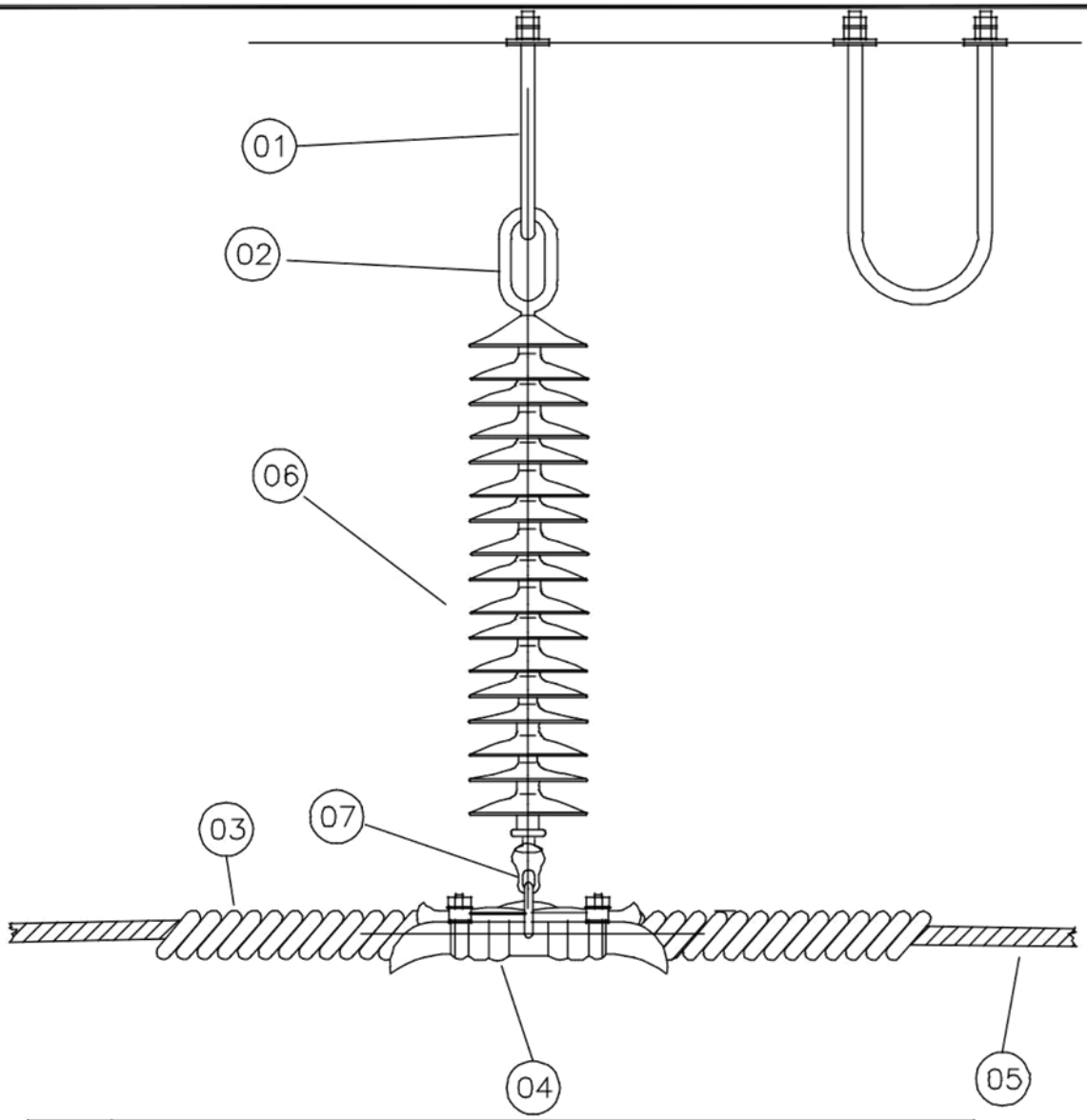


LEYENDA
1.- RASANTE DE CARRETERA 2.- DADO DE HORMIGON A LA ENTRADA Y SALIDA DE LA TUBERIA 3.- TUBERIA DE DIAMETRO 400 4.- TUBOS DE POLIETILENO DE DOBLE PARED DE 125 MM DE DIAMETRO 5.- TUBOS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD PARA FIBRA OPTICA 6.- CABLE DE POTENCIA

CONDUCTOR	SILEC ENDESA RHZ 1 630 MM
CIRCUITOS	2
AISLAMIENTO	TUBOS 125 XLPE
CABLE DE TIERRA	ACST 16

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA	LINEA DE TRANSPORTE DE 132 KV Y ALIMENTACION A UNA SUBESTACION DE 132/66 KV	
FECHA: JUNIO 2015 ESCALA: S/E	PERFORACION DIRIGIDA PLANO Nº 19	FECHA: 2 Sep.2016 NOMBRE: Mª Carmen Muñoz Martínez INGENIERO ELECIRICO

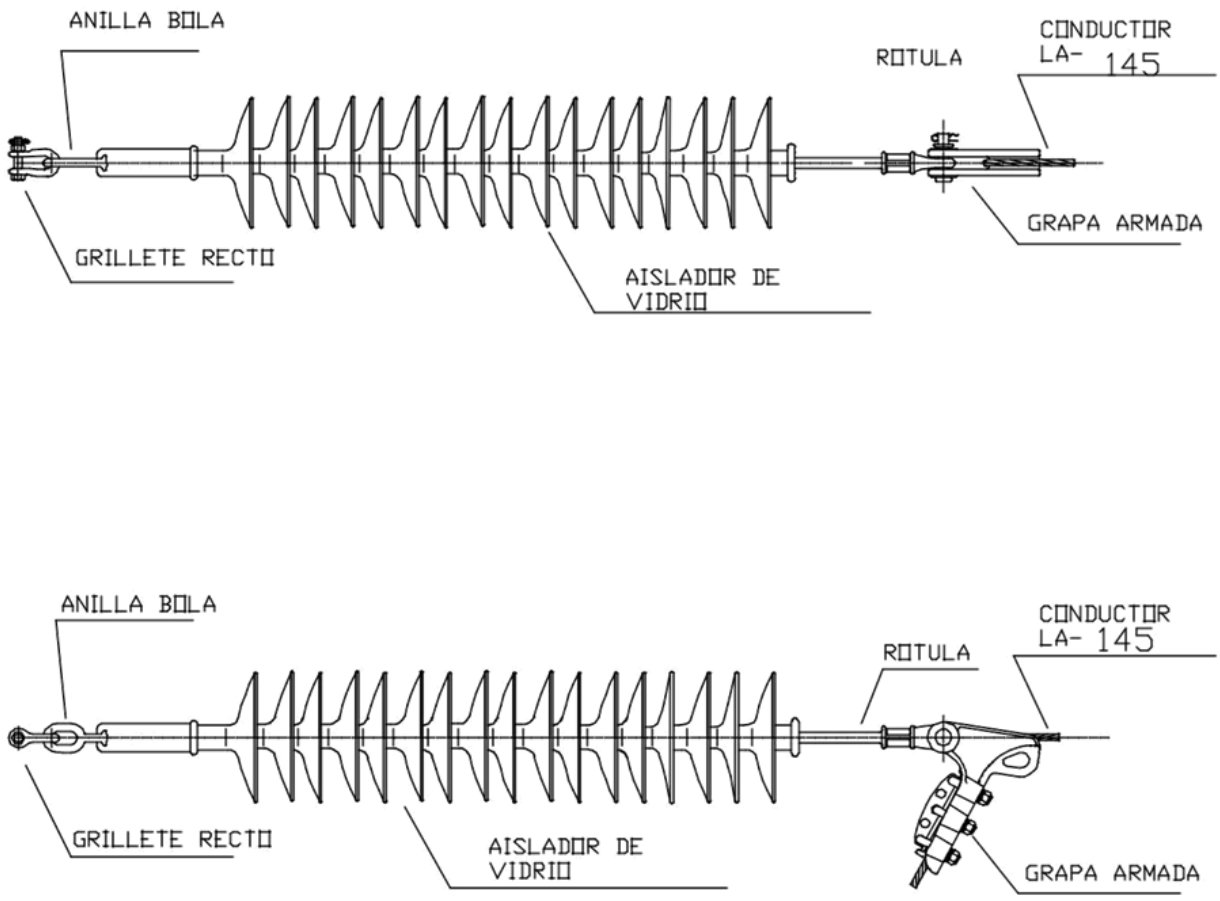
PLANO 21



Nº	DENOMINACIÓN
01	Péndulo "U" AºGº
02	Anillo con badajo
03	Preformado
04	Morsa de suspensión
05	Cable de LA-145
06	Aislador de vidrio
07	Orbita de ojal

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA	LINEA DE TRANSPORTE DE 132 KV Y ALIMENTACION A UNA SUBESTACION DE 132/66 KV	
Escala S/E	CADENA DE AISLADORES SUSPENSION PLANO Nº 20	FECHA: 2 SEPTIEMBRE 2016 NOMBRE: Mª Carmen Muñoz Martínez INGENIERO ELECTRICO

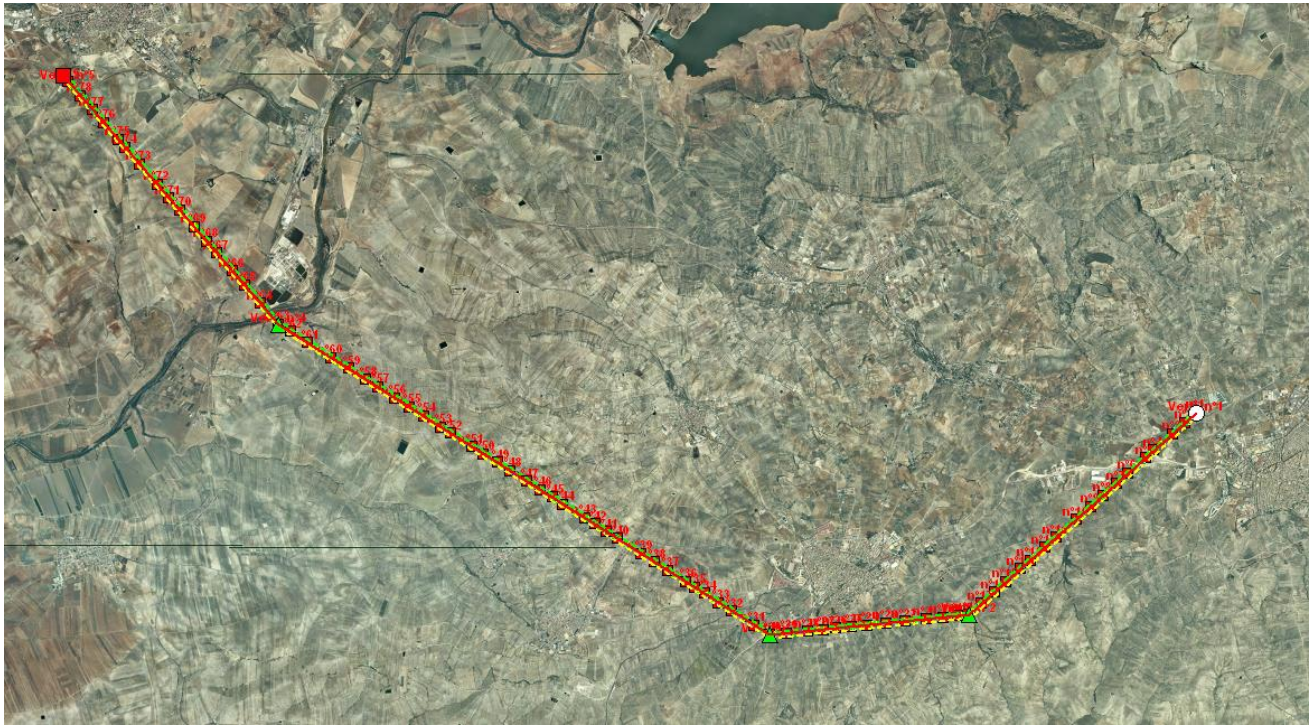
PLANO 22



CADENA DE AISLADORES LA-145-132-VID

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA	LINEA DE TRANSPORTE DE 132 KV Y ALIMENTACION A UNA SUBESTACION DE 132/66 KV	
Escala S/E	CADENA DE AISLADORES PLANO Nº:21	FECHA: 2 SEPTIEMBRE 201 NOMBRE: Mª Carmen Muñoz Martínez INGENIERO ELECTRICO

PLANO 23



	Nombre: Mª Carmen Muñoz Martínez INGENIERO ELÉCTRICO	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Escala H= 1:2000 V= 1:500	Línea de Transporte de 132 kV con tramo subterráneo y conexión a subestación $\frac{132}{66}$ kV	Plano nº 23 Plano de Situación

PLIEGO DE CONDICIONES

PLIEGO DE CONDICIONES

1. OBJETO

El objeto del presente Pliego de condiciones es establecer los requisitos a los que se debe ajustar la ejecución de las obras del proyecto, así como las condiciones técnicas y control de calidad que han de cumplir los materiales utilizados en el mismo.

2. DISPOSICIONES GENERALES

2.1. Seguridad en el Trabajo

Conforme a lo dispuesto en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción, al amparo de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales se incluye en el presente proyecto, el Estudio de Seguridad y Salud correspondiente para su ejecución, en base al cual cada contratista elaborará un Plan que deberá ser aprobado por el Coordinador en materia de seguridad y salud nombrado al efecto por el promotor, previo al inicio de las obras.

2.2. Gestión ambiental

Todas las obras del proyecto se ejecutarán garantizando el cumplimiento de la legislación y reglamentación medioambiental aplicable.

Así mismo, el conjunto de medidas, planes y acciones se encuentran reflejados en el estudio de Impacto ambiental correspondiente. Adjuntándose junto con este proyecto.

2.3. Códigos y normas

Todas las obras del proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones se ejecutarán cumpliendo las normas y recomendaciones en su última edición ó revisión.

Entre ellas se tendrán en cuenta las siguientes:

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias del MIE.
- Reglamento Electrotécnico para BT del MIE.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el suministro de Energía.
- Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de AT del MIE.
- Normas “UNE”, “IEC” y aplicables.
- Código Técnico de la Edificación RD314/2006.
- Constitución Española de 27 de diciembre de 1978.
- Real Decreto Legislativo 1/1995, de 24 de marzo, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba los Reglamentos de los Servicios de Prevención.
- Decreto 2065/1974, de 30 de mayo, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley General de la Seguridad Social.
- Real Decreto 2001/1983, de 28 de julio, sobre regulación de la jornada de trabajo, jornadas especiales y descansos.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Resolución de 4 de mayo de 1992, por la que se aprueba el Convenio Colectivo General del Sector de la Construcción.

2.4. Normas legales y aplicables a las condiciones de seguridad de los elementos, maquinaría, útiles, herramientas, equipos y sistemas preventivos a utilizar o aplicar en la obra

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

- Capítulo VII sobre andamios de la Orden de 31 de enero de 1940, por la que se aprueba el Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 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.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1435/1992, de 27 de noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas.
- Orden de 23 de mayo de 1977, por la que se aprueba el Reglamento de Aparatos Elevadores para Obras.

- Orden de 30 de junio de 1966, por la que se aprueba el Reglamento de Aparatos Elevadores, Ascensores y Montacargas.
- Real Decreto 2291/1995, de 8 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención.
- ITC-MIE-AEM 2: Instrucción Técnica Complementaria referente a grúa torre desmontables para obras.
- ITC-MIE-AEM 4: Instrucción Técnica Complementaria sobre grúas móviles autopropulsadas usadas.
- Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios.
- Real Decreto 473/1988, de 30 de marzo, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas 76/767/CEE sobre Aparatos a Presión.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- R.D. 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Resolución del 30 de abril de 1984 sobre las verificaciones de las instalaciones eléctricas antes de su puesta en marcha.
- Real Decreto 1244/1979, de 4 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos a Presión.
- ITC-MIE-AP 5: Extintores de incendio.
- ITC MIE-AP 7: Botellas y botellones de gases comprimidos, licuados y disueltos a presión.
- Real Decreto 379/2001, de 6 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias.
- MIE-APQ-1: Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles.
- MIE-APQ-5: Almacenamiento y utilización de botellas y botellones de gases comprimidos, licuados y disueltos a presión.
- MIE-APQ-6: Almacenamiento de líquidos corrosivos.
- MIE-APQ-7: Almacenamiento de líquidos tóxicos.
- Real Decreto 1316/1989, de 27 de octubre, sobre protección de los trabajadores frente a la exposición al ruido durante el trabajo.
- UNE 58-101-80, “Aparatos pesados de elevación. Condiciones de resistencia y seguridad en las grúas torre desmontables para obras”, parte I “Condiciones de diseño y fabricación”, parte II “Condiciones de instalación y utilización”, parte III “Documentación” y parte IV “Vida de la grúa”.

3. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Es necesario usar Equipos de Protección Individual para prevenir riesgos que no se puedan evitar con medios técnicos de protección colectiva. Los EPI que se utilicen en la obra deberán cumplir con la reglamentación que sobre comercialización (diseño y fabricación) les afecta, a fin de garantizar las exigencias técnicas que de los mismos se

requieren. En este sentido, a los EPI les es de aplicación todo lo dispuesto en la legislación vigente:

- 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.
- O.M. de 16 de mayo de 1994, por el que se modifica el R.D. 1407/1992.
- R.D. 159/1995, de 3 de febrero, por el que se modifica el R.D. 1407/1992.
- O.M. de 20 de febrero de 1997, por la que se modifica el anexo del R.D. 159/1995.
- En lo relativo a su diseño, fabricación y comercialización.
- Con carácter general, a la hora de la elección, las características que deben reunir los EPI´s son:
    - Adecuados a las condiciones existentes en el lugar de trabajo.
    - Tener en cuenta las condiciones anatómicas y fisiológicas, y el estado de salud del trabajador.
    - Otros aspectos a tener en cuenta con respecto al uso de los equipos son los que a continuación se indican:
        - Todos los equipos de protección individual tanto de uso personal como colectiva, tendrán fijado un período de vida útil.
        - Cuando por las circunstancias del trabajo se produzca un deterioro más rápido de lo habitual en un determinado equipo, se repondrá independientemente de la duración prevista.
        - Todo equipo o prenda de protección que haya sufrido un trato límite, será desechado y repuesto al momento.

4. PROTECCIONES COLECTIVAS

4.1. Señalización

Sin perjuicio de lo dispuesto específicamente en otras normativas particulares, la señalización de seguridad y salud en el trabajo se utilizará siempre que el análisis de los riesgos existentes, de las situaciones de emergencia previsibles y de las medidas preventivas adoptadas. Se pondrá de manifiesto la necesidad de:

- Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de riesgos, prohibiciones u obligaciones.
- Alertarlos tras una emergencia que requiera medidas urgentes de protección o evacuación.
- Facilitar a los trabajadores la localización medios o instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.
- Orientar o guiar a los trabajadores que realicen determinadas maniobras peligrosas.

La señalización se utilizará cuando mediante las medidas de protección colectiva no haya sido posible eliminar riesgos o reducirlos. Por otro lado, la señalización deberá permanecer en tanto persista la situación que la motiva. Los medios y dispositivos de señalización deberán ser, limpiados, mantenidos y verificados regularmente y reparados

o sustituidos cuando sea necesario, de forma que conserven en todo momento sus cualidades intrínsecas y de funcionamiento. Las señalizaciones que necesiten de una fuente de energía dispondrán de alimentación de emergencia que garantice su funcionamiento en caso de interrupción.

Las señales se instalarán a una altura y en una posición apropiadas con relación al ángulo visual, teniendo en cuenta posibles obstáculos, en la proximidad inmediata del riesgo u objeto que deba señalizarse.

El lugar de emplazamiento de la señal deberá estar bien iluminado, ser accesible y visible. Se retirarán cuando deje de existir la situación que las justificaba. Existirán señales de advertencia, obligación, prohibición, contraincendios, salvamento-socorro; la forma, dimensión y colores de las distintas señales se atendrán a lo dispuesto específicamente en los anexos ll y III del R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo; así como a las especificaciones contenidas en el Anexo Vll del mismo Real Decreto.

Como norma general la relación de señales en forma de panel que pueden ser de aplicación en la obra son:

- Señales de prohibición:
- Entrada prohibida a personas no autorizadas.
- Atención, peligro obras.
- Peligro, paso de cargas suspendidas.
- Prohibido maniobrar en la instalación eléctrica.
- Señales de obligación
- Protección obligatoria de la cabeza, pies, manos.
- Protección individual obligatoria contra caídas.
- Vía obligatoria para peatones.
- Lucha contra incendios
- Extintor.
- Dirección que debe seguirse.
- Señales de salvamento o socorro
- Primeros auxilios.
- Salida de socorro.
- Dirección que debe seguirse.
- Teléfono de salvamento y primeros auxilios.

4.2. Prescripciones de los medios auxiliares

Escaleras manuales en general

No se admitirá el uso de escaleras de construcción improvisada. Cuyos espacios entre peldaños deberán ser iguales, con distancias de 20 a 30 cm.

Las escaleras estarán provistas de un dispositivo antideslizante, por ejemplo, zapatas.

No se aceptarán escaleras de mano empalmadas, a menos que utilicen un sistema especial y recomendable de extensión de la misma.

Escaleras de madera

La madera empleada será sana, libre de nudos, roturas y defectos que puedan disminuir su seguridad.

Los largueros serán de una sola pieza.

Los peldaños estarán ensamblados a largueros, prohibiéndose las uniones simplemente efectuadas mediante clavos o amarre con cuerdas.

Las escaleras de madera se protegerán de las inclemencias climatológicas mediante barnices transparentes que no oculten sus defectos, prohibiéndose expresamente pintarlas.

Escaleras metálicas

Los largueros serán de una sola pieza. Se prohíben los empalmes improvisados o soldados. Sus elementos no tendrán defectos.

Escaleras de tijera

Independientemente del material que las constituye dispondrán en su articulación superior de topes de seguridad de apertura.

Dispondrán además de cadenas o cables situados hacia la mitad de la longitud de los largueros que impidan su apertura accidental, usándose totalmente abierta.

5. OBLIGACIONES DE LAS PARTES IMPLICADAS

5.1. Promotor

El Promotor es cualquier persona física o jurídica por cuenta de la cual se realiza la obra.

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor antes del inicio de los trabajos o tan pronto como se constate dicha circunstancia, designará un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra.

La designación de los coordinadores no eximirá al promotor de sus responsabilidades.

5.2. Dirección facultativa

Son el técnico o técnicos designados por el Promotor, encargados de la dirección y del control de la ejecución de la obra.

Cuando no sea necesaria la designación de coordinador de seguridad y salud, la dirección asumirá partes de las funciones a desempeñar por del coordinador:

- Deberá aprobar el Plan de Seguridad y Salud, antes del comienzo de la obra.
- Adoptará las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas accedan a la obra.
- Facilitar el Libro de incidencias, y en caso de anotación, estará obligado a remitir, en el plazo de 24 horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en la que se realiza la obra.

5.3. Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución

El Coordinador en materia de Seguridad y Salud es el técnico competente integrado en la Dirección Facultativa, designado por el Promotor para llevar a cabo las tareas que se mencionan en artículo 9 del R.D. 1627/1997.

Durante la ejecución de la obra deberá desarrollar las siguientes funciones:

a. Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad.

   - Al tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse de forma sucesiva.

   - Al estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases de trabajo.

   - Contratistas y, en su caso, los Subcontratistas y los Trabajadores Autónomos apliquen de manera coherente los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra y, en particular, en las tareas o actividades a que se refiere el artículo 10 del R.D. 1627/1997.

   - Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el Contratista y las modificaciones que puedan ser introducidas en el mismo.

   - Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la ley de Prevención de Riesgos Laborales.

   - Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.

   - Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

5.4. Contratistas y subcontratistas

El contratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el Promotor, el compromiso de ejecutar la totalidad o parte de las obras con sujeción al proyecto y al contrato.

El subcontratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el Contratista, Empresario Principal, el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra.

Cada Contratista en aplicación del Estudio de Seguridad y Salud o en su caso el Estudio Básico, elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el Estudio o Estudio Básico.

En dicho Plan se incluirán, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica.

En el caso de Planes de Seguridad y Salud elaborados en aplicación del Estudio de Seguridad y Salud las propuestas incluirán la valoración económica de las mismas, que no podrá implicar disminución del importe total, de acuerdo con el segundo párrafo del apartado 4 del artículo 5 del R.D. 1627/1997.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado antes del inicio de la obra por el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Cuando no sea necesaria la designación de Coordinador, las funciones que se le atribuyen en los párrafos anteriores serán asumidas por la dirección facultativa. El Plan de Seguridad y Salud podrá ser modificado por el Contratista en función del proceso de ejecución de la obra.

5.5. Trabajadores autónomos

Trabajador Autónomo es la persona física distinta del Contratista y del Subcontratista, que realiza de forma personal y directa una actividad profesional, sin sujeción a un contrato de trabajo, y que asume contractualmente ante el Promotor, el Contratista o el Subcontratista el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra.

Estarán obligados a:

- Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desarrollar las tareas o actividades indicadas en el artículo 10 del R.D. 1627/1997.
- Cumplir las disposiciones mínimas de seguridad y salud establecidas en el anexo IV del citado Real Decreto, durante la ejecución de la obra.
- Cumplir las obligaciones en materia de prevención de riesgos que establece para los trabajadores el artículo 29, apartados 1 y 2, de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ajustar su actuación en la obra conforme a los deberes de coordinación de actividades empresariales establecidos en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el R.D. 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud.
- Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el R.D. 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud.

- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la Dirección Facultativa.

6. ORGANIZACIÓN DE LA PREVENCIÓN DE LA OBRA

6.1. Tramitación del estudio de seguridad y salud

El presente estudio de seguridad y salud se facilitará a las empresas contratistas para que tal y como establece el art. 7 del R.D. 1627/97, elaboren el correspondiente plan de seguridad y salud para la obra, en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio o estudio básico.

En dicho plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el estudio o estudio básico.

6.2. Responsables de seguridad a pie de obra

La organización de la seguridad en la obra es responsabilidad del Promotor, quien designará (cuando corresponda) al coordinador en materia de seguridad y salud en la fase de ejecución de obra, con las competencias y funciones descritas en el apartado de Obligaciones de las partes implicadas.

Cada empresa contratista contará a pie de obra con un responsable de seguridad y salud, que corresponderá con una persona de acreditada competencia (con formación en materia de prevención de riesgos y de primeros auxilios), siendo la encargada de organizar, dirigir y mantener el control y supervisión de los trabajos realizados por empleados de su Empresa, así como de los realizados por otras Empresas subcontratadas.

6.3. Organización preventiva de la empresa contratada

La modalidad de organización de los recursos para el desarrollo de las actividades preventivas de las distintas Empresas que desarrollen los trabajos deberá estar contemplada en lo expresado en el capítulo III del Real Decreto 39/1997 por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

Por otro lado, todo el personal antes de incorporarse por primera vez a la obra deberá haber pasado Reconocimiento Médico sobre capacitación para el trabajo a desempeñar, así como recibirá las instrucciones (información) y formación complementaria en materia de seguridad referida a los trabajos a realizar.

6.4. Reuniones de seguridad en obra

A lo largo de la ejecución del proyecto, se deben realizar reuniones de seguridad en obra, donde se traten todos aquellos aspectos que afecten a la seguridad de la misma, y especialmente se haga un seguimiento y control sobre los incumplimientos detectados.

A estas reuniones podrán asistir además de las empresas contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos, el coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, la dirección facultativa y el promotor o representante del mismo.

6.5. Comité de seguridad y salud en obra

El Comité de Seguridad y Salud es el órgano paritario y colegiado de participación destinado a la consulta regular y periódica de las actuaciones de la empresa en materia de prevención de riesgos.

Según la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, se constituirá un Comité de Seguridad y Salud en todas las empresas o centros de trabajo que cuenten con 50 o más trabajadores. El Comité estará formado por los Delegados de Prevención, de una parte, y por el empresario y/o sus representantes en número igual al de los Delegados de Prevención, de la otra.

En las reuniones del Comité de Seguridad y Salud participarán, con voz, pero sin voto, los Delegados Sindicales y los responsables técnicos de la prevención en la empresa.

6.6. Delegados de prevención

Los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo, reflejadas en el artículo 36 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (L.P.R.L.). El número de Delegados de Prevención en la Empresa viene determinado en el artículo 35 de la citada Ley, pudiendo ser:

- El Delegado de Personal cuando este exista (artículo 35.2 de la L.P.R.L.).

- Por elección por mayoría entre los trabajadores si en el centro de trabajo no hay representantes con antigüedad suficiente (adicional 4ª de la L.P.R.L.).

- Cualquier otro trabajador designado por los trabajadores o sus representantes según lo dispuesto en el convenio colectivo (artículo 35.4 de la L.P.R.L.).

6.7. Servicios de prevención

El Servicio de Prevención es el conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, asesorando y asistiendo al empresario, a los trabajadores y a sus representantes y a los órganos de representación especializados.

Los servicios de Prevención deberán estar en condiciones de proporcionar a la empresa el asesoramiento y apoyo que precise en función de los tipos de riesgo en ella existentes.

El Servicio de Prevención tendrá carácter interdisciplinario, debiendo sus medios ser apropiados para cumplir sus funciones. Para ello, la formación, especialidad, capacitación, dedicación y número de componentes de estos servicios, así como sus

recursos técnicos, deberán ser suficientes a adecuados a las actividades preventivas a desarrollar, en función de las siguientes circunstancias:

a) Tamaño de la empresa.

b) Tipos de riesgo a los que puedan encontrarse expuestos los trabajadores.

c) Distribución de riesgos en la empresa.

7. MEDIDAS DE ACTUACIÓN EN CASO DE EMERGENCIA Y ANTE RIESGO GRAVE E INMINENTE

El principal objetivo ante cualquier emergencia es su localización y su eliminación, reduciendo al mínimo sus efectos sobre las personas y las instalaciones. Por ello antes del comienzo de los trabajos todo el personal de obra deberá recibir información e instrucciones precisas de actuación en caso de emergencia y de primeros auxilios.

En particular a los trabajadores se les informará, entre otros puntos de:

-Medidas de evacuación de los trabajadores.

-Normas de actuación sobre lo que “se debe” y “no se debe hacer” en caso de emergencia.

-Medios materiales de extinción contra incendios y actuación en primeros auxilios.

Por otra parte, cuando los trabajadores estén o puedan estar expuestos a un riesgo grave e inminente el Encargado deberá:

- Informar inmediatamente a todos los trabajadores afectados sobre la existencia de dicho riesgo.

- Adoptar las medidas y dar las órdenes necesarias para que, en caso de riesgo grave, los trabajadores puedan interrumpir su actividad.

- Habilitar lo necesario para que el trabajador que no pudiese ponerse en contacto con su superior interrumpa su actividad, poniéndolo en conocimiento de su superior inmediato.

- Poner en conocimiento en el menor tiempo posible de la Dirección Facultativa y del titular del Centro de Trabajo.

7.1. Primeros auxilios y asistencia sanitaria

Como medida general, cada grupo de trabajo o brigada contará con un botiquín de primeros auxilios completo, revisado mensualmente, siendo el Encargado el responsable reponer el material.

Ante los accidentes de carácter leve, se atenderá a la persona afectada en el botiquín instalado a pie de obra, cuyo contenido se detalla más adelante. Si el accidente es de

carácter grave, se acudirá al Centro Asistencial de la mutua a la cual pertenece la Contrata o Subcontrata, donde tras realizar un examen se decidirá su traslado o no a otro centro.

Si el accidente es muy grave, se procederá de inmediato al traslado del accidentado al Hospital más cercano. Por todo lo anterior, cada grupo de trabajo deberá disponer de un teléfono móvil y un medio de transporte, que le permita la comunicación y desplazamiento en caso de emergencia.

Botiquín

El contenido mínimo del botiquín será: desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas y guantes desechables.

Junto al botiquín se dispondrá de un cartel en el que figuren de forma visible los números de teléfonos necesarios en caso de urgencias como los del hospital más próximo, centro asistencial, más cercano, de la mutua de las distintas empresas intervinientes, servicio de ambulancias, bomberos, policía local, entre otros.

Extinción de incendios

Se usará un aparato cuya finalidad sea dar recomendaciones contra el fuego en caso de que se produzca un incendio. En primer lugar, se intentará sofocar el incendio y si se observara que no se puede dominar el incendio, se avisará de inmediato al servicio Municipal de Bomberos.

La posición más ventajosa para atacar el fuego es colocarse de espaldas al viento en el exterior, o a la corriente en el interior de un local. Es elemental dirigir el chorro de salida hacia la base de las llamas, barriendo en zigzag y desde la parte más próxima hacia el interior del incendio.

Si se utilizan sobre líquidos inflamables, no se debe aproximar mucho al fuego ya que se corre el peligro de que se proyecte el líquido al exterior. No deben abrirse puertas y ventanas; provocarían un tiro que favorecerían la expansión del incendio.

A falta de protección respiratoria, una protección improvisada es colocarse un pañuelo húmedo cubriendo la entrada de las vías respiratorias.

Si se inflaman las ropas, no correr, las llamas aumentarían. Revolcarse por el suelo y/o envolverse con manta o abrigo. Si es otra la persona que vemos en dicha situación, tratar de detenerla de igual forma.

7.2. Comunicación de accidentes e incidentes.

El Empresario cumplimentará el parte de accidente de trabajo (según el modelo oficial) en aquellos accidentes de trabajo o recaídas que conlleven la ausencia del accidentado del lugar de trabajo de, al menos, un día.

Dicho documento será remitido por la Empresa a la Mutua o Entidad Gestora o Colaboradora de la Seguridad Social, que tiene a su cargo la protección por accidente de trabajo, en el plazo máximo de 5 días hábiles, contados desde la fecha en que se produjo el accidente o desde la fecha de la baja médica.

Aquellos accidentes ocurridos en el centro de trabajo o por desplazamiento en jornada de trabajo que provoquen el fallecimiento del trabajador, que sean considerados como graves o muy graves, o que el accidente ocurrido en un centro de trabajo afecte a más de cuatro trabajadores, esta además de cumplimentar el parte de accidente comunicará éste hecho, en el plazo máximo de 24 horas, a la Autoridad Laboral de la provincia donde haya ocurrido el accidente, debiendo constar en la comunicación la razón social, domicilio y teléfono de la Empresa, nombre del accidentado, dirección completa del lugar donde ocurrió el accidente así como una breve descripción del mismo.

Finalmente, todo incidente o accidente ocurrido en obra debe quedar registrado, debiendo notificarse en todos los casos al Coordinador de Seguridad y Salud, o a la Dirección Facultativa cuando no fuera necesaria su designación, a la mayor brevedad posible.

Todo accidente ocurrido en la obra debe ser investigado por la empresa a la que pertenezca el trabajador, elaborando el preceptivo informe de investigación de accidentes, que deberá ser archivado junto con el resto de documentación del accidente. Este informe estará a disposición del Coordinador de Seguridad y Salud, y de la Dirección Facultativa.

7.3. Servicios higiénicos

En aplicación de lo exigido a este respecto por la normativa aplicable, anexo IV parte A del R.D.1627/97, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción se deberán destinar los servicios higiénicos (vestuarios, retretes y lavabos) necesarios para los trabajadores.

En el caso en que se utilicen instalaciones provisionales (casetas o similar), se garantizará para todo el periodo que abarque la ejecución.

Las instalaciones se mantendrán en adecuadas condiciones de higiene y limpieza, quedando totalmente prohibido el almacenamiento de sustancias y material de obra en su interior.

Los suelos, paredes y techos serán lisos e impermeables, permitiendo la limpieza necesaria, debiendo encontrarse los vestuarios próximos a las salas de aseo. No obstante, al ejecutarse la obra en locales ya construidos, y dotados ya de este tipo de instalaciones, podrán utilizarse las mismas, o en su caso los existentes en las instalaciones de las empresas a las que pertenezcan, cuando esta posibilidad sea viable.

Además, en la obra, los trabajadores dispondrán de suficiente agua potable, la cual se mantendrá en recipientes adecuados para su conservación e higiene y marcados con el nombre de su contenido.

8. FORMACIÓN E INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES

De conformidad con los artículos 18 y 19 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y su salud en la obra.

Se insistirá en la importancia del uso de los medios preventivos puestos a su disposición, enseñando su correcto uso y explicando las situaciones peligrosas a que la negligencia o la ignorancia pueden llevar.

Conforme al artículo 8 del R.D. 773/1997, de 30 de mayo, el empresario deberá informar a los trabajadores, previamente al uso de los equipos, de los riesgos contra los que les protegen, así como de las actividades u ocasiones en las que deben utilizarse.

Asimismo, deberá proporcionarles instrucciones, preferentemente por escrito, sobre la forma correcta de utilizarlos y mantenerlos. El empresario garantizará la formación y organizará sesiones de entrenamiento, para la correcta utilización de los Equipos de Protección Individual.

Por otra parte, conforme el artículo 5 del R.D. 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, los trabajadores y los representantes de los trabajadores deberán recibir una formación e información adecuadas sobre los riesgos derivados de la utilización de los equipos de trabajo, así como las medidas de prevención y protección que hayan de adoptarse.

Igualmente, se informará a los trabajadores sobre la necesidad de prestar atención a los riesgos derivados de los equipos de trabajo presentes en su entorno de trabajo inmediato, o de las modificaciones introducidas en los mismos, aun cuando no los utilicen directamente.

Vigilancia de la salud

El empresario garantizará a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo. Las medidas de vigilancia y control de la salud de los trabajadores se llevarán a cabo respetando siempre el derecho a la intimidad y a la dignidad de la persona del trabajador y la confidencialidad de toda la información relacionada con su estado de salud.

Atendiendo a esta obligación, todo trabajador que se incorpore a la obra, habrá pasado un reconocimiento médico que avale su aptitud médica para el desempeño de las actividades que vaya a realizar.

Responsabilidades y penalizaciones

El incumplimiento de las obligaciones en materia de prevención de riesgos laborales podrá dar lugar a responsabilidades administrativas, así como en su caso, a

responsabilidades penales y a las civiles por los daños y perjuicios que puedan derivarse de dicho incumplimiento.

No se penalizará los hechos que hayan sido sancionados penal o administrativamente, en los casos que se aprecie la identidad de sujeto hecho y fundamento, por parte de la Autoridad Laboral competente.

8.1. Requerimientos por incumplimientos

Cuando el Coordinador de Seguridad y Salud o la Dirección Facultativa comprobase la existencia de una infracción a la normativa sobre prevención de riesgos laborales, requerirá al empresario para la subsanación de las deficiencias observadas, salvo que por la gravedad e inminencia de los riesgos procediese acordar la paralización prevista en el artículo 14 del R.D. 1627/1997, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, todo ello sin perjuicio de la propuesta de sanción correspondiente en su caso.

El requerimiento formulado por el Coordinador de Seguridad y Salud o la Dirección Facultativa se hará saber por escrito al empresario presuntamente responsable señalando las anomalías para su subsanación. Dicho requerimiento se pondrá, asimismo, en conocimiento de los Delegados de Prevención.

Si se incumpliera el requerimiento formulado, persistiendo los hechos infractores, la persona que realiza la demanda propondrá al Promotor la penalización por tales hechos.

8.2. Paralización de los trabajos

Cuando el Coordinador de Seguridad y Salud o cualquiera otra persona integrada en la Dirección Facultativa compruebe que la inobservancia de la normativa sobre prevención de riesgos laborales implica un riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores podrá ordenar la paralización inmediata de tales trabajos o tareas, dejando constancia en el Libro de Incidencias.

Dicha medida será comunicada a la Empresa responsable, que la pondrá en conocimiento inmediato de los trabajadores afectados, del Delegado de Prevención o, en su ausencia, de los Representantes del Personal. Por otro lado, la persona que hubiera ordenado la paralización deberá dar cuenta a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social del cumplimiento de esta notificación.

La paralización de los trabajos se levantará por la Inspección de Trabajo y Seguridad Social si la hubiese decretado, por el Coordinador de Seguridad y Salud o por el Empresario tan pronto como se subsanen las causas que la motivaron, debiendo el empresario comunicarlo a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social y/o al Coordinador de Seguridad y Salud, según el caso.

8.3. Libro de incidencias

En cada centro de trabajo existirá con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud un Libro de incidencias que constará de hojas por duplicado. El Libro de incidencias estará en poder del técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud.

A dicho libro tendrán acceso la Dirección Facultativa, los Contratistas, los Subcontratistas y los Trabajadores Autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las Empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las Administraciones Públicas competentes.

Efectuada una anotación el libro de incidencias, el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud, estará obligado a remitir, en el plazo de veinticuatro horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la Provincia en la que se realiza la obra.

8.4. Penalizaciones

Son infracciones a la normativa en materia de Prevención de Riesgos Laborales las acciones u omisiones de los Empresarios que incumplan las normas legales, reglamentarias y cláusulas normativas de los convenios colectivos en materia de seguridad y salud sujetas a responsabilidades conforme a la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Sin perjuicio de las responsabilidades administrativas, civiles y penales de las Contratas y Subcontratas, el Coordinador de Seguridad y Salud podrá proponer al Promotor la aplicación de penalizaciones.

Se calificarán estas penalizaciones como leves, graves y muy graves, en atención a la naturaleza del deber infringido y la entidad del derecho afectado, de conformidad con los apartados siguientes. Las penalizaciones podrán imponerse en grado mínimo, medio y máximo, atendiendo a los siguientes criterios:

- La peligrosidad de las actividades desarrolladas.
- El carácter transitorio o permanente de los riesgos.
- La gravedad de los daños producidos o que hubieran podido producirse por la ausencia o deficiencia de las medidas preventivas necesarias.
- El número de trabajadores afectados.
- Las medidas de protección individual o colectiva adoptadas por el empresario y las instrucciones impartidas por éste en orden a la prevención de riesgos.
- El incumplimiento de advertencias o requerimientos previos del Coordinador de Seguridad y Salud.
- La inobservancia de las propuestas realizadas por los Servicios de Prevención, los Delegados de Prevención o el Comité de Seguridad y Salud de la empresa para la corrección de las deficiencias legales existentes.
- La conducta general seguida por el empresario en orden a la estricta observancia de las normas en materia de prevención de riesgos laborales.

1.1.Condiciones para la ejecución por contrata

Serán las que vengan reflejadas en las condiciones generales para la contratación de obras y servicios, así como las descritas en El Pliego de Licitación.

GENERALIDADES

El Contratista será responsable del proyecto, suministro, transporte, carga y descarga de los materiales, construcción de la obra civil, estructuras y soportes metálicos, montaje de todos los equipos de la SE, Puesta en Marcha y Puesta en Servicio, así como la garantía del Suministro, hasta la Recepción Definitiva. Otra labor de este será facilitar Asistencia Técnica a los servicios de mantenimiento.

Todos los elementos necesarios para el funcionamiento y control de las instalaciones de la SE se considerarán incluidos en la oferta y por lo tanto exigirá su construcción a cargo del Contratista.

El Suministro deberá satisfacer la mejor y moderna práctica corriente en ingeniería mecánica, eléctrica, instrumentación y control, comunicaciones, fluidos, etc. Se emplearán materiales de primera calidad de las marcas de prestigio tanto nacionales como extranjeras. La selección de una marca y modelo no podrá considerarse como motivo de modificación de contrato.

Las instalaciones deberán reunir las condiciones máximas de seguridad en cuanto a incendios, inundaciones, distancias reglamentarias, tensiones de paso y contacto en caso de defectos a tierra, etc.

El Contratista velará por la integridad de los equipos e instalaciones que se encuentren dentro del recinto de la Subestación, respondiendo de su robo o daño en cualquier momento de la obra, siendo de su responsabilidad todas las medidas de seguridad y vigilancia oportunas.

9. CONDICIONES DE LOS MATERIALES DE LA OBRA CIVIL

Los componentes fundamentales de la Subestación están definidos en la Memoria Descriptiva y en los planos incluidos en el presente Proyecto.

La información se completa con la relación de materiales que figura en el Presupuesto.

Respecto a la obra civil se indica a continuación la calidad y preparación de los materiales a utilizar.

9.1. Hormigones

La composición del hormigón será la adecuada para que la resistencia de proyecto o resistencia característica especificada del hormigón a compresión a los veintiocho días, expresada en N/mm², tal y como se especifica en los artículos 30 y 39 de la EHE sea según su uso, la expresada en el cuadro adjunto.

Las dosificaciones de hormigón a emplear en las distintas estructuras, en contacto con el suelo y por debajo de la cota 0,00 de la explanación tendrá una relación agua/cemento menor o igual a 0,60.

Dadas las particulares condiciones de uso de los viales de subestaciones, no es necesaria ninguna exigencia específica para los hormigones a utilizar en esta unidad.

9.2. Áridos para morteros y hormigones

Los áridos serán de cantera, río o bien procedentes de machaqueo, debiendo ser limpios y exentos de tierra-arcilla o materia orgánica. El tamaño máximo del árido estará limitado por el tamiz 40 UNE y su proporción de mezcla definida por porcentaje en peso de cada uno de los diversos tamaños utilizados.

Deberán encontrarse saturados y superficialmente secos, a fin de obtener un hormigón de la máxima compacidad, manejable, sin segregación, bien ligado y de la resistencia exigida.

Los áridos cumplirán como mínimo las condiciones en el artículo 28 de la EHE.

9.3. Morteros

La composición del mortero será adecuada a la aplicación de las obras de fábrica que se ejecute.

En general se adaptarán a los tipos especificados en la norma NBEFL-90.

9.4. Cementos

El tipo de cemento utilizado para la ejecución de los hormigones, “cemento de la clase resistente 32,5 N/mm2 o superior”, se determinará teniendo en cuenta entre otros factores la aplicación del hormigón, las condiciones ambientales a las que va a estar expuesto y las dimensiones de las piezas y cumplirá como mínimo las condiciones exigidas en la RC-97 y artículo 26 de la EHE.

La dosificación del cemento se realizará en base al tipo de hormigón a conseguir y el tipo de cemento a utilizar.

Tipo Hormigón	Tipo Cemento	Dosificación
H. en masa	C. comunes C. para usos especiales	-
H. armado	C. comunes	Mín. 275 kg/m3 de cemento
H. pretensado	C. comunes tipo CEM I y CEM II/A-D	Mín. 300 kg/m3 de cemento

9.5. Agua

Cumplirá como mínimo las condiciones impuestas en el artículo 27 de la EHE. No se utilizarán aguas del mar ó aguas salinas análogas, tanto para amasar como para curar hormigones, y se rechazarán, salvo justificación especial, todas aquellas aguas que no cumplan las siguientes condiciones:

-Un PH ≥ 5.

-Contenido de sulfato ≤ 1g/l.

-Contenido de Ion Cloro ≤ 3g/l para HA ó HM y ≤ 1g/l para HP.

-Sustancias orgánicas solubles en éter en cantidad ≤ 15g/l.

9.6. Armaduras

Las armaduras para el hormigón serán de acero y estarán constituidas por:

- Barras corrugadas designadas en la tabla 31.2.a del artículo 31 de la EHE como B 400 S y B 500 S y cumplirán como mínimo las condiciones impuestas en el mencionado artículo.
- Mallas electrosoldadas designadas en la tabla 31.3 del artículo 31 de la EHE como B 500 T y cumplirán como mínimo las condiciones impuestas en el mencionado artículo.

9.7. Piezas de hormigón armado o pretensado

La forma y dimensiones de las piezas prefabricadas, se ajustarán perfectamente a los planos aprobados, así como a las indicaciones del proyecto, y al cuerpo de la obra a ensamblar, siendo recibidos todos aquellos cuerpos que requieran su unión.

9.8. Materiales siderúrgicos

Los tornillos serán de la clase ordinaria y de una calidad del acero 5.6 y cumplirán, así como las tuercas y arandelas, las condiciones impuestas en la NBE.

9.9. Laminados de acero y para estructuras.

Los aceros laminados para estructuras serán de calidad S275JR de acuerdo con la norma UNE- EN 10025.

En aquellos casos en los se suministren perfiles ya elaborados, incluirán 2 manos de pintura protectora antioxidante y su medición se realizará por su peso directo.

10. CONDICIONES GENERALES PARA LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

10.1. Movimiento de tierras

DESBROCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO

En función del tipo de terreno existente, la dirección de la obra determinará la cantidad de tierra vegetal, arbolado, tocones, maleza, etc., a retirar y extracciones a realizar. Así mismo decidirá si depositar la extracción en lugares predeterminados para su posterior aprovechamiento o por el contrario retirarla a escombreras autorizadas.

DEMOLICIONES

Comprende el derribo o demolición, total o parcialmente, de todas las construcciones que obstaculicen la obra a realizar y la retirada de la obra del material que no se tenga que reutilizar.

COMPACTACIÓN

Pueden presentarse 2 tipos diferentes de terrenos a escarificar:

-Terrenos sin firme existente.

-Terrenos con firme existente.

La compactación se realizará hasta conseguir una densidad de al menos, un 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor modificado, según norma UNE 103.501/94.

EXCAVACIONES, RELLENOS, TERRAPLENES, SUBBASES GRANULARES, REDES DE DRENAJE.

La medición de la excavación y relleno con el propio material, se realizará por diferencia teórica entre perfiles transversales del terreno tomados antes del inicio de las excavaciones y después de realizada la compactación.

Para la realización de las excavaciones se seguirán las normas establecidas a tenor de las características particulares de la cimentación del terreno, y sus dimensiones se ajustarán a las indicadas en los planos del proyecto.

Los materiales de relleno se ajustarán a las indicaciones de Las Prescripciones Técnicas Españolas sobre materiales para su utilización en Terraplenes (PG4/88, artículo 330).

Los materiales de la capa granular, empleados entre la base del firme y la explanada, se ajustará a lo indicado en los artículos 510 del PG-3.

Las redes de drenaje definidas en los planos del proyecto, se realizarán habitualmente mediante tubo de hormigón poroso, policloruro de vinilo, polietileno de alta densidad o cualquier otro material sancionado por la experiencia, siendo cubierto con material filtrante una vez colocados en la zanja, ajustándose al artículo 420 del PG-3.

10.2. Hormigones

Antes de verter hormigón sobre hormigón endurecido se limpiará la superficie de contacto mediante chorro de agua y aire a presión, y/o picado, eliminando seguidamente el agua que se haya depositado, así como se realizará el tratamiento adecuado con productos especiales de unión entre fraguados y frescos.

El hormigón se compactará por vibraciones hasta asegurar que se han llenado todos los huecos, se ha eliminado el aire de la masa y refluye la lechada en la superficie.

Durante el primer período de endurecimiento, no se someterá al hormigón a cargas estáticas o dinámicas que puedan provocar su fisuración y la superficie se mantendrá húmeda durante 7 días, como mínimo, protegiéndola de la acción directa de los rayos solares.

No se podrá colocar hormigón cuando la temperatura baje de 2º C, ni cuando siendo superior se prevea que puede bajar de 0º C durante las 48 horas siguientes, ni cuando la temperatura ambiente alcance los 40ºC. Se suspenderá el hormigonado cuando el agua de lluvia pueda producir deslavado del hormigón.

Se garantizarán las condiciones de ejecución de las obras de hormigón exigidas en el Capítulo XIII de la EHE.

No se iniciará el hormigonado en ningún tajo, sin comprobar la terminación de encofrados, el estado de las superficies de apoyo, la cuantía y la correcta colocación de las armaduras, de las juntas, así como de cualquier extremo que estime oportuno

10.3. Pavimentos de hormigón

Cuando se realice la pavimentación mediante hormigonado en fresco, se podrán insertar directamente las juntas de dilatación de material plástico conforme a lo indicado en los planos de proyecto, o bien, una vez endurecido el hormigón mediante serrado con disco, siendo la profundidad mayor de seis centímetros.

10.4. Armaduras

La disposición de las armaduras una vez hormigonadas, será tal y como figura en los planos e instrucciones del proyecto, debiendo estar perfectamente sujetas para soportar el vertido, peso y vibrado del hormigón, respetándose especialmente los recubrimientos mínimos indicados en la EHE en vigor.

10.5. Laminados

La disposición de los laminados y su medición se realizarán conforme a los valores teóricos de acuerdo con los planos e instrucciones del Proyecto, no considerándose los despuntes, solapes, ganchos, platillas, etc., que pudieran introducirse.

10.6. Encofrados

Los encofrados de madera o metálicos, serán estancos y estarán de acuerdo con las dimensiones previstas en el proyecto, serán indeformables bajo la carga para la que están previstos y no presentarán irregularidades bruscas superiores a 2 mm ni suaves superiores a 6 mm medidos sobre la regla patrón de 1 m de longitud. Su desplazamiento final, respecto a las líneas teóricas de replanteo, no podrá exceder de los 6 mm.

10.7. Piezas prefabricadas de hormigón

Durante el proceso de carga, transporte y montaje o colocación, los elementos prefabricados deberán suspenderse y apoyarse en los puntos previstos, a fin de que no se produzcan solicitaciones desfavorables.

10.8. Estructura metálica

La presentación de los anclajes se efectuará con las plantillas previstas para este fin. Una vez clasificada la estructura y comprobado que las dimensiones (incluso taladros) corresponden a las medidas indicadas en el Proyecto, se procederá al izado de la misma mediante:

-Estrobado y elevación de las estructuras.

-Fijación de las mismas en sus anclajes mediante pernos u hormigón.

-Aplomado, nivelación y alineación de las mismas.

10.9. Embarrados y conexiones

EMBARRADOS DE CABLE Y DERIVACIONES

Los embarrados de cable se ejecutarán realizando un tramo de muestra de cada vano tipo, con arreglo a las tablas de tendido. Luego se montarán en el suelo todos los tramos izándolos y regulándolos posteriormente.

EMBARRADOS RÍGIDOS DE TUBO O PLETINA

Los embarrados de tubo se prepararán y ejecutarán en el suelo, incluyendo el doblado con máquina, empalmes si son necesarios, y taladros. En el caso de los tubos de aluminio, se prevé un equipo de soldadura para la unión de las palas de conexión. Posteriormente se izarán y montarán los diferentes tramos.

CONEXIONES

Se prepararán, limpiarán, colocarán y apretarán las piezas de conexión según se indique.

10.10. Aparamenta

MODULOS COMPACTOS

Se procederá a la fijación en sus bancadas y una vez nivelados se regularán y ajustarán según instrucciones del fabricante.

El llenado del fluido aislante se realizará a la presión indicada por el fabricante. Cuando se trate de aceite, se realizará un filtrado hasta alcanzar una rigidez dieléctrica mínima de 150 kV/cm.

En su recepción se comprobará la densidad del gas a través del densímetro, y la presión de gas para el caso de interruptores de SF6. Se procederá al izado, fijación en sus soportes y una vez nivelados se regularán y ajustarán según instrucciones del fabricante.

RESTO DE LA APARAMENTA

Se procederá a la situación, nivelación y fijación a los soportes correspondientes y, en donde proceda, se instalarán las conducciones necesarias hasta las cajas de centralización. Para su montaje se seguirán las instrucciones del fabricante.

El montaje de los transformadores de medida, cuando se monte uno por fase, se realizará siguiendo el número de fabricación: la menor fase 0 y el mayor en la fase 8. Una vez montados se medirán aislamientos.

En las autoválvulas, cuando proceda, se montarán los contadores de descargas. Se comprobará y medirá el aislamiento entre la base donde lleve la puesta a tierra y el soporte metálico.

10.11. Transformadores de potencia y reactancias

Actividades principales a desarrollar en el montaje:

- Descarga y traslado hasta su emplazamiento definitivo junto con sus accesorios.
- Montaje de accesorios y bornas.
- Tratamiento y llenado de aceite bajo vacío.
- Recepción final.

Se comprobará la existencia de una ligera sobrepresión de gas en la cuba del transformador. Se efectuará el vacío de la cuba, al mismo tiempo se realizará el filtrado del aceite en depósitos aparte.

Una vez conseguidos los valores de rigidez dieléctrica y vacío indicados en la Especificación Técnica de Montaje de Transformadores de Potencia, se iniciará el llenado de la cuba por la parte inferior hasta alcanzar un nivel cercano a la tapa. Se procederá a la rotura de vacío. Una vez montados todos los elementos del transformador se procederá al llenado final del transformador.

El aceite antes del llenado debe tener un contenido de humedad de 10 ppm o menos y el contenido de gases no debe exceder del 1%. Cuando la cuba no esté preparada para pleno vacío, se procederá solamente al tratamiento del aceite y al llenado del transformador.

10.12. Batería de condensadores

Se efectuará el montaje del soporte metálico, colocación y fijación de los módulos de la batería sobre el soporte.

Se efectuará el montaje de los embarrados y derivaciones. Se realizarán mediciones de las series con todos sus elementos, y eliminando elementos hasta que la sobretensión a que queda sometida sea del 10%.

En la puesta en servicio de las modernas, se vigilará la corriente residual entre los neutros para detectar el desequilibrio.

10.13. Cables de potencia

El tendido se realizará formando ternas trifásicas (fases 0, 4, 8). No se admitirán empalmes en el tendido inicial de los cables de potencia.

Se comprobará el cumplimiento de las instrucciones del tendido y montaje dadas por el fabricante del cable, así como los ensayos eléctricos previos a la puesta en servicio. Los cables irán marcados identificando circuito y fase en las zonas visibles y arquetas de registro.

10.14. Puesta a tierra

Cualquier elemento que no soporte tensión deberá estar conectado a la malla de tierra. El contacto de los conductores de tierra deberá hacerse de forma que quede completamente limpio y sin humedad.

La malla de tierra se tenderá a la profundidad indicada en el proyecto, siguiendo la disposición indicada en los planos del mismo.

Las conexiones se efectuarán con soldadura aluminotérmica y los cruzamientos se harán sin cortar el cable.

No se tapará ningún tramo de malla de tierra, ni soldadura alguna, sin la autorización previa de la dirección de obra.

11.PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

El plan de control, tanto de la ejecución como de los materiales utilizados, se preparará en base a los criterios de buena práctica y conforme a las instrucciones, normas, pliegos, etc., de aplicación en cada caso, debiéndose cumplir como mínimo los requisitos expuestos en los siguientes apartados.

El contratista de acuerdo con lo indicado en las Especificaciones Técnicas, o en su defecto en las Normas e Instrucciones de Organismos Oficiales, encargará la realización de ensayos y pruebas a laboratorios homologados.

Mensualmente el contratista entregará los certificados de calidad de todos los materiales utilizados, indicando las unidades de obra a que afecta.

MOVIMIENTO DE TIERRAS

Cuando se efectúen movimientos de tierras para explanación de carreteras, viales, etc. se deberán cumplir los valores de Límite de Atteberg, análisis granulométrico, equivalente de arena, Proctor normal/modificado, CBR de laboratorio, materia orgánica y densidad "in situ", según especifica en cada caso las correspondientes normas NLT o UNE.

HORMIGÓN

Para garantizar las condiciones de ejecución de las obras de hormigón exigidas en el Capítulo XIII de la EHE, se realizará un control de ejecución a nivel normal.

La comprobación de la resistencia del hormigón se realizará en el laboratorio, mediante la rotura a compresión de probetas sacadas a pie de obra, a la edad de 7 y 28 días, según normas UNE 83300:84, 83301:91, 83303:84 y 83304:84.

La comprobación de su consistencia se realizará a pie de obra, mediante el cono de Abrams, según norma UNE 83313:90.

PIEZAS PREFABRICADAS DE HORMGÓN ARMADO O PRETENSADO

El fabricante presentará un expediente en el que se recojan las características tales como:

- Calidad del Hormigón.
- Calidad del acero.
- Dimensiones y tolerancias.
- Solicitaciones.
- Precauciones durante su montaje.

ARMADURA

- Verificación de la sección equivalente.
- Ensayos y características según Norma UNE 36068:94.
- Comprobación de los valores característicos del material, límite elástico, rotura y alargamiento.
- Verificar que las características de las mallas electrosoldadas de acero para hormigón armado, cumplen con la norma UNE 36092:96.

OBRA DE FÁBRICA

El contratista entregará el certificado de garantía y ensayos efectuados por el fabricante de los siguientes elementos: Tocho macizo, Cero vistos, Tochana y Gero no visto.

PROTOCOLO, ENSAYOS Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS METÁLICAS Y SOPORTES

Protocolos

El Contratista entregará a la propiedad, antes de iniciar la construcción, los certificados de garantía de la materia prima con las características mecánicas y químicas, según los apartados 2.3, 2.6 y capitulo 3 de la Norma MV 102/1975.

Ensayos

El Contratista encargará los ensayos que a continuación se mencionan a un laboratorio recomendado; se entregarán los resultados inmediatamente después de efectuados.

Control de medidas

En el taller del constructor, de cada tipo de módulo (columna, viga, soporte, etc.) se elegirá uno, del que se comprobarán las dimensiones y tipo de perfil.

Control del galvanizado

El espesor del galvanizado, se comprobará mediante el medidor de espesores digital. De cada tipo de módulo se elegirá uno, en el cual se efectuarán como mínimo 3 mediciones. Este control, se efectuará en obra.

Control de características mecánicas

Se escogerá una muestra de cada módulo (viga, columna, soporte, etc.) del taller del constructor y se efectuarán, ensayo de resiliencia y ensayo de tracción, del que se obtendrá; límite elástico, resistencia a tracción y alargamiento a la rotura, de acuerdo con las Normas indicadas en la MV 102/1975. En los módulos soldados se efectuarán radiografía de las soldaduras (Norma UNE 14011) por empresas especializadas y autorizadas.

Las radiografías a efectuar dependerán del tipo de estructura, fijándose como norma dos elegidas por muestreo en obra.

Control de tornillería

Se comprobarán tanto las medidas de tornillo, arandela y tuerca, así como el buen marcaje de la marca del fabricante y de la calidad del tornillo. También se comprobará la uniformidad del galvanizado.

Los tornillos que se comprobarán se procurará que sean de distintos tipos.

Las tolerancias dimensionales de los conjuntos montados serán indicadas en los planos.

Ensayos Red de tierras

El Contratista encargará los ensayos que a continuación se mencionan a una empresa especializada.

Medida de las tensiones de paso y de contacto, mano-mano y mano-pie, (como mínimo 50 puntos, a criterio del Comprador).

El sistema a utilizar para ambas medidas será de inyección de corriente y en la medición de tensiones de paso y contacto con un sistema de corrección de cualquier tensión parásita que pueda circular por el terreno o bien inyectando una intensidad del 1 % de la corriente para la cual ha sido dimensionada la instalación y en cualquier caso no inferior a 50 A.

Medida de la continuidad de la red, indicando sección conductora equivalente, esta medida se efectuará como mínimo entre 10 puntos opuestos a criterio del Comprador.

12.RECEPCIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE LAS OBRAS

Al término de las obras comprendidas en el Proyecto, se hará una recepción de las mismas, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si éste es el caso, dándose la obra por terminada si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con el presente Pliego de Condiciones.

En el caso de no hallarse la obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta, y se darán las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento.

Para la recepción y puesta en marcha de la obra el Contratista deberá realizar las pruebas de los equipos e instalaciones, basándose en la normativa citada y en los Protocolos de Pruebas indicadas.

El Contratista deberá cumplimentar los distintos Protocolos de Recepción, de los equipos e instalaciones, antes de la Puesta en Servicio. La Puesta en Servicio la realizará el Contratista bajo la dirección de la propiedad. El Contratista cumplimentará el permiso de Puesta en Marcha ante el Organismo Oficial (Industria).

SECUENCIA A SEGUIR ANTES DE LAS MANIOBRAS DE PUESTA EN MARCHA

De un modo no exhaustivo se describen las principales actividades que deben realizarse antes de la puesta en marcha.

Verificaciones previas a la energización en A.T.:

- Verificación de los tenses y flechas de las conexiones tensadas.
- Verificación del conexionado de la aparamenta de toda la instalación.
- Verificar el valor nominal de tensión en los equipos y demás características de la aparamenta que sean correctas.
- Comprobación a muestreo el apriete de la tornillería en las conexiones, aparamenta y estructura metálica.
- Verificar el ajuste y puesta a punto de los seccionadores:
    - Enclavamientos eléctricos y mecánicos.
    - Mandos locales.
    - Control de la resistencia contacto.
    - Aislamiento
    - Velocidad de apertura-cierre
- Verificar el ajuste y puesta a punto de los interruptores:
    - Enclavamientos eléctricos y mecánicos.
    - Mandos locales.
    - Control de la resistencia contacto.
    - Aislamiento Velocidad de cierre-apertura.
    - Tiempos de actuación cierre-apertura (bloques de contacto).
    - Sincronismo entre fases y entre los contactos cierre-apertura.
- Verificaciones previas a la energización en armarios y circuitos de control y protección:
    - Verificación del conexionado, de acuerdo con los esquemas correspondientes.

    - Realizar las pruebas de aislamiento de cada uno de los aparatos.
    - Verificar la separación de las polaridades y respecto a tierra (cc y ca).
- Verificar el valor nominal de tensión y demás características sean correctas (aparatos y equipos).
- Comprobación de la ausencia de conexiones sueltas o mal apriete de bornas.
- Comprobar etiquetado de cables.
- Comprobar la puesta a tierra de las pantallas de los cables y su etiquetado (longitud del rabillo de tierra).
- Comprobar la relación de los transformadores auxiliares y su concordancia con la relación elegida (T/T y T/I).
- Comprobación de la polaridad de los transformadores aux. (T/T y T/I).

SISTEMA INTEGRADO DE CONTROL Y PROTECCIÓN:

Comprobación local de todas las señales, mandos y medidas.

Para cada POSICIÓN:

- Maniobra: local desde el armario de la propia celda, desde el Terminal Local (PC) y desde el Centro de Control.
- Enclavamientos.
- Circuitos intensidad y tensión: inyección de corriente y tensión, comprobando los aparatos de medida, protección y convertidores.
- Protecciones: protocolos de ajuste.
- Protección del embarrado: o Celda unión de barras.
- Protección diferencial o modificación de corrientes de la misma.
- Otras pruebas: o SICOP modificación de la programación y pruebas funcionamiento.
- Equipos de comunicación. Programación Centro de Control o Pruebas Comunicaciones.
- Prueba desde Centro de Control.

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Precios Varios		
Unidad	**Denominación**	**Precio**
hora	Gruista	14,00 €
hora	Albañil	10 €
hora	Electricista	12,00 €
hora	Peón	8,00 €
hora	Grúa	12,00 €
hora	Hormigonera	12,00 €
hora	Máquina tensora cable	10,00 €

hora	Máquina retro	10,00 €
kg	Arena	0,15 €
kg	Cemento	1,08 €
kg	Grava	0,12 €
Porte	Camión volquete	14,00 €
Porte	Camión 3 ejes acerbi 26000	14,00 €
litro	Agua	0,05 €

PRECIOS SIMPLES		
Unidades	**Denominación**	**Precio**
Apoyos		
Ud.	AG1-132-4-15	4.850,20 €
Ud.	AG1-132-4-18	5.260,90 €
Ud.	AG1-132-4-27	5.800,20 €
Ud.	AL2-132-4-18	1.960,20 €
Ud.	AL2-132-4-21	2.195,90 €
Ud.	AL2-132-4-24	2.351,20 €
Ud.	AL2-132-4-27	2.631,80 €
Ud.	AL2-132-4-31	2.954,10 €
Ud.	AL3-132-5,5-31	5.560,20 €

Ud.	AL4-132-5,5-24	6.210,80 €
Ud.	AM1-132-4-18	2.680,30 €
Ud.	AM1-132-4-21	2.985,30 €
Ud.	AM1-132-4-27	3.140,90 €
Ud.	AM1-132-5,5-18	3.890,40 €
Ud.	AM1-132-5,5-21	3.920,80 €
Ud.	AM1-132-5,5-24	4.110,50 €
Ud.	AM1-132-5,5-27	4.260,40 €
Ud.	AM3-132-4-18	3.950,70 €
Aisladores		
Ud.	LA-180-132KV-ANC-SIM-VID	7,40 €
Ud.	LA-180-132KV-SUS-SIM-VID	6,50 €
Conductores		
ml.	LA-145	3,80 €
ml.	ACST16 (Fibra Óptica)	2,10 €
Conductor subterráneo		
ml.	SILEC ENDESA RHZ1 RA+20L	12,00 €
ml.	Tubo Coarrugado	20,00 €
Terminales		
Ud.	APECB 84-420 KV	350 €
Autoválvulas		
Ud.	Autoválvulas 132 KV EXLIM Q36-E145	4.500,00 €
Ud.	Soporte metálico para autoválvulas de 132 KV	1.240,00 €
Ud.	Punta Franklin	80 €
Puestas a tierra		
ml.	Cable desnudo de tierras	40,00 €
Ud.	Soldadura aluminotérmica de cables de tierras	40,00 €

Precios Auxiliares							
Unidad	**Concepto**	**Cantidad Unitaria**	**Cantidad**	**Precio unitario**	**Coste**	**Total Unitario**	**Total**
	Excavación						
	Se lleva a cabo con máquina retro y la tierra desalojada se evacúa con un camión con capacidad de 18m3. El volumen a desalojar es 2356,04 m3	2356,04					
h/m3	Máquina retro	0,15	353,406	10,00 €	3.534,06 €		
porte/m3	Camión volquete	0,05	117,802	14,00 €	1.649,23 €		
h/m3	Mano de obra	0,2	471,208	10,00 €	4.712,08 €		
%	Gastos indirectos	5,00%			494,77 €	4,41 €	10.390,14 €
	Hormigonado						
	La cantidad de hormigón es de 4442,07 m3, según lo establecido en el pliego de condiciones	4442,07					
m3	Arena	0,42	1865,6694	0,15 €	279,85 €		
m3	Grava	0,56	2487,5592	0,12 €	298,51 €		
Kg/m3	Cemento	180	799572,6	1,08 €	863.538,41 €		
L/m3	Agua	200	888414	0,05 €	44.420,70 €		
h/m3	Mano de obra	0,2	888,414	10,00 €	8.884,14 €		
h/m3	Hormigonera	0,1	444,207	12,00 €	5.330,48 €		
%	Gastos indirectos	5,00%			46.137,60 €	218,12 €	968.889,69 €

	Transporte de materiales						
	Se realiza con un camión de 26 Tm de MMA. (Carga util 15 Tm). Y tercer eje acerbi al objeto d facilitar su entrada al terreno. El total de kg es de 500 Tm aprox.	500000					
Portes/kg	Camión 3 ejes acerbi 26 Tm	0,0005	250	14,00 €	3.500,00 €		
H/Kg	Mano de obra	0,01	5000	8,00 €	40.000,00 €		
%	Gastos indirectos	5,00%			2.175,00 €	0,09 €	45.675,00 €
	Grua						
	Esta tarea quizás sea la más cara y delicada de todo el proyecto. Se ha estimado una duración media de 2 h por apoyo con un total de 79 apoyos	79					
h/apoyo	Grua	1	79	12,00 €	948,00 €		
h/apoyo	Gruista	1	79	14,00 €	1.106,00 €		
%	Gastos indirectos	5,00%			102,70 €	27,30 €	2.156,70 €

	Tendido de la línea						
	Esta tarea se realiza atendiendo a los cálculos obtenidos por el programa y el trabajo será ejecutado por una cuadrilla experta. Se estima una duración de 2,5 h por vano. Total 195 horas.	78					
h/vano	Máquina tensora	2	156	10,00 €	1.560,00 €		
h/vano	Oficial electricista	2,5	195	12,00 €	2.340,00 €		
%	Gastos indirectos	5,00%			195,00 €	0,91 €	4.095,00 €
	Tendido de la línea subterránea						
	Esta tarea se realiza atendiendo a los cálculos obtenidos por el programa y el trabajo será ejecutado por una cuadrilla experta. Se estima una duración de 4 h.	20					
h/m3	Máquina retro	0,15	3	10,00 €	30,00 €		
h/tendido	Oficial electricista	2,5	50	14,00 €	700,00 €		
h/m	Albañil	4	80	10,00 €	800,00 €		
%	Gastos indirectos	5,00%			76,50 €	0,17 €	1.606,50 €

Unidad de obra					
Código	**Unidad**	**Definición**	**Cantidad Unitaria**	**Precio Unitario**	**SUBTOTAL**
Apoyo Andel líneas 132 KV: AG1-132-4-18					
1.1		Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV	Ud.	5.260,90 €	5.260,90 €
	m3	Excavación	58,2	4,41 €	256,66 €
	m3	Hormigonado	62,22	218,12 €	13.571,22 €
	Kg	Transporte	5037	0,09 €	460,13 €
	h	Grua	2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista	0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos	5,00%	276,14 €	980,48 €
				TOTAL €	20.589,99 €
Apoyo Andel líneas 132 KV: AM1-132-5,5-18					
1.2		Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV	Ud.	3.890,40 €	3.890,40 €
	m3	Excavación	24,03	4,41 €	105,97 €
	m3	Hormigonado	25,88	218,12 €	5.644,86 €
	Kg	Transporte	3426	0,09 €	312,97 €
	h	Grua	2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista	0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos	5,00%	207,62 €	500,74 €
				TOTAL €	10.515,54 €

Apoyo Andel Lineas 132 KV: AM1-132-5,5-18						
1.3	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		3.890,40 €	3.890,40 €
	m3	Excavación		24,03	4,41 €	105,97 €
	m3	Hormigonado		25,88	218,12 €	5.644,86 €
	Kg	Transporte		3426	0,09 €	312,97 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	207,62 €	500,74 €
					TOTAL €	10.515,54 €

Apoyo Andel Lineas 132 KV: AM1-132-5,5-18						
1.4	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		3.890,40 €	3.890,40 €
	m3	Excavación		24,03	4,41 €	105,97 €
	m3	Hormigonado		25,88	218,12 €	5.644,86 €
	Kg	Transporte		3426	0,09 €	312,97 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	207,62 €	500,74 €
					TOTAL €	10.515,54 €

Apoyo Andel Líneas 132 KV: AM1-132-5,5-18						
1.5	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		3.890,40 €	3.890,40 €
	m3	Excavación		24,03	4,41 €	105,97 €
	m3	Hormigonado		25,88	218,12 €	5.644,86 €
	Kg	Transporte		3426	0,09 €	312,97 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	207,62 €	500,74 €
					TOTAL €	10.515,54 €

Apoyo Andel Líneas 132 KV: AM1-132-5,5-21						
1.6	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		3.920,80 €	3.920,80 €
	m3	Excavación		24,99	4,41 €	110,21 €
	m3	Hormigonado		26,91	218,12 €	5.869,52 €
	Kg	Transporte		3947	0,09 €	360,56 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	209,14 €	516,08 €
					TOTAL €	10.837,77 €

Apoyo Andel Líneas 132 KV: AM1-132-5,5-18						
1.7		Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV	Ud.		3.890,40 €	3.890,40 €
	m3	Excavación		24,03	4,41 €	105,97 €
	m3	Hormigonado		25,88	218,12 €	5.644,86 €
	Kg	Transporte		3426	0,09 €	312,97 €
	h	Grúa		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	207,62 €	500,74 €
					TOTAL €	10.515,54 €
Apoyo Andel Líneas 132 KV: AL2-132-4-18						
1.8		Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV	Ud.		1.960,20 €	1.960,20 €
	m3	Excavación		10,82	4,41 €	47,72 €
	m3	Hormigonado		11,72	218,12 €	2.556,33 €
	Kg	Transporte		2946	0,09 €	269,12 €
	h	Grúa		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	111,11 €	244,70 €
					TOTAL €	5.138,66 €

Apoyo Andel Líneas 132 KV: AM1-132-5,5-18						
1.9	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		3.890,40 €	3.890,40 €
	m3	Excavación		24,03	4,41 €	105,97 €
	m3	Hormigonado		25,88	218,12 €	5.644,86 €
	Kg	Transporte		3426	0,09 €	312,97 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	207,62 €	500,74 €
					TOTAL €	10.515,54 €

Apoyo Andel Líneas 132 KV: AM1-132-5,5-18						
1.10	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		3.890,40 €	3.890,40 €
	m3	Excavación		24,03	4,41 €	105,97 €
	m3	Hormigonado		25,88	218,12 €	5.644,86 €
	Kg	Transporte		3426	0,09 €	312,97 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	207,62 €	500,74 €
					TOTAL €	10.515,54 €

Apoyo Andel Líneas 132 KV: AM1-132-5,5-18						
1.11	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		3.890,40 €	3.890,40 €
	m3	Excavación		24,03	4,41 €	105,97 €
	m3	Hormigonado		25,88	218,12 €	5.644,86 €
	Kg	Transporte		3426	0,09 €	312,97 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	207,62 €	500,74 €
					TOTAL €	10.515,54 €

Apoyo Andel Líneas 132 KV: AM1-132-5,5-21						
1.12	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		3.920,80 €	3.920,80 €
	m3	Excavación		24,99	4,41 €	110,21 €
	m3	Hormigonado		26,91	218,12 €	5.869,52 €
	Kg	Transporte		3947	0,09 €	360,56 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	209,14 €	516,08 €
					TOTAL €	10.837,77 €

Apoyo Andel Lineas 132 KV: AL2-132-4-21						
1.13	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		2.195,90 €	2.195,90 €
	m3	Excavación		10,82	4,41 €	47,72 €
	m3	Hormigonado		11,72	218,12 €	2.556,33 €
	Kg	Transporte		3524	0,09 €	321,92 €
	h	Grúa		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	122,89 €	259,12 €
					TOTAL €	5.441,58 €

Apoyo Andel Lineas 132 KV: AL2-132-4-21						
1.14	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		2.195,90 €	2.195,90 €
	m3	Excavación		12,4	4,41 €	54,68 €
	m3	Hormigonado		13,4	218,12 €	2.922,76 €
	Kg	Transporte		3524	0,09 €	321,92 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	122,89 €	277,79 €
					TOTAL €	5.833,66 €

Apoyo Andel Lineas 132 KV: AM1-132-5,5-21						
1.15		Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV	Ud.		3.920,80 €	3.920,80 €
	m3	Excavación		24,99	4,41 €	110,21 €
	m3	Hormigonado		26,91	218,12 €	5.869,52 €
	Kg	Transporte		3947	0,09 €	360,56 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	209,14 €	516,08 €
					TOTAL €	10.837,77 €
Apoyo Andel Lineas 132 KV: AM1-132-5,5-18						
1.16		Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV	Ud.		3.890,40 €	3.890,40 €
	m3	Excavación		24,03	4,41 €	105,97 €
	m3	Hormigonado		25,88	218,12 €	5.644,86 €
	Kg	Transporte		3426	0,09 €	312,97 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	207,62 €	500,74 €
					TOTAL €	10.515,54 €

Apoyo Andel Lineas 132 KV: AM1-132-5,5-18						
1.17	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		3.890,40 €	3.890,40 €
	m3	Excavación		24,03	4,41 €	105,97 €
	m3	Hormigonado		25,88	218,12 €	5.644,86 €
	Kg	Transporte		3426	0,09 €	312,97 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	207,62 €	500,74 €
					TOTAL €	10.515,54 €
Apoyo Andel líneas 132 KV: AM3-132-4-18						
1.18	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		3.950,70 €	3.950,70 €
	m3	Excavación		34,99	4,41 €	154,31 €
	m3	Hormigonado		37,58	218,12 €	8.196,83 €
	Kg	Transporte		3939	0,09 €	359,83 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	210,63 €	636,11 €
					TOTAL €	13.358,37 €

Apoyo Andel líneas 132 KV: AM1-132-5,5-18						
1.19	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		3.890,40 €	3.890,40 €
	m3	Excavación		24,03	4,41 €	105,97 €
	m3	Hormigonado		25,88	218,12 €	5.644,86 €
	Kg	Transporte		3426	0,09 €	312,97 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	207,62 €	500,74 €
					TOTAL €	10.515,54 €

Apoyo Andel líneas 132 KV: AM1-132-5,5-18						
1.20	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		3.890,40 €	3.890,40 €
	m3	Excavación		24,03	4,41 €	105,97 €
	m3	Hormigonado		25,88	218,12 €	5.644,86 €
	Kg	Transporte		3426	0,09 €	312,97 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	207,62 €	500,74 €
					TOTAL €	10.515,54 €

Apoyo Andel líneas 132 KV: AL2-132-4-18						
1.21	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		1.960,20 €	1.960,20 €
	m3	Excavación		10,82	4,41 €	47,72 €
	m3	Hormigonado		11,72	218,12 €	2.556,33 €
	Kg	Transporte		2946	0,09 €	269,12 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	111,11 €	244,70 €
					TOTAL €	5.138,66 €
Apoyo Andel líneas 132 KV: AL2-132-4-21						
1.22	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		2.195,90 €	2.195,90 €
	m3	Excavación		10,82	4,41 €	47,72 €
	m3	Hormigonado		11,72	218,12 €	2.556,33 €
	Kg	Transporte		3524	0,09 €	321,92 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	122,89 €	259,12 €
					TOTAL €	5.441,58 €

Apoyo Andel líneas 132 KV: AL2-132-4-21						
1.23	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		2.195,90 €	2.195,90 €
	m3	Excavación		10,82	4,41 €	47,72 €
	m3	Hormigonado		11,72	218,12 €	2.556,33 €
	Kg	Transporte		3524	0,09 €	321,92 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	122,89 €	259,12 €
					TOTAL €	5.441,58 €
Apoyo Andel líneas 132 KV: AM1-132-5,5-21						
1.24	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		3.920,80 €	3.920,80 €
	m3	Excavación		24,99	4,41 €	110,21 €
	m3	Hormigonado		26,91	218,12 €	5.869,52 €
	Kg	Transporte		3947	0,09 €	360,56 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	209,14 €	516,08 €
					TOTAL €	10.837,77 €

Apoyo Andel líneas 132 KV: AL2-132-4-21						
1.25	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		2.195,90 €	2.195,90 €
	m3	Excavación		12,4	4,41 €	54,68 €
	m3	Hormigonado		13,4	218,12 €	2.922,76 €
	Kg	Transporte		3524	0,09 €	321,92 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	122,89 €	277,79 €
					TOTAL €	5.833,66 €
Apoyo Andel líneas 132 KV: AL2-132-4-18						
1.26	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		1.960,20 €	1.960,20 €
	m3	Excavación		10,82	4,41 €	47,72 €
	m3	Hormigonado		11,72	218,12 €	2.556,33 €
	Kg	Transporte		2946	0,09 €	269,12 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	111,11 €	244,70 €
					TOTAL €	5.138,66 €

Apoyo Andel líneas 132 KV: AL2-132-4-18						
1.27	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		1.960,20 €	1.960,20 €
	m3	Excavación		10,82	4,41 €	47,72 €
	m3	Hormigonado		11,72	218,12 €	2.556,33 €
	Kg	Transporte		2946	0,09 €	269,12 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	111,11 €	244,70 €
					TOTAL €	5.138,66 €
Apoyo Andel líneas 132 KV: AM1-132-5,5-18						
1.28	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		3.890,40 €	3.890,40 €
	m3	Excavación		24,03	4,41 €	105,97 €
	m3	Hormigonado		25,88	218,12 €	5.644,86 €
	Kg	Transporte		3426	0,09 €	312,97 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	207,62 €	500,74 €
					TOTAL €	10.515,54 €

Apoyo Andel líneas 132 KV: AM1-132-5,5-21						
1.29	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		3.920,80 €	3.920,80 €
	m3	Excavación		24,99	4,41 €	110,21 €
	m3	Hormigonado		26,91	218,12 €	5.869,52 €
	Kg	Transporte		3947	0,09 €	360,56 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	209,14 €	516,08 €
					TOTAL €	10.837,77 €

Apoyo Andel líneas 132 KV: AG1-132-4-27						
1.30	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		5.800,20 €	5.800,20 €
	m3	Excavación		60,93	4,41 €	268,70 €
	m3	Hormigonado		65,08	218,12 €	14.195,04 €
	Kg	Transporte		7227	0,09 €	660,19 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	303,11 €	1.049,24 €
					TOTAL €	22.033,96 €

Apoyo Andel líneas 132 KV: AM1-132-4-27						
1.31	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		3.140,90 €	3.140,90 €
	m3	Excavación		26,62	4,41 €	117,39 €
	m3	Hormigonado		28,67	218,12 €	6.253,41 €
	Kg	Transporte		4851	0,09 €	443,14 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	170,14 €	500,77 €
					TOTAL €	10.516,21 €

Apoyo Andel Lineas 132 KV: AM1-132-4-27						
1.32	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		3.140,90 €	3.140,90 €
	m3	Excavación		26,62	4,41 €	117,39 €
	m3	Hormigonado		28,67	218,12 €	6.253,41 €
	Kg	Transporte		4851	0,09 €	443,14 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	170,14 €	500,77 €
					TOTAL €	10.516,21 €

Apoyo Andel Lineas 132 KV: AM1-132-5,5-21						
1.33	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		3.920,80 €	3.920,80 €
	m3	Excavación		24,99	4,41 €	110,21 €
	m3	Hormigonado		26,91	218,12 €	5.869,52 €
	Kg	Transporte		3947	0,09 €	360,56 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	209,14 €	516,08 €
					TOTAL €	10.837,77 €

Apoyo Andel Lineas 132 KV: AM1-132-5,5-24						
1.34	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		4.110,50 €	4.110,50 €
	m3	Excavación		25,63	4,41 €	113,03 €
	m3	Hormigonado		27,61	218,12 €	6.022,20 €
	Kg	Transporte		4468	0,09 €	408,15 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	218,62 €	535,72 €
					TOTAL €	11.250,21 €

Apoyo Andel Lineas 132 KV: AM1-132-5,5-21						
1.35	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		3.920,80 €	3.920,80 €
	m3	Excavación		24,99	4,41 €	110,21 €
	m3	Hormigonado		26,91	218,12 €	5.869,52 €
	Kg	Transporte		3947	0,09 €	360,56 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	209,14 €	516,08 €
					TOTAL €	10.837,77 €

Apoyo Andel Lineas 132 KV: AL2-132-4-18						
1.36	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		1.960,20 €	1.960,20 €
	m3	Excavación		10,82	4,41 €	47,72 €
	m3	Hormigonado		11,72	218,12 €	2.556,33 €
	Kg	Transporte		2946	0,09 €	269,12 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	111,11 €	244,70 €
					TOTAL €	5.138,66 €

Apoyo Andel Lineas 132 KV: AM1-132-5,5-18						
1.37	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		3.890,40 €	3.890,40 €
	m3	Excavación		24,03	4,41 €	105,97 €
	m3	Hormigonado		25,88	218,12 €	5.644,86 €
	Kg	Transporte		3426	0,09 €	312,97 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	207,62 €	500,74 €
					TOTAL €	10.515,54 €

Apoyo Andel Lineas 132 KV: AM1-132-5,5-18						
1.38	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		3.890,40 €	3.890,40 €
	m3	Excavación		24,03	4,41 €	105,97 €
	m3	Hormigonado		25,88	218,12 €	5.644,86 €
	Kg	Transporte		3426	0,09 €	312,97 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	207,62 €	500,74 €
					TOTAL €	10.515,54 €

Apoyo Andel Lineas 132 KV: AM1-132-4-18						
1.39	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		3.890,40 €	3.890,40 €
	m3	Excavación		24,03	4,41 €	105,97 €
	m3	Hormigonado		25,88	218,12 €	5.644,86 €
	Kg	Transporte		3211	0,09 €	293,32 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	207,62 €	499,76 €
					TOTAL €	10.494,92 €

Apoyo Andel Lineas 132 KV: AM1-132-4-18						
1.40	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		3.890,40 €	3.890,40 €
	m3	Excavación		24,03	4,41 €	105,97 €
	m3	Hormigonado		25,88	218,12 €	5.644,86 €
	Kg	Transporte		3211	0,09 €	293,32 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	207,62 €	499,76 €
					TOTAL €	10.494,92 €

Apoyo Andel Lineas 132 KV: AL2-132-4-18						
1.41	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		1.960,20 €	1.960,20 €
	m3	Excavación		10,82	4,41 €	47,72 €
	m3	Hormigonado		11,72	218,12 €	2.556,33 €
	Kg	Transporte		2946	0,09 €	269,12 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	111,11 €	244,70 €
					TOTAL €	5.138,66 €

Apoyo Andel Lineas 132 KV: AL2-132-4-18						
1.42	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		1.960,20 €	1.960,20 €
	m3	Excavación		10,82	4,41 €	47,72 €
	m3	Hormigonado		11,72	218,12 €	2.556,33 €
	Kg	Transporte		2946	0,09 €	269,12 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	111,11 €	244,70 €
					TOTAL €	5.138,66 €

Apoyo Andel Lineas 132 KV: AM1-132-4-21						
1.43	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		2.985,30 €	2.985,30 €
	m3	Excavación		24,99	4,41 €	110,21 €
	m3	Hormigonado		26,91	218,12 €	5.869,52 €
	Kg	Transporte		3732	0,09 €	340,92 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	162,36 €	468,33 €
					TOTAL €	9.834,87 €

Apoyo Andel Lineas 132 KV: AM1-132-4-18						
1.44	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		2.680,30 €	2.680,30 €
	m3	Excavación		24,03	4,41 €	105,97 €
	m3	Hormigonado		25,88	218,12 €	5.644,86 €
	Kg	Transporte		3211	0,09 €	293,32 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	147,11 €	439,25 €
					TOTAL €	9.224,31 €

Apoyo Andel Lineas 132 KV: AM1-132-5,5-21						
1.45	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		3.920,80 €	3.920,80 €
	m3	Excavación		24,99	4,41 €	110,21 €
	m3	Hormigonado		26,91	218,12 €	5.869,52 €
	Kg	Transporte		3944	0,09 €	360,28 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	209,14 €	516,07 €
					TOTAL €	10.837,48 €

Apoyo Andel Lineas 132 KV: AM1-132-5,5-21						
1.46	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		3.920,80 €	3.920,80 €
	m3	Excavación		24,99	4,41 €	110,21 €
	m3	Hormigonado		26,91	218,12 €	5.869,52 €
	Kg	Transporte		3947	0,09 €	360,56 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	209,14 €	516,08 €
					TOTAL €	10.837,77 €

Apoyo Andel Lineas 132 KV: AM1-132-5,5-27						
1.47	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		4.260,40 €	4.260,40 €
	m3	Excavación		26,62	4,41 €	117,39 €
	m3	Hormigonado		28,67	218,12 €	6.253,41 €
	Kg	Transporte		5066	0,09 €	462,78 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	226,12 €	557,73 €
					TOTAL €	11.712,31 €

Apoyo Andel Lineas 132 KV: AM1-132-5,5-27						
1.48	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		4.260,40 €	4.260,40 €
	m3	Excavación		26,62	4,41 €	117,39 €
	m3	Hormigonado		28,67	218,12 €	6.253,41 €
	Kg	Transporte		5066	0,09 €	462,78 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	226,12 €	557,73 €
					TOTAL €	11.712,31 €

Apoyo Andel Lineas 132 KV: AM1-132-5,5-24						
1.49	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		4.110,50 €	4.110,50 €
	m3	Excavación		25,63	4,41 €	113,03 €
	m3	Hormigonado		27,61	218,12 €	6.022,20 €
	Kg	Transporte		4468	0,09 €	408,15 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	218,62 €	535,72 €
					TOTAL €	11.250,21 €

Apoyo Andel Lineas 132 KV: AM1-132-5,5-18						
1.50	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		3.890,40 €	3.890,40 €
	m3	Excavación		24,03	4,41 €	105,97 €
	m3	Hormigonado		25,88	218,12 €	5.644,86 €
	Kg	Transporte		6426	0,09 €	587,02 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	207,62 €	514,44 €
					TOTAL €	10.803,29 €

Apoyo Andel Lineas 132 KV: AM1-132-5,5-24						
1.51	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		4.110,50 €	4.110,50 €
	m3	Excavación		25,63	4,41 €	113,03 €
	m3	Hormigonado		27,61	218,12 €	6.022,20 €
	Kg	Transporte		4468	0,09 €	408,15 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	218,62 €	535,72 €
					TOTAL €	11.250,21 €

Apoyo Andel Lineas 132 KV: AG1-132-4-15						
1.52	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		4.850,20 €	4.850,20 €
	m3	Excavación		47,42	4,41 €	209,12 €
	m3	Hormigonado		50,1	218,12 €	10.927,65 €
	Kg	Transporte		4625	0,09 €	422,49 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	255,61 €	823,50 €
					TOTAL €	17.293,57 €

Apoyo Andel Lineas 132 KV: AM1-132-5,5-21						
1.53	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		3.920,80 €	3.920,80 €
	m3	Excavación		24,99	4,41 €	110,21 €
	m3	Hormigonado		26,91	218,12 €	5.869,52 €
	Kg	Transporte		3947	0,09 €	360,56 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	209,14 €	516,08 €
					TOTAL €	10.837,77 €

Apoyo Andel Lineas 132 KV: AL2-132-4-24						
1.54	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		2.195,90 €	2.195,90 €
	m3	Excavación		14,02	4,41 €	61,83 €
	m3	Hormigonado		15,137	218,12 €	3.301,63 €
	Kg	Transporte		4232	0,09 €	386,59 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	122,89 €	300,33 €
					TOTAL €	6.306,88 €

Apoyo Andel Lineas 132 KV: AL2-132-4-18						
1.55	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		1.960,20 €	1.960,20 €
	m3	Excavación		10,82	4,41 €	47,72 €
	m3	Hormigonado		11,72	218,12 €	2.556,33 €
	Kg	Transporte		2946	0,09 €	269,12 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	111,11 €	244,70 €
					TOTAL €	5.138,66 €
Apoyo Andel Lineas 132 KV: AM1-132-5,5-21						
1.56	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		3.920,80 €	3.920,80 €
	m3	Excavación		24,99	4,41 €	110,21 €
	m3	Hormigonado		26,91	218,12 €	5.869,52 €
	Kg	Transporte		3947	0,09 €	360,56 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	209,14 €	516,08 €
					TOTAL €	10.837,77 €

Apoyo Andel Lineas 132 KV: AM1-132-5,5-24						
1.57	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		4.110,50 €	4.110,50 €
	m3	Excavación		25,63	4,41 €	113,03 €
	m3	Hormigonado		27,61	218,12 €	6.022,20 €
	Kg	Transporte		4468	0,09 €	408,15 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	218,62 €	535,72 €
					TOTAL €	11.250,21 €
Apoyo Andel Lineas 132 KV: AL2-132-4-21						
1.58	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		2.195,90 €	2.195,90 €
	m3	Excavación		10,82	4,41 €	47,72 €
	m3	Hormigonado		11,72	218,12 €	2.556,33 €
	Kg	Transporte		3524	0,09 €	321,92 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	122,89 €	259,12 €
					TOTAL €	5.441,58 €

Apoyo Andel Lineas 132 KV: AL2-132-4-21						
1.59	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		2.195,90 €	2.195,90 €
	m3	Excavación		10,82	4,41 €	47,72 €
	m3	Hormigonado		11,72	218,12 €	2.556,33 €
	Kg	Transporte		3524	0,09 €	321,92 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	122,89 €	259,12 €
					TOTAL €	5.441,58 €
Apoyo Andel Lineas 132 KV: AM1-132-5,5-21						
1.60	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		3.920,80 €	3.920,80 €
	m3	Excavación		24,99	4,41 €	110,21 €
	m3	Hormigonado		26,91	218,12 €	5.869,52 €
	Kg	Transporte		3947	0,09 €	360,56 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	209,14 €	516,08 €
					TOTAL €	10.837,77 €

Apoyo Andel Lineas 132 KV: AM1-132-5,5-24						
1.61	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		4.110,50 €	4.110,50 €
	m3	Excavación		25,63	4,41 €	113,03 €
	m3	Hormigonado		27,61	218,12 €	6.022,20 €
	Kg	Transporte		4468	0,09 €	408,15 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	218,62 €	535,72 €
					TOTAL €	11.250,21 €

Apoyo Andel Lineas 132 KV: AL2-132-4-21						
1.62	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		2.195,90 €	2.195,90 €
	m3	Excavación		12,4	4,41 €	54,68 €
	m3	Hormigonado		13,4	218,12 €	2.922,76 €
	Kg	Transporte		3524	0,09 €	321,92 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	122,89 €	277,79 €
					TOTAL €	5.833,66 €

Apoyo Andel Lineas 132 KV: AL4-132-5,5-24						
1.63	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		6.210,80 €	6.210,80 €
	m3	Excavación		36,44	4,41 €	160,70 €
	m3	Hormigonado		39,12	218,12 €	8.532,73 €
	Kg	Transporte		7206	0,09 €	658,27 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	323,64 €	781,15 €
					TOTAL €	16.404,25 €

Apoyo Andel Lineas 132 KV: AL3-132-5,5-31						
1.64	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		5.560,20 €	5.560,20 €
	m3	Excavación		35,77	4,41 €	157,75 €
	m3	Hormigonado		38,42	218,12 €	8.380,04 €
	Kg	Transporte		6720	0,09 €	613,87 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	291,11 €	738,62 €
					TOTAL €	15.511,08 €

Apoyo Andel Lineas 132 KV: AM1-132-5,5-18						
1.65	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		3.890,40 €	3.890,40 €
	m3	Excavación		24,03	4,41 €	105,97 €
	m3	Hormigonado		25,88	218,12 €	5.644,86 €
	Kg	Transporte		3426	0,09 €	312,97 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	207,62 €	500,74 €
					TOTAL €	10.515,54 €
Apoyo Andel Lineas 132 KV: AL2-132-4-31						
1.66	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		2.954,10 €	2.954,10 €
	m3	Excavación		18,31	4,41 €	80,75 €
	m3	Hormigonado		19,715	218,12 €	4.300,17 €
	Kg	Transporte		5807	0,09 €	530,47 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	160,80 €	396,30 €
					TOTAL €	8.322,39 €

Apoyo Andel Lineas 132 KV: AM1-132-5,5-18						
1.67	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		3.890,40 €	3.890,40 €
	m3	Excavación		24,03	4,41 €	105,97 €
	m3	Hormigonado		25,88	218,12 €	5.644,86 €
	Kg	Transporte		3426	0,09 €	312,97 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	207,62 €	500,74 €
					TOTAL €	10.515,54 €

Apoyo Andel Lineas 132 KV: AM1-132-5,5-18						
1.68	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		3.890,40 €	3.890,40 €
	m3	Excavación		24,03	4,41 €	105,97 €
	m3	Hormigonado		25,88	218,12 €	5.644,86 €
	Kg	Transporte		3426	0,09 €	312,97 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	207,62 €	500,74 €
					TOTAL €	10.515,54 €

Apoyo Andel Lineas 132 KV: AL2-132-4-31						
1.69	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		2.954,10 €	2.954,10 €
	m3	Excavación		18,311	4,41 €	80,75 €
	m3	Hormigonado		19,715	218,12 €	4.300,17 €
	Kg	Transporte		5807	0,09 €	530,47 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	160,80 €	396,30 €
					TOTAL €	8.322,40 €

Apoyo Andel Lineas 132 KV: AM1-132-5,5-18						
1.70	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		3.890,40 €	3.890,40 €
	m3	Excavación		24,03	4,41 €	105,97 €
	m3	Hormigonado		25,88	218,12 €	5.644,86 €
	Kg	Transporte		3426	0,09 €	312,97 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	207,62 €	500,74 €
					TOTAL €	10.515,54 €

Apoyo Andel Lineas 132 KV: AL2-132-4-27						
1.71	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		2.631,80 €	2.631,80 €
	m3	Excavación		14,02	4,41 €	61,83 €
	m3	Hormigonado		15,14	218,12 €	3.302,29 €
	Kg	Transporte		5041	0,09 €	460,50 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	144,69 €	325,85 €
					TOTAL €	6.842,86 €

Apoyo Andel Lineas 132 KV: AM1-132-5,5-18						
1.72	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		3.890,40 €	3.890,40 €
	m3	Excavación		24,03	4,41 €	105,97 €
	m3	Hormigonado		25,88	218,12 €	5.644,86 €
	Kg	Transporte		3426	0,09 €	312,97 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	207,62 €	500,74 €
					TOTAL €	10.515,54 €

Apoyo Andel Lineas 132 KV: AM1-132-5,5-27						
1.73	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		4.260,40 €	4.260,40 €
	m3	Excavación		26,62	4,41 €	117,39 €
	m3	Hormigonado		28,67	218,12 €	6.253,41 €
	Kg	Transporte		5066	0,09 €	462,78 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	226,12 €	557,73 €
					TOTAL €	11.712,31 €

Apoyo Andel Lineas 132 KV: AM1-132-5,5-21						
1.74	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		3.920,80 €	3.920,80 €
	m3	Excavación		24,99	4,41 €	110,21 €
	m3	Hormigonado		26,91	218,12 €	5.869,52 €
	Kg	Transporte		3947	0,09 €	360,56 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	209,14 €	516,08 €
					TOTAL €	10.837,77 €

Apoyo Andel Lineas 132 KV: AM1-132-5,5-21						
1.75		Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV	Ud.		3.920,80 €	3.920,80 €
	m3	Excavación		24,99	4,41 €	110,21 €
	m3	Hormigonado		26,91	218,12 €	5.869,52 €
	Kg	Transporte		3947	0,09 €	360,56 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	209,14 €	516,08 €
					TOTAL €	10.837,77 €

Apoyo Andel Lineas 132 KV: AL2-132-4-21						
1.76		Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV	Ud.		2.195,90 €	2.195,90 €
	m3	Excavación		12,4	4,41 €	54,68 €
	m3	Hormigonado		13,4	218,12 €	2.922,76 €
	Kg	Transporte		3524	0,09 €	321,92 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	122,89 €	277,79 €
					TOTAL €	5.833,66 €

Apoyo Andel Lineas 132 KV: AM1-132-5,5-18						
1.77	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		3.890,40 €	3.890,40 €
	m3	Excavación		24,03	4,41 €	105,97 €
	m3	Hormigonado		25,88	218,12 €	5.644,86 €
	Kg	Transporte		3426	0,09 €	312,97 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	207,62 €	500,74 €
					TOTAL €	10.515,54 €

Apoyo Andel Lineas 132 KV: AL2-132-4-27						
1.78	Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV		Ud.		2.631,80 €	2.631,80 €
	m3	Excavación		14,024	4,41 €	61,85 €
	m3	Hormigonado		15,137	218,12 €	3.301,63 €
	Kg	Transporte		5041	0,09 €	460,50 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	144,69 €	325,82 €
					TOTAL €	6.842,19 €

Apoyo Andel Lineas 132 KV: AG1-132-4-18						
1.79		Apoyo metálico de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132KV	Ud.		5.260,90 €	5.260,90 €
	m3	Excavación		58,2	4,41 €	256,66 €
	m3	Hormigonado		62,22	218,12 €	13.571,22 €
	Kg	Transporte		5037	0,09 €	460,13 €
	h	Grua		2	27,30 €	54,60 €
	h	Oficial Electricista		0,5	12,00 €	6,00 €
	%	Gastos Indirectos		5,00%	276,14 €	980,48 €
				TOTAL €		20.589,99 €

Cadena de Aisladores: LA-180-132KV-ANC-SIM-VID						
2.1		Cadena de amarre de vidrio	Ud.		7,40 €	7,40 €
	h	Oficial Electricista		0,15	12,00 €	1,80 €
	%	Gastos indirectos		5,00%	0,97 €	0,46 €
				TOTAL €		9,66 €
Cadena de Aisladores: LA-180-132 KV-SUS-SIM-VID						
2.2		Cadena de suspensión de vidrio	Ud.		6,50 €	6,50 €
	h	Oficial Electricista		0,15	12,00 €	1,80 €
	%	Gastos indirectos		5,00%	0,93 €	0,42 €
				TOTAL €		8,72 €

Conductor de fase: LA-145						
3.1	Conductor LA-145					
	ml	Conductor LA-145	1		3,80 €	3,80 €
	ml	Tendido de la línea	1		0,91 €	0,91 €
	%	Gastos indirectos	5%		0,24 €	0,24 €
				TOTAL €		4,94 €
Conductor de tierra: ACST16 (Fibra Óptica)						
3.2		Conductor ACST16				
	ml	Conductor ACST16	1		2,10 €	2,10 €
	ml	Tendido de la línea	1		0,17 €	0,17 €
	%	Gastos indirectos	5%		0,11 €	0,11 €
				TOTAL €		2,38 €
Conductor subterráneo: SILEC RHZ1						
3.3		Conductor SILEC RHZ1				
	ml	Conductor SILEC RHZ1			12,00 €	12,00 €
	ml	Tendido de la línea	1		0,91 €	0,91 €
	ml	Tubo corrugado	1		20,00 €	20,00 €
	%	Gastos indirectos	5%		1,05 €	1,05 €
				TOTAL €		21,95 €

Montaje autoválvulas 132 KV					
4.1		Montaje Autoválvulas 132 KV			
	person*tiemp.	Oficial Electricista	8	12,00 €	96,00 €
	nº	Grúa	1	12,00 €	12,00 €
	h	Gruísta	0,5	14,00 €	7,00 €
	nº	Autoválvulas 132 KV	1	4.500,00 €	4.500,00 €
	nº	Sopoerte metálico autov.	1	1.240,00 €	1.240,00 €
	Kg	Transporte	100	0,09 €	9,14 €
	%	Gastos Indirectos	5%	288,90 €	5.864,14 €

Mediciones

CÓDIGO	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
1.1	AG1-132-4-18	2	Ud.
1.2	AM1-132-5,5-18	22	Ud.
1.3	AM1-132-5,5-21	14	Ud.
1.4	AL2-132-4-18	8	Ud.
1.5	AL2-132-4-21	9	Ud.
1.6	AM1-132-5,5-24	5	Ud.
1.7	AM3-132-4-18	1	Ud.
1.8	AG1-132-4-27	1	Ud.
1.9	AM1-132-4-27	2	Ud.
1.10	AM1-132-4-18	3	Ud.
1.11	AM1-132-4-21	1	Ud.
1.12	AM1-132-5,5-27	3	Ud.
1.13	AG1-132-4-15	1	Ud.
1.14	AL2-132-4-24	1	Ud.
1.15	AL2-132-4-27	2	Ud.
1.16	AL2-132-4-31	2	Ud.
1.17	AL3-132-5,5-31	1	Ud.
1.18	AL4-132-5,5-24	1	Ud.
2.1	Cadenas LA-180-132KV-ANC-SIM-VID	23	Ud.
2.2	Cadenas LA-180-132KV-SUS-SIM-VID	56	Ud.
3.1	Conductor LA-145	165640,96	ml.
3.2	Conductor ACST16 (Fibra Óptica)	28050,58	ml.
3.3	Conductor SILEC ENDESA RHZ1	20	ml.
4.1	Montaje Autoválvulas 132 KV	1	Ud.

Presupuesto

CÓDIGO	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	Precio Unitario (€)	Subtotal (€)
1.1	AG1-132-4-18	2	Ud.	20.589,99 €	41.179,98 €
1.2	AM1-132-5,5-18	22	Ud.	10.515,54 €	231.341,83 €
1.3	AM1-132-5,5-21	14	Ud.	10.837,77 €	151.728,77 €
1.4	AL2-132-4-18	8	Ud.	5.138,66 €	41.109,27 €
1.5	AL2-132-4-21	9	Ud.	5.441,58 €	48.974,26 €
1.6	AM1-132-5,5-24	5	Ud.	11.250,21 €	56.251,03 €
1.7	AM3-132-4-18	1	Ud.	13.358,37 €	13.358,37 €
1.8	AG1-132-4-27	1	Ud.	22.033,96 €	22.033,96 €
1.9	AM1-132-4-27	2	Ud.	10.516,21 €	21.032,42 €
1.10	AM1-132-4-18	3	Ud.	10.494,92 €	31.484,75 €
1.11	AM1-132-4-21	1	Ud.	9.834,87 €	9.834,87 €
1.12	AM1-132-5,5-27	3	Ud.	11.712,31 €	35.136,93 €
1.13	AG1-132-4-15	1	Ud.	17.293,57 €	17.293,57 €
1.14	AL2-132-4-24	1	Ud.	6.306,88 €	6.306,88 €
1.15	AL2-132-4-27	2	Ud.	6.842,86 €	13.685,72 €
1.16	AL2-132-4-31	2	Ud.	8.322,40 €	16.644,79 €
1.17	AL3-132-5,5-31	1	Ud.	15.511,08 €	15.511,08 €
1.18	AL4-132-5,5-24	1	Ud.	16.404,25 €	16.404,25 €
2.1	LA-180-132KV-ANC-SIM-VID	23	Ud.	9,66 €	222,18 €
2.2	LA-180-132KV-SUS-SIM-VID	56	Ud.	8,72 €	488,04 €
3.1	Conductor LA-145	165640,96	ml.	4,94 €	818.826,44 €

3.2	Conductor ACST16 (Fibra Óptica)	28050,58	ml.	2,38 €	66.811,32 €
3.3	Conductor SILEC ENDESA RHZ1	20	ml.	21,95 €	439,07 €
4.1	Montaje Autoválvulas 132 KV	1	Ud.	5.864,14 €	5.864,14 €
				Total, Materiales	1.681.963,92 €

PRESUPUESTO EJECUCIÓN POR CONTRATA		
Presupuesto ejecución material		1.681.963,92 €
Estudio de seguridad y salud		21.926,48 €
Gastos Generales	10,00%	170.389,04 €
Beneficio	7,00%	119.272,33 €
Descuento	4,00%	68.155,62 €
Oferta		1.925.396,15 €
IVA (16%)	23,00%	442.841,12 €
		2.368.237,27 €