Escuela Politécnica Superior de Linares

Grado en Ingeniería Eléctrica

UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

Alimentación eléctrica a 66 Kv para subestación de tracción eléctrica de 3300Vcc, y 3,3 MW.

Alumno: Luis Olmo Molina

Tutor: Prof. D. Manuel Ortega Armenteros
Depto.: Ingeniería eléctrica

Junio, 2016

ÍNDICE GENERAL

DOCUMENTO 1: MEMORIA DESCRIPTIVA……..2
DOCUMENTO 2: PLIEGO DE CONDICIONES……..25
DOCUMENTO 3: PLANOS……...31
DOCUMENTO 4: PRESUPUESTO……..……..……..48
DOCUMENTO 5: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD……54
DOCUMENTO 6: ANÁLISIS AMBIENTAL……....73
DOCUMENTO 7: AVIFAUNA……..128
DOCUMENTO 8: ANEXO DE CÁLCULOS……..132
DOCUMENTO 9:TABLAS DE RESULTADO DE CÁLCULO.201
DOCUMENTO 10: BIBLIOGRAFÍA.....248

<u>DOCUMENTO 1</u>

MEMORIA DESCRIPTIVA

ÍNDICE

1.1. MEMORIA DESCRIPTIVA.

1.1.1. PREÁMBULO Y FINALIDAD DE LA INSTALACIÓN 5

1.1.2. OBJETO DEL PROYECTO 5

1.1.3. EMPLAZAMIENTO 5

1.1.4. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN 5

1.1.5. REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES 7

1.1.5.1. LÍNEA ALTA TENSIÓN 7

1.1.6. PROCEDENCIA Y CARACTERÍSTICAS DEL SUMINISTRO ELÉCTRICO 8

1.1.7. POTENCIA INSTALADA…….....8

1.1.8. LÍNEA ALTA TENSIÓN……...8

1.1.8.1. CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS 9

1.1.8.1.1. Generalidades……....9

1.1.8.1.2. Cruzamientos……....9

1.1.8.1.2.1. Líneas eléctricas y de telecomunicación……...10

1.1.8.1.2.2. Carreteras y ferrocarriles sin electrificar……..11

1.1.8.1.2.3. Ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses……...11

1.1.8.1.2.4. Teleféricos y cables transportadores…….11

1.1.8.2.5. Ríos y canales, navegables o flotables……....11

1.1.8.1.3. Paralelismos……12
1.1.8.1.3.1. Líneas eléctricas……12
1.1.8.1.3.2. Líneas de telecomunicación.....12
1.1.8.1.3.3. Vías de comunicación……...13
1.1.8.1.4. Paso por zonas.....13
1.1.8.1.4.1. Bosque, árboles y masas de arbolado…… 13
1.1.8.1.4.2. Edificios, construcciones y zonas urbanas……...14
1.1.8.1.4.3. Proximidad de aeropuertos….....14
1.1.8.2. MATERIALES……15
1.1.8.3. CONDUCTORES…….....15
1.1.8.4. AISLAMIENTO Y HERRAJES.....17
1.1.8.5. CRUCETAS…….....17
1.1.8.6. APOYOS…….. 17
1.1.8.6.1. Apoyos metálicos…….....18
1.1.8.6.1 Apoyos de hormigón…….....19
1.1.8.6.3 Tirantes ……....19
1.1.8.7. CONEXIÓN DE LOS APOYOS A TIERRA……20
1.1.8.8. CIMENTACIONES……21
1.1.8.9. ENTRONQUE……....22
1.1.9. TIPOS DE SUBESTACION DE TRACCIÓN.....22
1.1.9.1. SUBESTACIÓN DE TRACCIÓN DE CORRIENTE CONTINUA……23

1.1.1. Preámbulo y finalidad de la instalación.

Realizo mi Trabajo Fin de Grado con el objetivo principal de terminar los estudios de Grado en Ingeniería Eléctrica en la E.P.S. de Linares. La dirección y supervisión del proyecto corre a cargo de
D. Manuel Ortega Armenteros, del Departamento de Ingeniería Eléctrica de dicha escuela.

El proyecto trata sobre Alimentación eléctrica a 66 Kv para subestación de tracción eléctrica de 3300Vcc, y 3,3 MW.

1.1.2. Objeto del proyecto.

El objeto en este proyecto es establecer y justificar todos los datos que permitan la ejecución de la instalación y también exponer ante todos los Organismos Competentes que la red eléctrica aérea de alta tensión requiera para que reúna las condiciones y garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente, para conseguir la Autorización Administrativa y la de Ejecución de la instalación, así ser utilizado como guía a la hora de la ejecución de dicha red.

1.1.3. Emplazamiento.

El emplazamiento de la instalación se realizará en la subestación de “Calancha” término de Vilches.

1.1.4. Descripción de las instalaciones.

La instalación consta de una línea aérea de alta tensión de 66 KV, para alimentar una subestación de tracción eléctrica de 3300Vcc, y 3,3 MW.

- TENSION MÁXIMA DE SERVICIO: *66 kV*

- FRECUENCIA: *50 Hz*

- FACTOR POTENCIA: *0,800*

- CLASE DE CORRIENTE: Alterna-Trifásica

CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR

Se proyecta la línea con cable de Aluminio-Acero de *181,60 mm²* de sección total, *Conductor LA-180 (181,60 mm²):

- Designación: LA-180
- Sección (mm²): 181,60
- Diámetro (mm): 17,500
- Carga de rotura (daN): 6517
- Peso (daN/m): 0,675
- Módulo de elasticidad (daN/mm²): 8200
- Coeficiente de dilatación (°C-1): 0,00001784
- Resistencia kilométrica (Ohm/km): 0,194
- Composición: 30+7

1.1.5. Reglamentación y disposiciones oficiales y particulares.

Este proyecto reúne las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando con ello cumplimiento a las siguientes normas:

1.1.5.1. Línea alta tensión.

Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión, con sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09, aprobado por Decreto 223/2008, de 15 de febrero, y publicado en el B.O.E. del 19-05-08.

Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, aprobado por el Real Decreto de 12-11-82 y publicado en el B.O.E. núm. 288 del 1-12-82 y las ITC aprobadas por Orden de 6-7-84, y publicado en el B.O.E. núm. 183 del 1-8-84, así como las actualizaciones posteriores.

Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre de 2000, que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

Normalización Nacional de obligado cumplimiento (Normas UNE).

Normas Particulares de la Compañía que sea la línea, para las instalaciones de líneas de Alta Tensión hasta 66 KV.

Recomendaciones UNESA.

Reglamentación expuesta por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.

Ley del Sector Eléctrico. Ley 54/1997, de 27 de noviembre. B.O.E. 28 de noviembre de 1997.

REAL DECRETO 263/2008, de 22 de febrero, donde en líneas eléctricas de alta tensión, se protegerán la avifauna.

1.1.6. Procedencia y características del suministro eléctrico.

El suministro procede de una línea de alta tensión cercana y sus características son 66 KV de tensión.

1.1.7. Potencia instalada.

La potencia instalada es la correspondiente a 3,3 MW.

1.1.8. Línea alta tensión.

La línea en proyecto tendrá un punto de entronque en Vilches (Las Pedrizas), propiedad de _Endesa_, y terminará en Vilches (Finca Calancha).

1.1.8.1 Cruzamientos y Paralelismos.

Cuando por circunstancias se necesite hacer Cruzamientos o Paralelismos, estos se harán conforme a los artículos 32, 33, 34, 35 del Reglamento de líneas Aéreas de Alta Tensión.

1.1.8.1.1. Generalidades

En algunas situaciones, como Cruzamientos y Paralelismos con otras líneas o con vías de comunicación, cruces de bosques o de zonas urbanas y cercanías de aeropuertos, y con la intención de reducción de probabilidad de accidente y aumento de la seguridad de la línea, se cumplirán las prescripciones especiales de seguridad reforzada que se detallan en este apartado.

No será algo necesario tener que adoptar disposiciones especiales en los cruces y paralelismos con cursos de agua no navegables, sendas, veredas, cañadas y cercados no edificados, salvo que se pueda realizar un aumento en la altura de los conductores.

En los tramos de línea que, debido a sus características especiales, se tengan que reforzar sus condiciones de seguridad, se aplicará las siguientes prescripciones.

Ningún conductor o cable de tierra podrá tener una carga de rotura inferior a 350 daN para las líneas de segunda categoría ni se hará ningún empalme en el vano de cruce.

Está prohibido la utilización de apoyos de madera.

No se reducirán nunca los niveles de aislamiento y distancias entre conductores y tampoco entre éstos y apoyos.

Los coeficientes de seguridad en cimentaciones, apoyos y crucetas, en el caso de hipótesis normales, deberán ser un 25% superior a los establecidos para la línea.

Las grapas de fijación de los conductores a las cadenas de suspensión deberán ser antideslizantes.

Para fijar los conductores al apoyo en líneas sobre aislador rígido, se pondrán dos aisladores por conductor.

Para líneas con aisladores de cadena, se fijará con dos cadenas horizontales de amarre por cada conductor, con una cadena de suspensión doble o con una cadena sencilla de suspensión, y los coeficientes de seguridad mecánica de herrajes y aisladores tendrán que ser un 25 % superior a los establecidos.

1.1.8.1.2. Cruzamientos.

En los siguientes casos, el vano de cruce y los apoyos que lo limitan, cumplirán las condiciones de seguridad que se imponen en el anterior apartado, salvo algunas excepciones que se señalan.

1.1.8.1.2.1. Líneas eléctricas y de telecomunicación.

Se podrán emplear apoyos de madera, cuando su fijación al terreno sea realizada mediante zancas metálicas o de hormigón.

En cruces de líneas eléctricas será más alta la de tensión más elevada, y si tienen igual tensión, la que se realice después.

Se intentará que el cruce se efectúe cerca algún apoyo de la línea más elevada, aunque la distancia que hay entre los conductores de la línea inferior y las partes más cercanas a los apoyos de la línea superior no será menor de:

$$1,5 + U/150 \text{ (m) (hipótesis viento)}$$

U: Tensión nominal en KV.

La distancia mínima en vertical que hay entre los conductores de las líneas, en las condiciones menos favorables, no será inferior a:

$$1,5 + (U+l1+l2 / 100) \text{ (m)}$$

U: Tensión nominal en KV de la línea superior.
l1: longitud (m) entre el punto de cruce y el apoyo más próximo de la línea superior.
l2: longitud (m) entre el punto de cruce y el apoyo más próximo de la línea inferior.

1.1.8.1.2.2. Carreteras y ferrocarriles sin electrificar.

La altura mínima que habrá entre conductores y la rasante de la carretera entre las cabezas de carriles en el caso de ferrocarriles sin electrificar será de:

$$6,3 + U/100 \text{ (m) (mínimo 7 m)}$$

1.1.8.1.2.3. Ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses.

La altura mínima entre los conductores de la línea y los cables sustentadores o conductores de la línea de contacto será de:

$$2,3 + U/100 \text{ (m) (mínimo 3 m)}$$

1.1.8.1.2.4. Teleféricos y cables transportadores.

En el cruce de una línea eléctrica con teleféricos o cables transportadores se realizará siempre por encima.

La distancia mínima vertical que habrá entre los conductores de una línea eléctrica y la parte más alta del teleférico, teniendo en cuenta los movimientos de los cables del teleférico y la posible elevación por disminución de carga, será de:

$$3{,}3 + U/100 \text{ (m) (mínimo 4 m)}$$

1.1.8.1.2.5. Ríos y canales, navegables o flotables.

En cruzamientos de líneas con ríos y canales, navegables o flotables, la altura mínima de los conductores sobre la superficie del agua en su máximo nivel será de:

$$G + 2{,}3 + U/100 \text{ (m)}$$

G: galibo. Si no está definido se considerará un valor de 4,7 m.

1.1.8.1.3. Paralelismos.

No se tendrán en cuenta, sólo en caso de seguridad reforzada.

1.1.8.1.3.1. Líneas eléctricas.

Habrá un paralelismo cuando dos o más líneas cercanas unas con otras siguen la misma dirección, aunque no sean estrictamente paralelas.

Cuando se pueda, se evitará la construcción de líneas paralelas de transporte o de distribución de energía eléctrica a distancias inferiores a 1,5 veces la altura del apoyo

más elevado. De cualquier modo, entre los conductores contiguos de las líneas paralelas no existirá una separación inferior a:

$$D = k \sqrt{(F + L)} + U/150$$

D: Separación entre conductores (m).
K: Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento.
F: Flecha máxima (m).
L: Longitud de la cadena de suspensión.
U: Tensión nominal de la línea en KV.

1.1.8.1.3.2. Líneas de telecomunicación.

Se evitará a medida de lo posible el paralelismo de líneas eléctricas de alta tensión con las líneas de alta tensión, y cuando no se pueda, se mantendrán los trazados de los conductores más cercanos de una y otra línea una distancia mínima igual a 1,5 veces la altura del apoyo más elevado.

1.1.8.1.3.3. Vías de comunicación.

Está prohibida la instalación de apoyos de líneas eléctricas de alta tensión en las zonas de influencia de las carreteras, a distancias inferiores a las que se indican a continuación, medidas horizontalmente desde el eje de la calzada y perpendicularmente
a éste:

En las carreteras de la Red Estatal (nacionales, comarcales y locales): 25 m.
En carreteras de la red vecinal: 15 m.

También se prohíbe la instalación de apoyos que, aun cumpliendo con las medidas anteriormente dichas, estén a menos de 8 metros de la arista exterior de la explanación o a una distancia del borde de la plataforma inferior a 1,5 su altura.

Lo que indica que ferrocarriles y zonas de agua navegable o flotable, se prohíbe la instalación de líneas eléctricas a distancias menores de 25 m, ni a 1,5 la altura de sus apoyos con respecto al extremo de la explanación o borde del cauce, respectivamente.

1.1.8.1.4. Paso por zonas

1.1.8.1.4.1. Bosque, árboles y masas de arbolado

No se aplican las normas de seguridad reforzada.
Para no interrumpir el servicio y los posibles incendios causados por el contacto de ramas de los árboles con los conductores de una línea eléctrica, se debe establecer una zona de corta de arbolados en ambos lados de la línea de:

$$1{,}5 + U/100 \text{ (m) (mínimo 2 m)}$$

Además, se cortarán todos los árboles que son un peligro para la conservación de la línea.

1.1.8.1.4.2. Edificios, construcciones y zonas urbanas

Será posible el tendido aéreo de líneas eléctricas de alta tensión en las zonas de reserva urbana con Plan general de ordenación legalmente aprobado y en zonas y polígonos industriales con Plan parcial de ordenación aprobado y en los terrenos del suelo urbano no comprendidos dentro del caso de la población en Municipio que esté exento de Plan de Ordenación.

Para que pasar de líneas aéreas a subterráneas se exigido, los terrenos tienen que ser urbanizados o en proceso de urbanización.

En el paso sobre edificios, construcciones y terrenos urbanizados, las líneas eléctricas cumplirán las condiciones de seguridad reforzada.

Las distancias mínimas existen en las condiciones menos favorables entre los conductores de la línea eléctrica y los edificios o construcciones, serán las siguientes:

$$3,3 + U/150 \text{ (m)}$$

Mínimo 5 m, sobre los puntos accesibles a las personas.
Mínimo 4 m, sobre los puntos no accesibles a las personas.

1.1.8.1.4.3. Proximidad de aeropuertos

No se aplican las normas de seguridad reforzada.

Las líneas eléctricas que se tengan que construir cerca de los aeropuertos, aeródromos, helipuertos e instalaciones de ayudas de navegación aérea deben de acercarse a lo escrito en los artículos 1º y 2º de la Ley de aeropuertos de 17 de julio de 1945, en el capítulo IX de la Ley 48/1960, de 21 de julio, sobre Navegación aérea, en el Decreto de 21 de Diciembre de 1956 sobre servidumbres radioeléctricas, en el Decreto 1701/1968 de 17 de julio, sobre servidumbres aeronáuticas, y demás disposiciones vigentes en el tema.

1.1.8.2. Materiales

Cualquiera de los materiales tendrá que ser "aceptados" por la Compañía Suministradora de Electricidad.

El aislamiento de los materiales de la instalación será dimensionado como mínimo para la tensión más elevada de la red (Aislamiento pleno).

Los materiales siderúrgicos serán como mínimo de acero A-42b. Estarán galvanizados por inmersión en caliente con recubrimiento de zinc de 0,61 kg/m² como mínimo, debiendo ser capaces de soportar cuatro inmersiones en una solución de SO4 Cu al 20 % de una densidad de 1,18 a 18ºC sin que el hierro quede al descubierto o coloreado parcialmente.

1.1.8.3. Conductores

Los conductores se pueden usar todo tipo de material metálico o combinación de éstos que permitan construir conductores de características eléctricas y mecánicas adecuadas para su fin y que no se alteren con el tiempo, teniendo además, una resistencia elevada para que no exista corrosión atmosférica.

Podrán usarse cables huecos y cables rellenos de materiales no férricos. Los conductores de aluminio y sus aleaciones serán siempre cableados.

La sección nominal mínima admisible de los conductores de cobre y sus aleaciones será de 10 mm². En el caso de los conductores de acero galvanizado la sección mínima admisible será de 12,5 mm². Para los demás metales, no se emplearán conductores de menos de 350 kg de carga de rotura.

Normalmente se usarán conductores llamados de aluminio con alma de acero, según condiciones de las compañías suministradoras.
En el caso de utilizar conductores usados, que han estado en otras líneas montadas y que posteriormente se han desmontado, las características que afectan básicamente a la seguridad se expondrán razonadamente, debido a los ensayos realizados previamente. Cuando en una línea eléctrica se utilicen como conductores, cualquier tipo de cable y con una composición o naturaleza, da igual como sea, pero con alambres de más de 6 mm de diámetro, los empalmes de los conductores se harán con piezas adecuadas a la naturaleza, composición y sección de los conductores.

Los empalmes y las conexiones de conductores no deben aumentar la resistencia eléctrica del conductor. Los empalmes soportarán sin que se rompa ni deslice el cable el 90% de la carga del cable empalmado.
La conexión de conductores, como se habla en este apartado, sólo se realizará en conductores sin tensión mecánica o en las uniones de conductores realizadas en el bucle entre cadenas horizontales de un apoyo, aunque esta vez tendrá una resistencia al deslizamiento como mínimo del 20% de la carga de rotura del conductor.

Para conductores de alambre de 6 mm o menos de diámetro, se podrá realizar el empalme por simple retorcimiento de los hilos.

No se puede hacer empalmes en conductores por la soldadura a tope de los mismos.

No se puede realizar en una instalación de una línea más de un empalme por vano y conductor.

Cuando haya que unir conductores de distinta sección o naturaleza, la conexión se debe realizar mediante un puente de conexión de las cadenas horizontales de amarre.

Las piezas de empalme y conexión serán fabricadas con el diseño y la naturaleza correspondiente para conseguir evitar los efectos electrolíticos, si fuesen graves, habrá que tomar las precauciones necesarias para que las superficies en contacto no sufran oxidación.

Las características generales del conductor utilizado aparecen reflejadas en el anexo de cálculo del proyecto.

1.1.8.4. Aislamiento y herrajes.

Los aisladores que se utilizan en las líneas serán de porcelana, vidrio u otro material de características adecuadas para la función que desempeñan. Las partes metálicas de los aisladores se protegerán correctamente contra la corrosión de la atmósfera.

Los herrajes se diseñarán correctamente para la función mecánica y eléctrica que desempeñan y no deberán ser alterados por la corrosión de la atmósfera, muy particularmente en los casos que fueran de temerse efectos electrolíticos. Las grapas de amarre del conductor tendrán que aguantar una tensión mecánica en el cable del 90% de la carga de rotura del mismo, sin que exista un deslizamiento.

Las características principales del elemento aislador aparecen en el anexo de cálculo del proyecto.

1.1.8.5. Crucetas

Las crucetas a utilizar serán metálicas galvanizadas por inmersión en caliente, y tendrán que soportar los esfuerzos a que estén sometidas, y con las distancias adecuadas a los vanos que estén contiguos.

La disposición y tipo de crucetas empleadas aparecen en el anexo de cálculo del proyecto.

1.1.8.6. Apoyos

Los apoyos que se montan en la línea serán metálicos o de hormigón (según normas de la compañía suministradora) y tendrán una altura que nunca será menor de 6 m. sobre el terreno. Para comprobarlo podemos mirar el plano de Perfil, donde aparecerá trazada la catenaria que corresponde al conductor inferior en las condiciones de flecha máxima correspondiente a la zona por donde pasa la línea.
Cada apoyo irá marcado con el número que corresponda, teniendo en cuenta el criterio de comienzo y fin de línea que se haya plasmado en el proyecto, de la forma que números se lean desde el suelo.

También se colocarán placas donde indique peligro en los apoyos. Esta recomendación será algo primordial en líneas de primera categoría y en general, para todos los apoyos situados en zonas transitadas.
Los apoyos de "alineación" se utilizan solo para aguantar los conductores y cables de tierra, siendo utilizados únicamente en alineaciones rectas. Los apoyos de "ángulo" son usados para aguantar los conductores y cables de tierra en los vértices de los ángulos formados por dos alineaciones. Los apoyos de "anclaje" serán puntos firmes en la línea y que limitan la extensión en la línea de esfuerzos longitudinales de carácter excepcional. Los apoyos de "fin de línea" resisten en sentido longitudinal de la línea, los esfuerzos de todos los conductores y cables de tierra.

1.1.8.6.1. Apoyos metálicos

En los apoyos de acero, y en los elementos metálicos de los apoyos de otra naturaleza no se usarán perfiles abiertos de espesor inferior a 4 mm. Cuando los perfiles son galvanizados por inmersión en caliente, el espesor podrá ser de 3 mm. Análogamente, en construcción remachada o atornillada no se realizarán taladros sobre flancos de perfiles de una anchura inferior a 35 mm.

No se usarán tornillos ni remaches de un diámetro menor a 12 mm.

En los perfiles metálicos enterrados sin recubrimiento de hormigón se tendrá en cuenta su cuidado contra la oxidación, usando elementos protectores, como galvanizado, soluciones bituminosas, brea de alquitrán, etc.

Se usan protecciones anticorrosivas de gran duración en caso de que haya dificultades en los tratamientos posteriores de conservación necesarios.

1.1.8.6.2. Apoyos de hormigón

En todos los tipos prefabricados (centrifugados, vibrados, pretensados, etc.) se tendrá muy en cuenta el grueso de recubrimiento de hormigón sobre las armaduras, para evitar grietas longitudinales, y para que conserven la permeabilidad.
Se tendrá cuidado también en todas las fases de transporte y montaje, realizándose con los medios apropiados para evitar el deterioro del poste.
Se recomienda no usar muchos apoyos moldeados en obra, solo los medios necesarios para mantener una correcta calidad en su fabricación.

Si se usan apoyos de hormigón, en suelos o aguas que afecten al apoyo, se tomarán las medidas necesarias para protegerlo.

1.1.8.6.3. Tirantes

Los tirantes o vientos serán varillas o cables metálicos, si son de acero, deben estar galvanizados a fuego.

No se utilizarán tirantes donde carga de rotura sea inferior a 1.750 kg ni cables formados por alambres de menos de 2 mm de diámetro. En la parte enterrada en el suelo, la recomendación es usar varillas galvanizadas de al menos 12 mm de diámetro, (inferiores no).
No se puede fijar los tirantes a los soportes de aisladores rígidos ni tampoco a los herrajes de las cadenas de aisladores.

Los tirantes llevan unas mordazas o tensores que se utilizan para regular su tensión, sin tener que llegar a la torsión de los alambres, porque está prohibido.

En lugares donde hay tránsito de gente, los tirantes estarán protegidos hasta una altura de 2 m. sobre el terreno como mínimo.

Todo lo que se refleja en el apartado, el anexo de cálculo del proyecto aparecerá todas las características de los apoyos empleados.

1.1.8.7. Conexión de los apoyos a tierra

Se conectarán a tierra a través de una conexión muy particular cada uno de los apoyos metálicos y de hormigón armado.

Como conductores de tierra, entre herrajes y crucetas y la propia toma de tierra, se puede usar la propia estructura de los apoyos metálicos.
La puesta a tierra en los apoyos de hormigón armado se podrá realizar de dos formas distintas:

Conexionando a tierra de forma directa los herrajes o armaduras metálicas a las que estén fijados los aisladores, a través de un conductor de conexión.

Conexionando a tierra la armadura de hormigón, pero cuando la armadura tenga condiciones necesarias que más adelante se explica para los conductores de conexión a tierra. Aunque, esta forma de conexión no se puede hacer en los apoyos de hormigón pretensado.

Los conductores de conexión a tierra serán de cualquier tipo de material metálico que tenga las condiciones mínimas que se exigen en el apartado correspondiente a los conductores. Tendrán una sección suficiente como para soportar un calentamiento, que pueda tener peligro cuando se produzca la máxima corriente de descarga a tierra prevista, en el doble de tiempo al de accionamiento de las protecciones de la línea.

Nunca la sección de los conductores será menor a la eléctricamente equivalente a 16 mm^2 de cobre.

Tendremos cuidado con la protección de los conductores de conexión a tierra en las zonas inmediatamente superior en inferior al terreno, de tal forma que queden protegidos contra golpes, etc.

Las tomas de tierra serán de un material, diseño, dimensiones, colocación en el terreno apropiado para la naturaleza y condiciones del terreno, así se garantizará una resistencia de difusión mínima en cada caso y con una permanencia larga.
Para apoyos que están colocados en zona de trasiego, la resistencia no será superior a 20 ohmios y para los ubicados en zonas de pública concurrencia o que soporten aparatos de maniobra, además de cumplir lo anterior, también se colocará una toma de tierra en anillo cerrado, enterrado alrededor del empotramiento del apoyo, a un metro de distancia del macizo de la cimentación.

En los apoyos que tenga que aguantar aparatos de maniobra se realizará además la "plataforma del operador", que es una placa de hormigón y hierro de 0,4 mm, como mínimo, en el cual irá conectado a la toma de anillo dominador de potencial.

Cuando la naturaleza del terreno sea desfavorable y así conseguir una resistencia de difusión reducida en la toma de tierra, se usará algún tratamiento químico para terreno.

Todas las instalaciones de puesta a tierra se deben comprobar a la hora de ponerla en marcha y ser revisada cada seis años.

1.1.8.8. Cimentaciones

Para que exista una estabilidad que sea fiable en los apoyos, éstos se empotrarán en el suelo en bloques de hormigón o también hormigón armado, siendo calculados para soportar la resistencia mecánica del mismo. Habrá que tener cuidado de su protección en el caso de suelos y aguas que sean agresivos para su conservación.

1.1.8.9. Entronque

El punto de conexión entre la línea derivada y la principal se hará mediante un "puente flojo" de ambas, estando prohibido que los conductores realicen esfuerzos de tracción sobre las piezas de conexión, por lo que el primer apoyo de la línea derivada se colocará normalmente a una distancia no superior a 20 m del apoyo de entronque.

La derivación se tendrá que hacer desde un apoyo de amarre en caso de que lo hubiera o desde un apoyo de alineación si sus características permiten hacerlo, a través de un cambio de las cadenas de aisladores, para convertirlos en amarre. Si no fuera posible ninguna de las opciones mencionadas, habrá que colocar un apoyo nuevo para la línea principal, para seguir manteniendo la altura y separación entre conductores que ya existen en ésta, y tendrá un mínimo de 1.000 kg de esfuerzo en punta.

1.1.9. Tipos de subestaciones de tracción

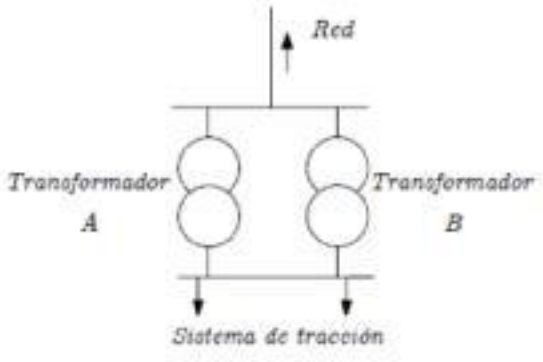
En España existen dos tipos de estructuras de electrificación ferroviaria:

> Sistemas de electrificación que alimentan al material rodante con **corriente continua.**

Sistemas que alimentan con corriente alterna.

Para clasificar los sistemas de electrificación nos basamos en la existencia de dos tipos principales de subestaciones eléctricas de tracción: Subestaciones eléctricas para sistemas de corriente continua y subestaciones para sistemas en corriente alterna.

Se diferencian unas de otras principalmente por la aparamenta y a los niveles de aislamiento que se utilizan (mayores en las subestaciones de corriente alterna). Generalmente, una subestación de corriente continua se hace funcionar de forma más compleja que una subestación de corriente alterna.



Esquema subestación con topología barra simple

1.1.9.1. Subestación de tracción de corriente continua

La corriente continua es adecuada para tracción ferroviaria ya que tiene unas características favorables que reúne el motor serie: fuerte par de arranque, multiplicidad de marchas económicas y se regula fácilmente etc. Sin embargo, la corriente alterna tiene ventajas para producirla fácilmente, también modificar sus tensiones con un buen rendimiento y la posibilidad de transportarla en distancias grandes con pérdidas despreciables en tan larga distancia.

Para combinar las ventajas de la corriente continua y la alterna, se instalan a lo largo de la línea ferroviaria, subestaciones rectificadoras. La función principal de estas subestaciones rectificadoras es la de tomar la energía alterna de las líneas de distribución y transporte y convertirla en corriente continua. La corriente se dirige a las

líneas aéreas que están en contacto con las del ferrocarril (a través de los feederes de alimentación) siendo captada por los pantógrafos. Así que, dentro de una subestación de corriente continua hay que diferenciar:

- Subestación trifásica de corriente alterna:

Es una subestación trifásica que es alimentada por la red de corriente alterna que conforma la construcción de la propia subestación de tracción. Los elementos fundamentales de dicha subestación trifásica de tracción son:

Aparamenta de potencia: interruptores, seccionadores, transformadores de medida y de protección, pararrayos, autoválvulas, etc.
Transformadores de potencia especiales para rectificación.
Sistemas de servicios auxiliares en baja tensión alterna
Sistemas rectificador-batería para, mando y control.
Sistemas de control de protección y medida.
Sistemas de telemando y teleseñal.

- Subestación trifásica de corriente continua:

Dicha subestación de tracción es la que se encarga de suministrar energía al material rodante por medio de la línea aérea de contacto. Los aparatos que forman la subestación de corriente continua son:

Rectificadores de potencia, que transforman la señal alterna en continua.
Aparamenta unipolar de potencia para corriente continua: interruptores, seccionadores, transductores para medida y protección, pararrayos de autoválvulas, etc. Todos estos elementos forman los conjuntos de entrada a los grupos rectificadores, salidas de alimentación a feeders, etc.
Sistemas de tensión especiales para señales de vía (control de tráfico). Sistemas de puesta a tierra y vigilancia de la misma.
Sistemas de comprobación de fallo en la catenaria.

Sistemas de control integrado, protección y medida. Sistemas de telemando y teleseñal.

Subestación de tracción RENFE

DOCUMENTO 2

PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE

2.1 PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES Y TÉCNICAS EN UNA LÍNEA DE 66 KV

2.1.1. OBJETO……27

2.1.2. APLICACIÓN DEL PROYECTO……....27

2.1.3. ORGANIZACIÓN DE LA OBRA.....27

2.1.3.1. DATOS DE LA OBRA……...27

2.1.3.2. REPLANTEO DE LA OBRA……27

2.1.3.3. RECEPCIÓN DEL MATERIAL……28

2.1.3.4. ORGANIZACIÓN……..28

2.1.3.5. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS……..28

2.1.3.6. SUBCONTRATACIÓN DE OBRAS……....28

2.1.3.7. PLAZOS PARA SU EJECUCIÓN…….28

2.1.3.8. RECEPCIÓN PROVISIONAL……...29

2.1.3.9. PERIODO DE GARANTÍA……...29

2.1.3.10. RECEPCIÓN DEFINITIVA……29

2.1.3.11. PAGO DE LAS OBRAS……...29

2.1.3.12. PAGO DE LOS MATERILES UTILIZADOS….30

2.1.3.13. DISPOSICIÓN FINAL……....30

2.1.1. Objeto

El objetivo es determinar los requisitos y características de la instalación correspondiente para distribuir energía eléctrica, con sus especificaciones en el Proyecto realizado.

2.1.2. Aplicación del proyecto

Este apartado se refiere a una línea eléctrica de 66 KV que alimentará una subestación de tracción eléctrica de 3300Vcc y 3,3 MW, donde la parte del pliego de condiciones que sea particular podrá ser modificada.

2.1.3. Organización de la obra

El Organismo o contratista correspondiente mandará a ejecutar la obra de la manera más eficaz para ejecutar una obra perfecta, donde se seguirán siempre las órdenes del Director de Obra, teniendo en cuenta las condiciones siguientes:

2.1.3.1. Datos de la obra:

El Ejecutor de la obra tendrá en su poder, una copia de los planos y pliego de condiciones del Proyecto a realizar, así como, los datos o documentación necesaria para la realización de la obra.

También el Contratista deberá tener quince días después de la ejecución de la obra, una copia de los planos y documentos que se exigen con las características de la obra ya finalizada. Se deberá entregar dos copias de dicho proyecto al Director de Obra. Los cambios en el Proyecto solo pueden ser aprobadas y por escrito por el Director de Obra.

2.1.3.2. Replanteo de la obra:

El Director de Obra hará un replanteo de esta, entregará al Contratista, que se hará cargo de los gastos de la obra, datos y referencias para conocer el lugar donde están ubicadas las obras. Se levantará por duplicado un Acta de los datos obtenidos.

2.1.3.3. Recepción del material:

El material que se necesita lo aprobará el Director de Obra, estando al tanto de la obra el Contratista.

2.1.3.4. Organización:

El Contratista será quien actúe de patrono legal, siendo el organizador de la obra y tendrá que mantener informado al Director de Obra. En caso de obras de la administración, el Contratista mantendrá informado diariamente de los gastos que se han de realizar.

2.1.3.5. Ejecución de las obras:

Se ejecutarán las obras conforme al Proyecto, al Pliego de Condiciones y sus especificaciones particulares (Pliego particular).

2.1.3.6. Subcontratación de obras:

Salvo que el contrato diga lo contrario, se podrá contratar a terceros para algunas partes de la obra, haciéndolo saber al Director de Obra por escrito y sin superar el 50% del presupuesto general de la obra.

2.1.3.7. Plazos para su ejecución:

Dichos plazos comenzarán a contar a partir del replanteo. El Contratista estará obligado a cumplir con los plazos del contrato. El Director de la obra podrá prorrogar la fecha únicamente si es muy necesario.

2.1.3.8. Recepción provisional:

Se realizará pasados quince días de la petición del Contratista, debiendo estar presente el Director de Obra y el representante del Contratista, levantando un acta de conformidad. A partir de ese momento empieza el plazo de garantía. En caso de algún defecto en la obra se le fijará un plazo al Contratista para solucionarlo. En caso de no cumplir esta prescripción, al Contratista se le podrá rescindir el contrato, perdiendo así la fianza.

2.1.3.9. Periodo de garantía:

Este periodo irá reflejado en el contrato. Hasta que se lleve a cabo la recepción definitiva, el Contratista será responsable de la conservación de la Obra.

2.1.3.10. Recepción definitiva:

Finalizado el plazo de garantía o los seis meses de recepción provisional, se llevará a cabo la recepción definitiva de las obras, levantando el Acta por duplicado y estando presente el Director de Obra y el representante del contratista.

2.1.3.11. Pago de las obras:

Se harán mensualmente sobre lo expedido parcialmente por el Director de Obra, donde se mostrarán las partes de la obra terminadas y ejecutadas en su totalidad y en los plazos acordados. Esto se hará de acuerdo a los precios establecidos, reduciéndolos un 10% y con la cubicación, planos y referencias que sirvan para ser comprobados. Estas certificaciones se pueden modificar por la liquidación definitiva o por Certificaciones posteriores.

2.1.3.12. Pago de los materiales utilizados:

Se harán los pagos en función de los precios descompuestos, siempre que no haya peligro de que se pierdan o desaparezcan. En caso de que esto ocurra, lo informará en el acta de recepción de obra el propio Director de Obra.

2.1.3.13. Disposición final:

Si existe alguna Subasta o Concurso donde se incluya el Pliego de Condiciones, se aceptará todas las clausulas correspondientes a este Pliego.

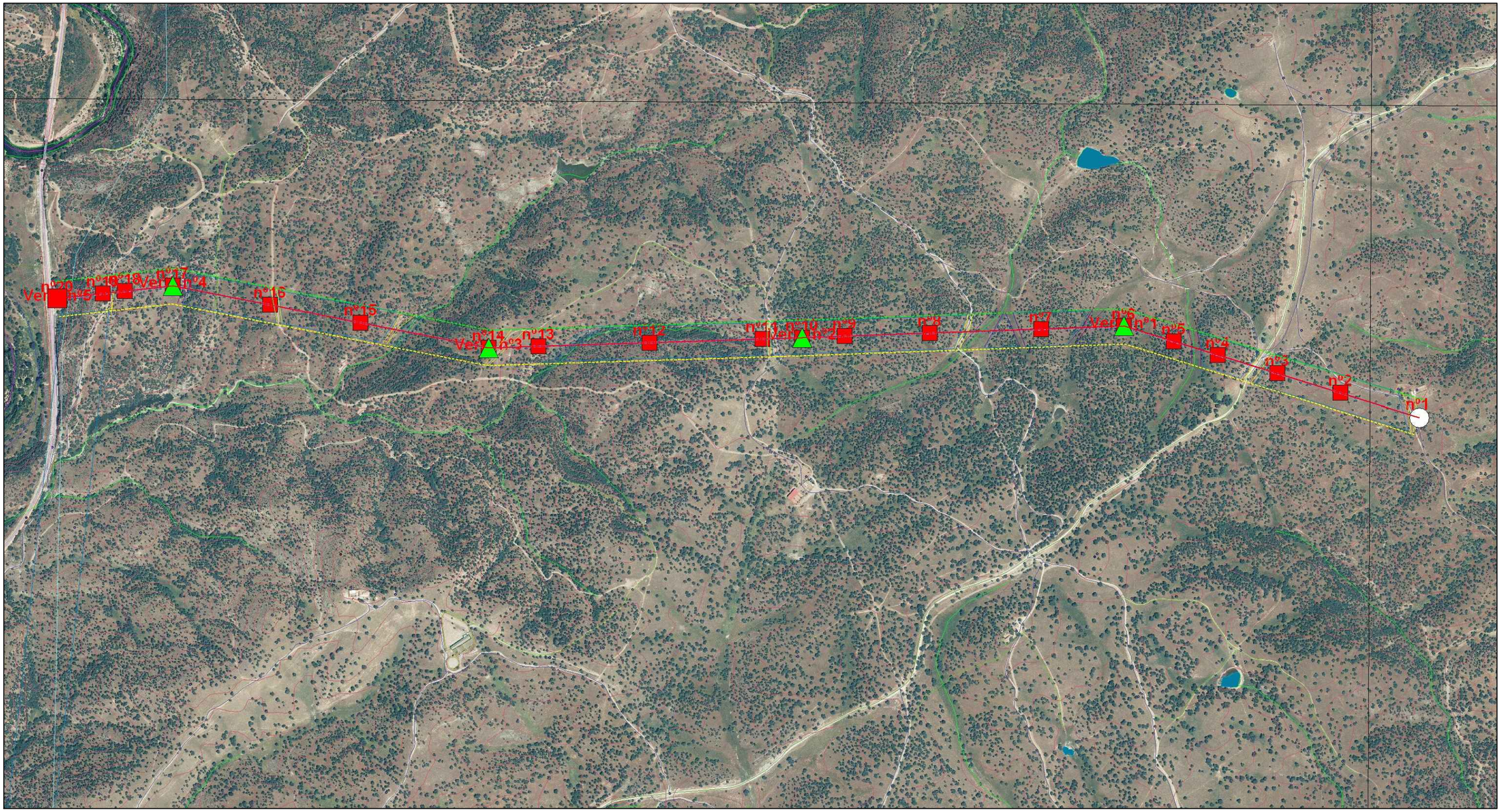
DOCUMENTO 3

PLANOS

ÍNDICE

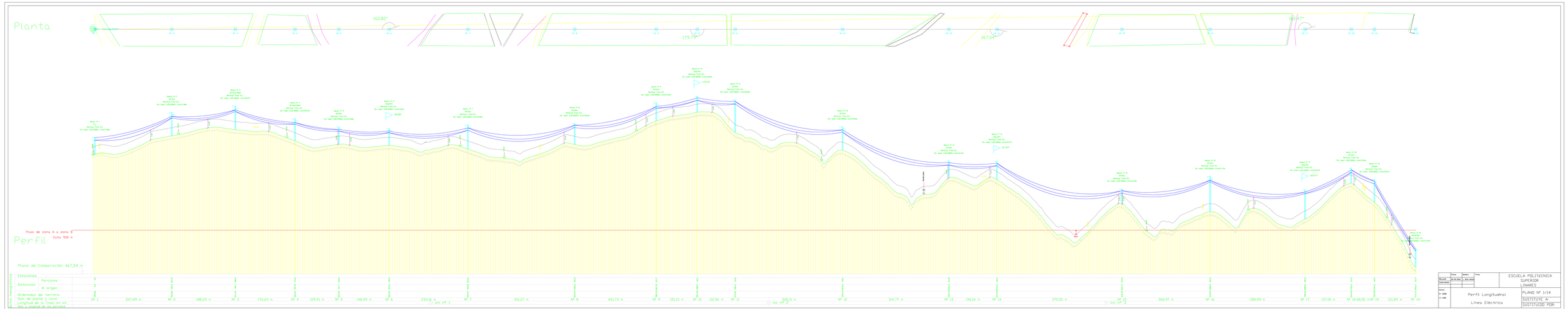
3.1. PLANOS DE LA LÍNEA ELÉCTRICA DE 66 KV

3.1.1. IMAGEN AÉREA DEL TERRENO DE LA LÍNEA.....33
3.1.2. PLANO PERFIL LONGITUDINAL DE LA LINEA.....34
3.1.3. PLANO PERFIL LONGITUDINAL DE LA
LINEA (ANDEL)……..……35
3.1.4. PLANO PLANTA DE LINEA ELÉCTRICA……...36
3.1.5. PLANO DE DERIVACIÓN DE LÍNEA.....37
3.1.6. PLANO DE SEPARATA DEL VANO Nº 2……38
3.1.7. PLANO DE SEPARATA DEL VANO Nº 3……39
3.1.8. PLANO DE SEPARATA DEL VANO Nº 6……40
3.1.9. PLANO DE SEPARATA DEL VANO Nº 7……41
3.1.10. PLANO DE SEPARATA DEL VANO Nº 11……42
3.1.11. PLANO DE SEPARATA DEL VANO Nº 12……43
3.1.12. PLANO DE SEPARATA DEL VANO Nº 14……44
3.1.13. PLANO DE SEPARATA DEL VANO Nº 15……45
3.1.14. PLANO DE SEPARATA DEL VANO Nº 16……46
3.1.15. PLANO DE SEPARATA DEL VANO Nº 19……47

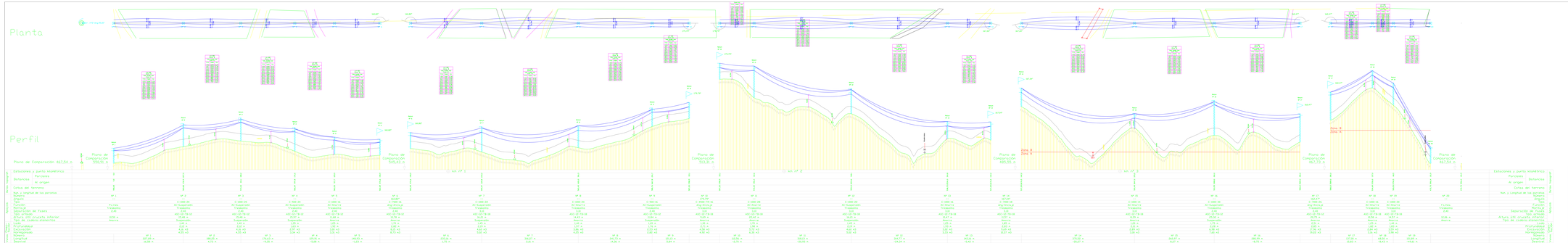


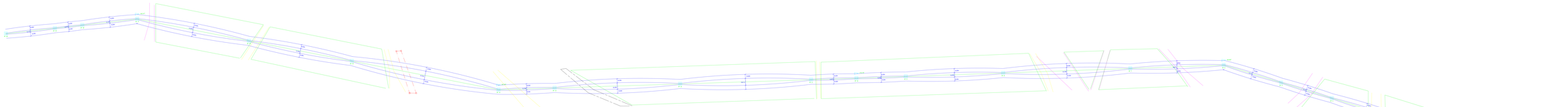
	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
Dibujado	26-05-2016	L. Olmo Molina		
Comprobado				

Escala H= 1:2000 V= 1:500	Imagen aérea del terreno de la línea	PLANO 0
		SUSTITUYE A
		SUSTITUIDO POR

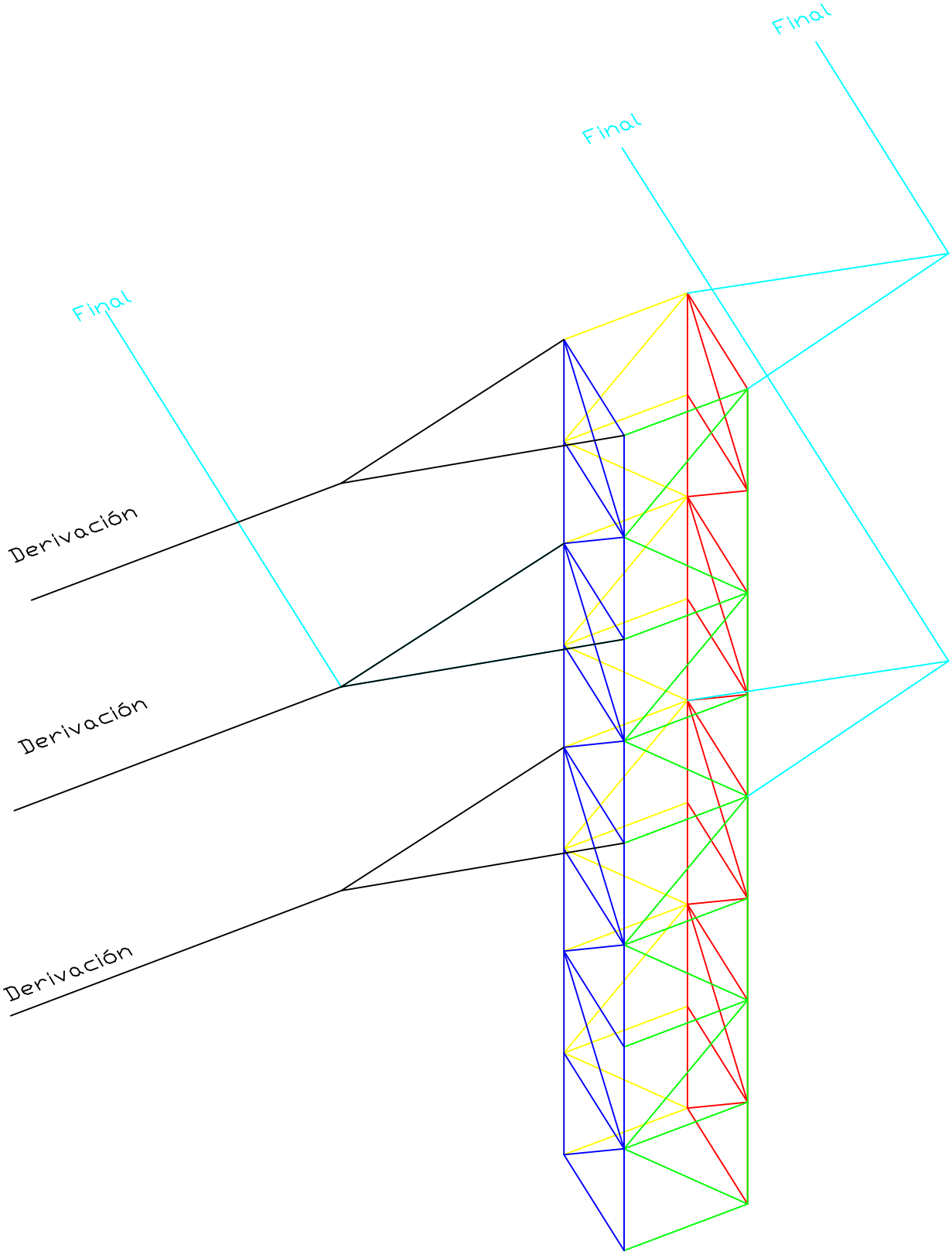


REALIZÓ	Fecha	Revisó	Fecha		ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJANTE	26-06-2006	J. Ruiz Rodríguez				
Jorge Ruiz						
Escala:					Perfil Longitudinal	PLANO Nº 1/14
H= 1/2000					Línea Eléctrica	SUSTITUYE A:
V= 1/200						SUSTITUIDO POR:


Planta
Perfil
Plano de Comparación: 467,54 m
Plano de Comparación 505,15 m
Plano de Comparación 545,43 m
Plano de Comparación 513,31 m
Plano de Comparación 465,55 m
Plano de Comparación 467,73 m
Plano de Comparación 467,54 m
Estaciones y punto kilométrico
Parciales
Distancias
de origen
Cotas del terreno
Km 1 Longitud de los paralelos
Angulo
Curvatura
Curvatura
Radio
Clase de Fases
Tipo de Fase
Altura sobre terreno inferior
Altura sobre terreno superior
Estructura
Cimentación
Excavación
Hormigón
Tensado
Longitud
Vano
Cono de tolerancia y longitud
Nivel medio de vuelo
Estaciones y punto kilométrico
Parciales
Distancias
de origen
Cotas del terreno
Km 1 Longitud de los paralelos
Angulo
Curvatura
Curvatura
Radio
Clase de Fases
Tipo de Fase
Altura sobre terreno inferior
Altura sobre terreno superior
Estructura
Cimentación
Excavación
Hormigón
Tensado
Longitud
Vano
Cono de tolerancia y longitud
Nivel medio de vuelo
Armado ASC-12
Nota: Ø CABLE: 18,5 mm
Perfil Longitudinal
Lines Eléctrica
PLANO Nº 2/24
SEPTIEMBRE de
SUSTITUIDO POR

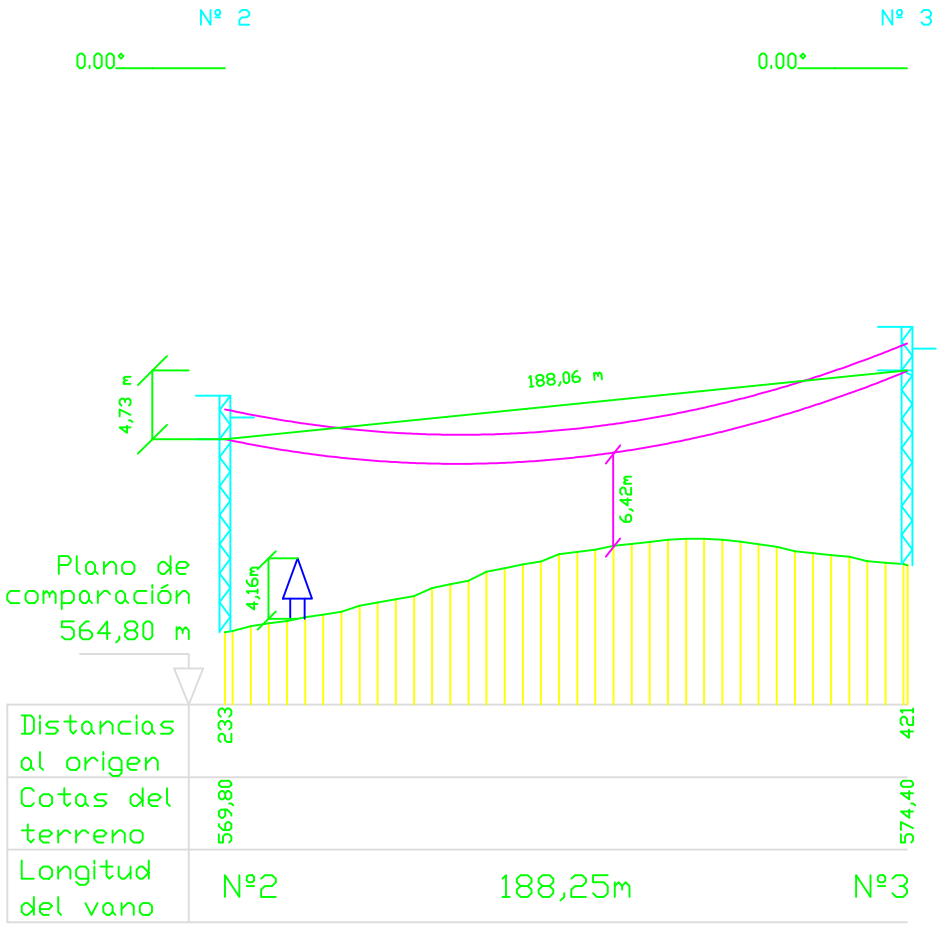


Scale: 1:500	Date: 2009-03-26	Drawn:	Chk:	ESCALA PROTEMGA SIGMUN
				LINEA 1
Date: 2009-03-26	Planta			PLANO Nº 3/14
	Línea Eléctrica			SECTOR 1
				DISTRIB. TM



	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
Dibujado	26-05-2016	L. Olmo Molina		
Comprobado				

Escala H= 1:2000 V= 1:500	Derivación	PLANO Nº 4/14
		SUSTITUYE A
		SUSTITUIDO POR

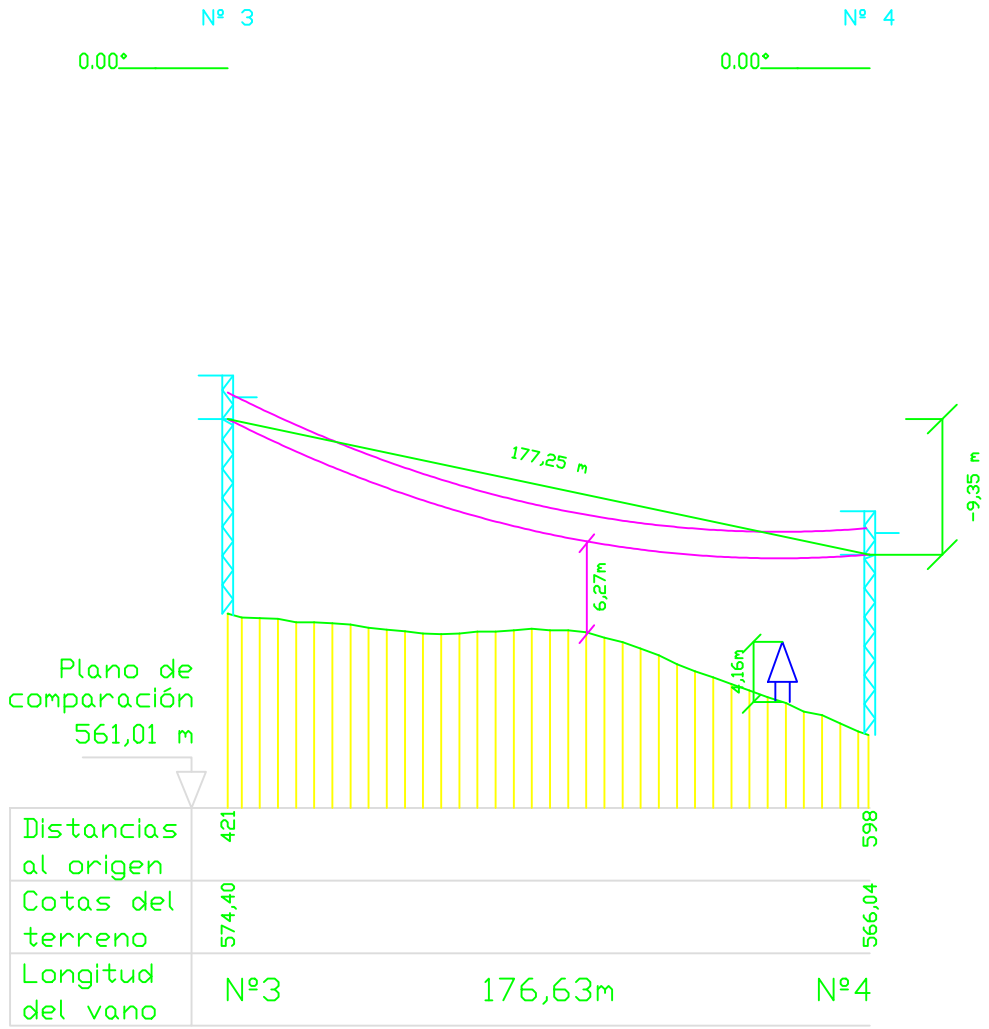


Características de los apoyos:

- Apoyo nº 1: Princ. Línea, Montaje Tresbolillo,
- Apoyo nº 2: Alineación, Montaje Tresbolillo,

	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
Dibujado	26-05-2016	L. Olmo Molina		
Comprobado				

Escala H= 1:2000 V= 1:500	Separata del Vano nº 2	PLANO Nº 5/14 SUSTITUYE A SUSTITUIDO POR

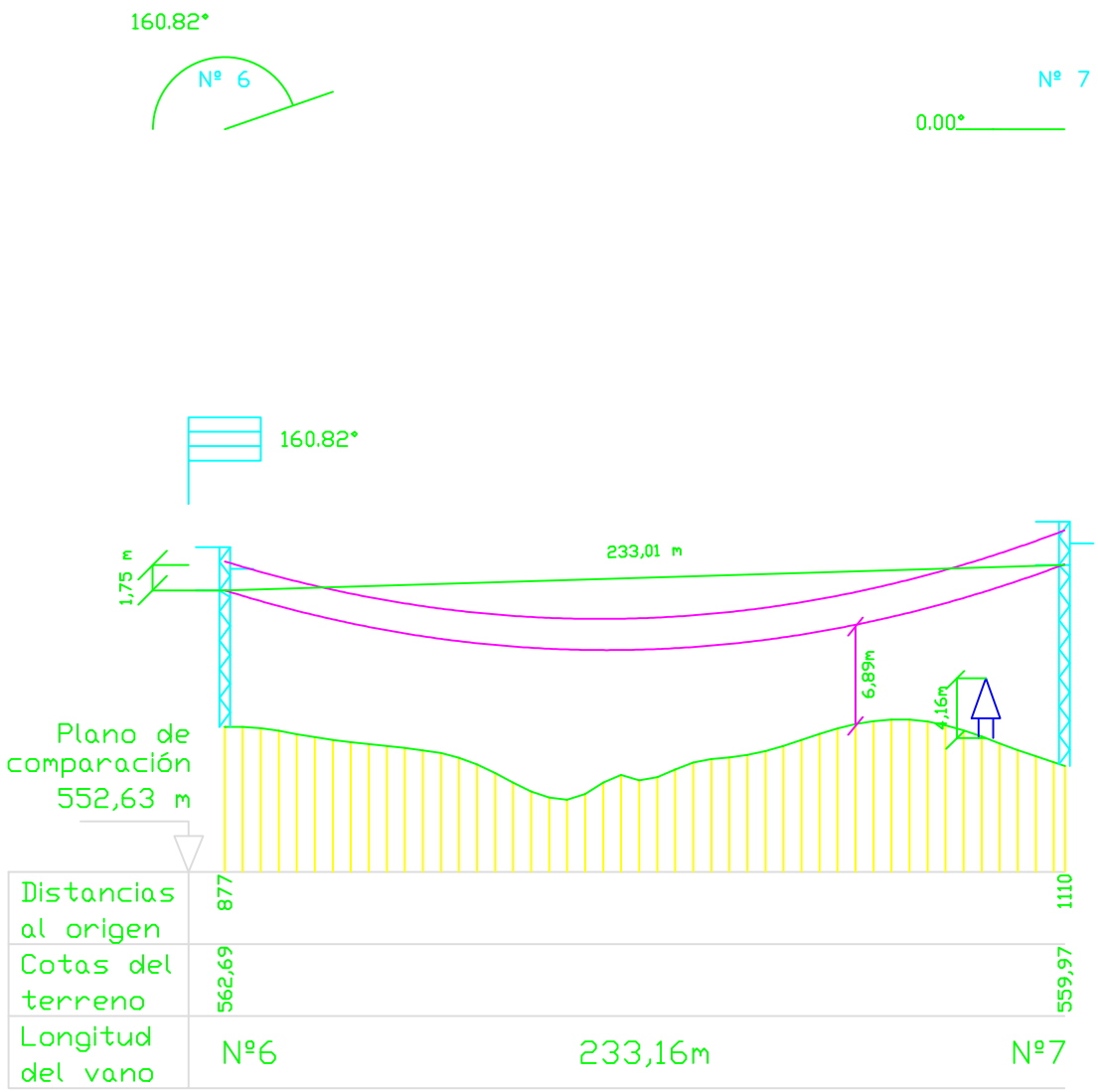


Características de los apoyos:

- Apoyo nº 3: Alineación Montaje Tresbolillo,
- Apoyo nº 4: Alineación Montaje Tresbolillo

	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
Dibujado	26-05-2016	L. Olmo Molina		
Comprobado				

Escala H= 1:2000 V= 1:500	Separata del Vano nº 3	PLANO Nº 6/14 SUSTITUYE A SUSTITUIDO POR

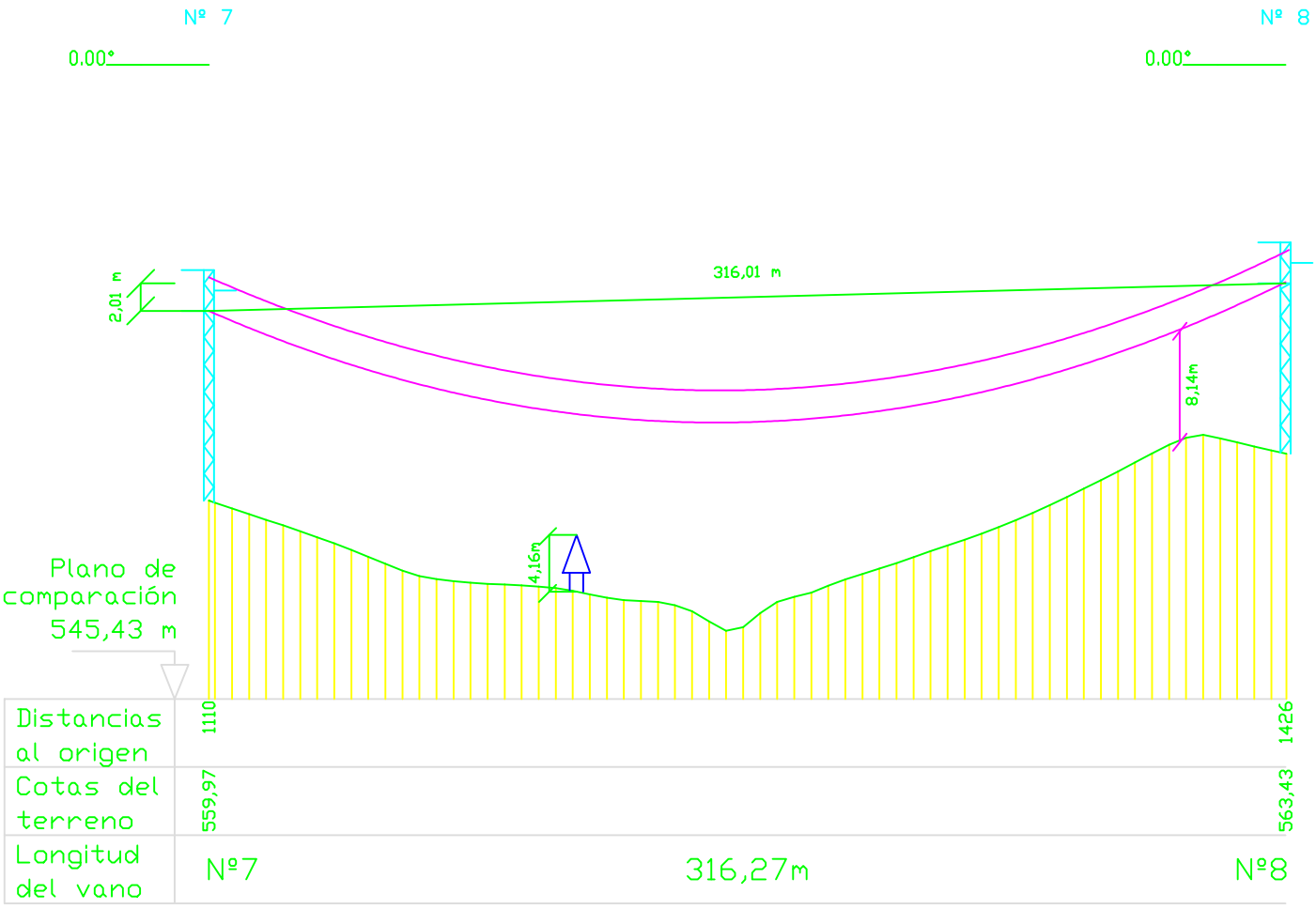


Características de los apoyos:

- Apoyo nº 6: Ángulo/Anclaje Montaje Tresbolillo,
- Apoyo nº 7: Alineación Montaje Tresbolillo,

	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
Dibujado	26-05-2016	L. Olmo Molina		
Comprobado				

Escala H= 1:2000 V= 1:500	Separata del Vano nº 6	PLANO Nº 7/14 SUSTITUYE A SUSTITUIDO POR

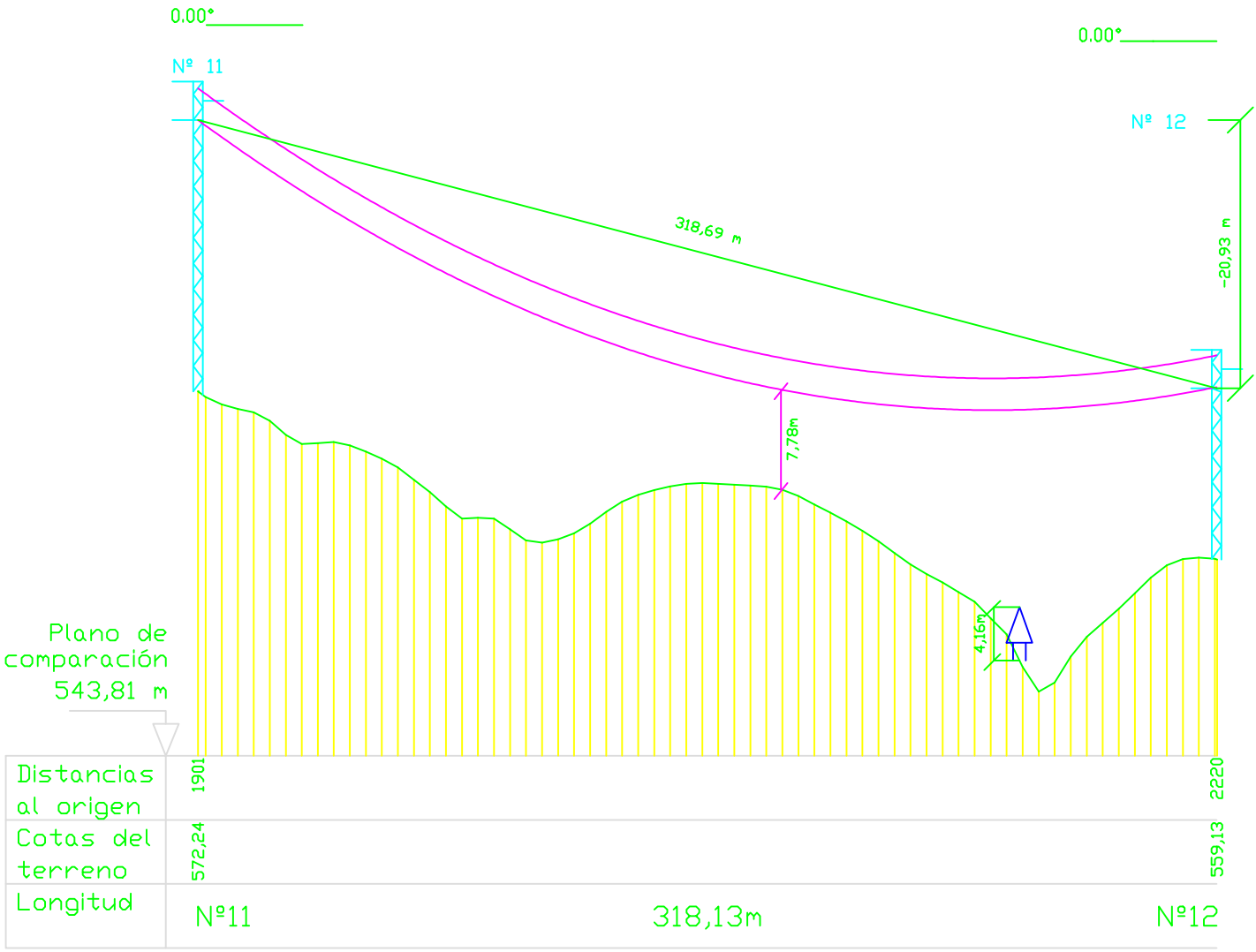


Características de los apoyos:

- Apoyo nº 7: Alineación, Montaje Tresbolillo,
- Apoyo nº 8: Amarre Montaje Tresbolillo,

	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
Dibujado	26-05-2016	L. Olmo Molina		
Comprobado				

Escala H= 1:2000 V= 1:500	Separata del Vano nº 7	PLANO Nº 8/14 SUSTITUYE A SUSTITUIDO POR

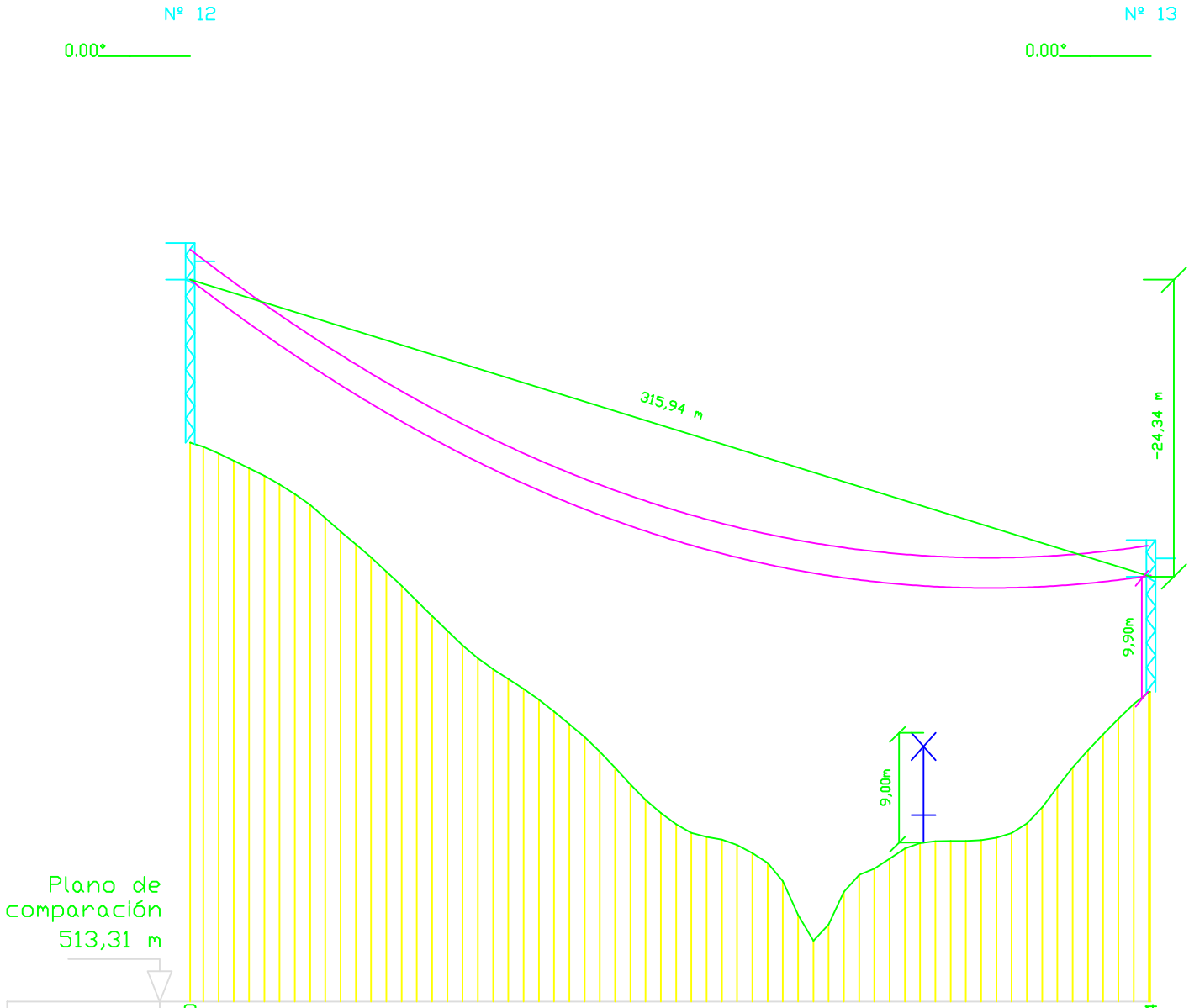


Características de los apoyos:

- Apoyo nº 11: Amarre Montaje Tresbolillo,
- Apoyo nº 12: Alineación Montaje Tresbolillo,

	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
Dibujado	26-05-2016	L. Olmo Molina		
Comprobado				

Escala H= 1:2000 V= 1:500	Separata del Vano nº 11	PLANO Nº 9/14 SUSTITUYE A SUSTITUIDO POR



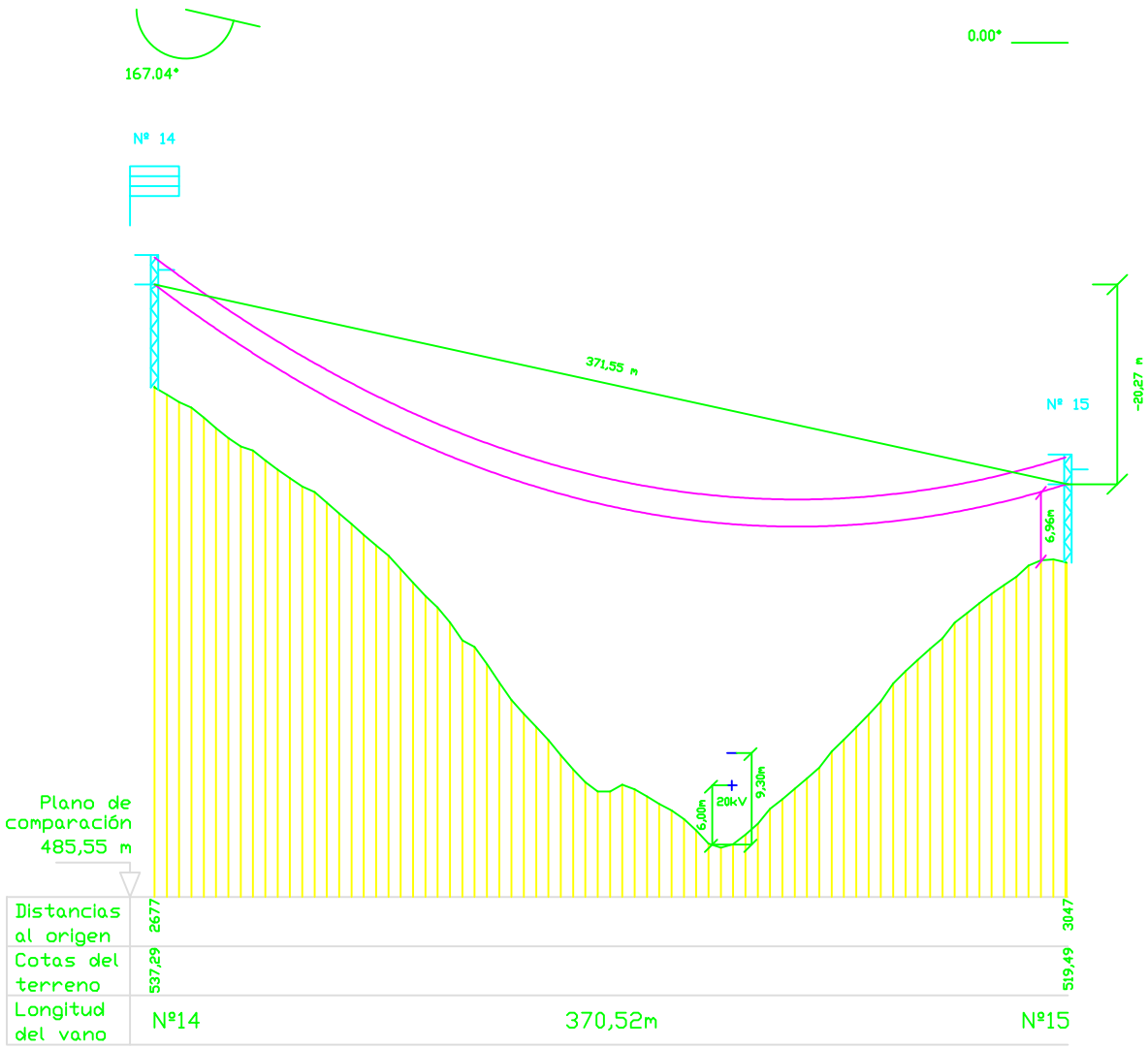
Distancias al origen	2220		2534
Cotas del terreno	559,13		538,72
Longitud del vano	Nº12	314,77m	Nº13

Características de los apoyos:

- Apoyo nº 12: Alineación Montaje Tresbolillo,
- Apoyo nº 13: Amarre Montaje Tresbolillo,

	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
Dibujado	26-05-2016	L. Olmo Molina		
Comprobado				

Escala H= 1:2000 V= 1:500	Separata del Vano nº 12	PLANO Nº 10/14 SUSTITUYE A SUSTITUIDO POR

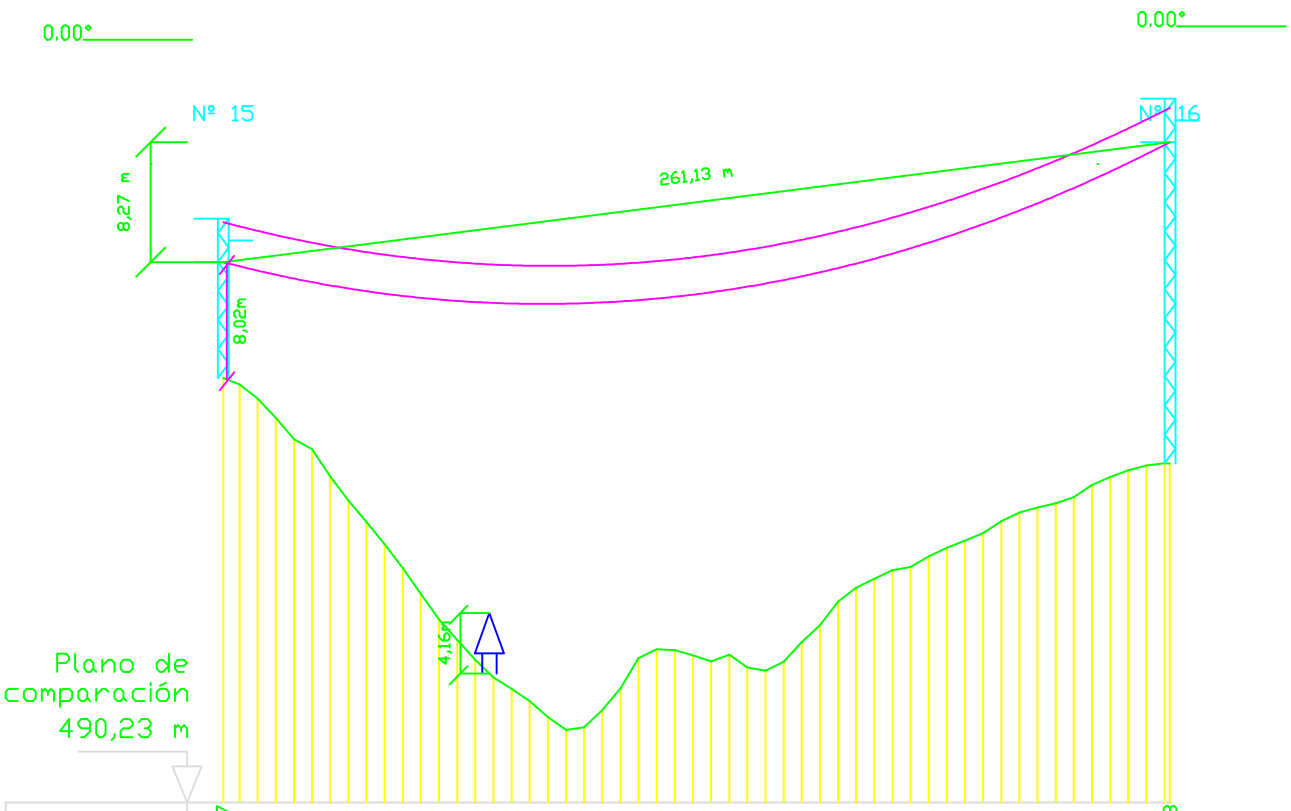


Características de los apoyos:

- Apoyo nº 14: Ángulo/Anclaje Montaje Tresbolillo,
- Apoyo nº 15: Amarre Montaje Tresbolillo,

	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
Dibujado	26-05-2016	L. Olmo Molina		
Comprobado				

Escala H= 1:2000 V= 1:500	Separata del Vano nº 14	PLANO Nº 11/14 SUSTITUYE A SUSTITUIDO POR



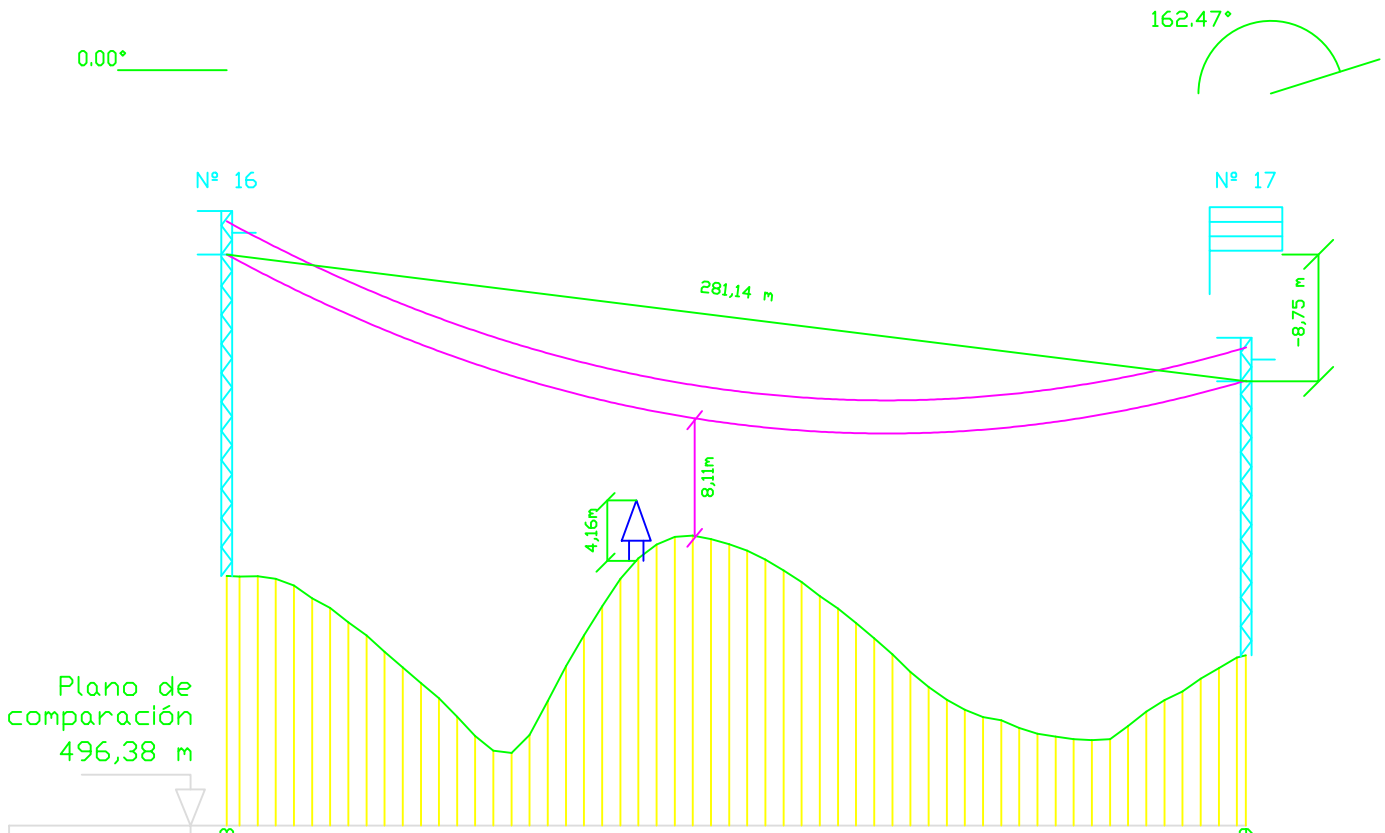
Distancias al origen	3047		3308
Cotas del terreno	519,49		513,59
Longitud del vano	Nº15	260,97m	Nº16

Características de los apoyos:

- Apoyo nº 15: Amarre, Montaje Tresbolillo,
- Apoyo nº 16: Alineación Montaje Tresbolillo,

	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
Dibujado	26-05-2016	L. Olmo Molina		
Comprobado				

Escala H= 1:2000 V= 1:500	Separata del Vano nº 15	PLANO Nº 12/14 SUSTITUYE A SUSTITUIDO POR



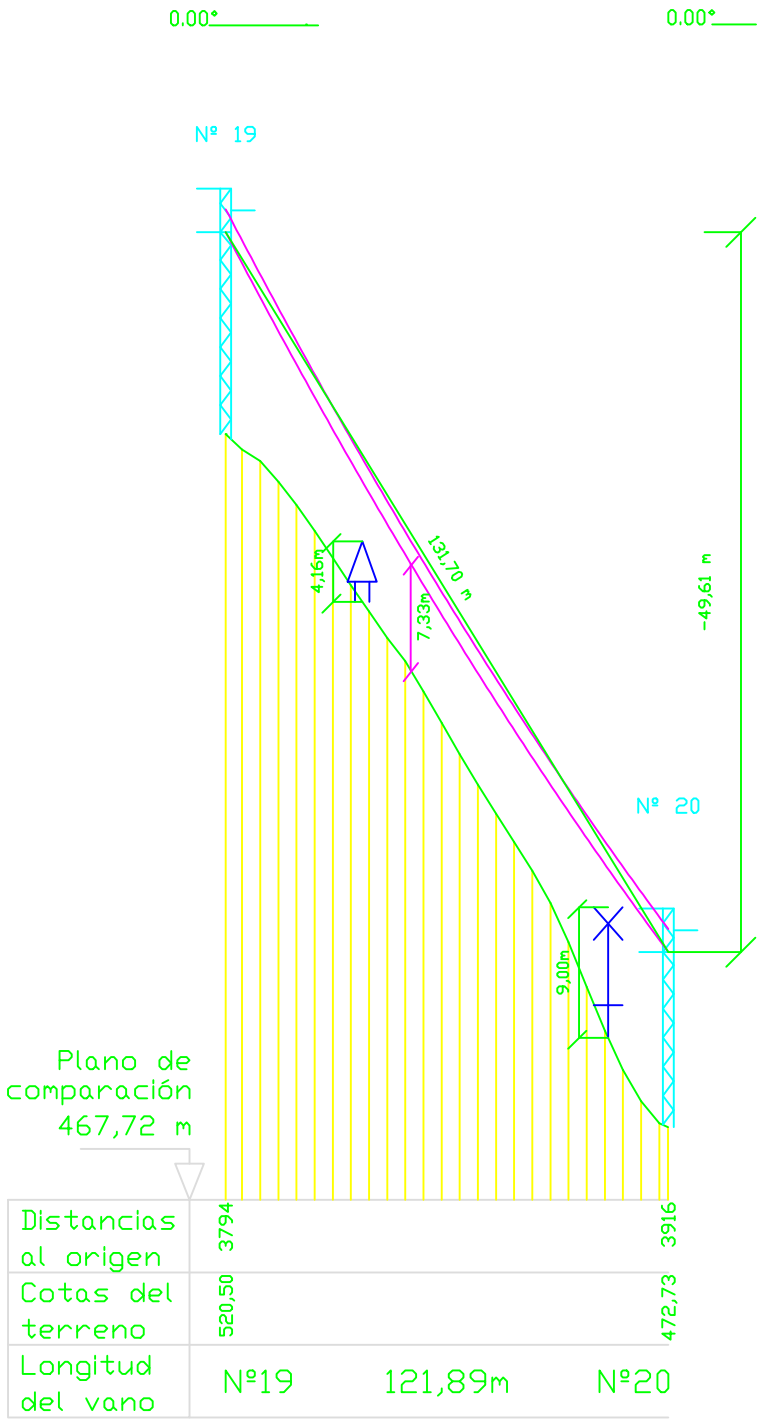
Distancias al origen	3308		3589
Cotas del terreno	513,59		508,12
Longitud del vano	Nº16	280,99m	Nº17

Características de los apoyos:

- Apoyo nº 16: Alineación Montaje Tresbolillo,
- Apoyo nº 17: Ángulo/Anclaje Montaje Tresbolillo,

	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
Dibujado	26-05-2016	L. Olmo Molina		
Comprobado				

Escala H= 1:2000 V= 1:500	Separata del Vano nº 16	PLANO Nº 13/14 SUSTITUYE A SUSTITUIDO POR



Características de los apoyos:

- Apoyo nº 19: Amarre Montaje Tresbolillo,
- Apoyo nº 20: Fin de línea, Montaje Tresbolillo,

	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
Dibujado	26-05-2016	L. Olmo Molina		
Comprobado				

Escala H= 1:2000 V= 1:500	Separata del Vano nº 19	PLANO Nº 14/14 SUSTITUYE A SUSTITUIDO POR

DOCUMENTO 4

PRESUPUESTO

PRESUPUESTO

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
DESPLAZAMIENTO MAQUINARIA	Euros	1	300 Euros	300 Euros
Euros. El camión transportará la maquinaria desde su lugar de origen hasta la zona donde se construirá la línea eléctrica				
EXCAVACIONES	Euros/h	23,325 h	50 Euros	1166,23 Euros
Euros/h. de excavación en pozos en terrenos flojos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero, pero esparcimiento de tierras sobrantes en terreno próximo y con p.p. de medios auxiliares para perfilado aproximación a dimensiones calculadas. Medida la unidad ejecutada				
HORMIGONADO PARA CIMENTACIONES (H-150)	Euros/m3	102,04 m3	103,62 Euros/m3	10573 Euros
M3. de hormigón de Fck. 150 kg/cm2. con cemento CEM II/A-P 32,5R, arena de río y árido Tmáx. 40 mm., de central para vibrar y consistencia plástica. Puesto sobre camión-cuba a pie de obra				
PUESTA A TIERRA APOYOS	UNIDAD	20 P.T.	90 Euros	1800 Euros
Ud. de puesta a tierra para apoyo, compuesta por una pica de acero cobrizado de D= 14,3 mm. y 2 m. de longitud, enterrada a 50 cm. de profundidad minima y a 80 cm. del dado de cimentación del apoyo, unida a este mediante conductor de cobre electrolitico rígido desnudo de 50 mm2 de sección nominal, bajo tubo de PVC flexible corrugado de 29 mm, atravesando dado de cimentación, incluso brida de conexión y terminal bimetálico de presion de de 35 mm. Medida la unidad ejecutada.				

PESO CONDUCTOR	Euros/KG	7968,57 KG	9,57 EUROS/KG	76262 Euros
Euros/Kg. de conductor de aluminio con alma de acero,denominación UNE LA-180, de 181,6 mm2 de sección total y 17,5 mm. de diámetro total, y masa total igual a 0,675daN/m, compuesto por 30 + 7 hilos, con una carga de rotura de 6517 daN y un módulo de elasticidad de 8.200 daN/ mm2, transportado en bobinas y puesto en obra. Medida la unidad ejecutada				
PLACAS DE PELIGRO DE MUERTE	UNIDAD	20 Ud.	14,40 Euros	288 Euros
Ud. placa de peligro de muerte colocada a 2 m. de altura sobre el nivel del suelo, de forma triangular con la inscripción "ALTA TENSIÓN" de 21cm., i/materiales para la fijación. Medida la unidad ejecutada.				
KG DE ACERO GALVANIZADO (20 APOYOS)	KG	16579 KG	1,55 Euros/KG	26820 Euros
Kg. de conductor de aluminio con alma de acero, denominación UNE LA-180, de 181,6 mm2 de sección total y 17,5 mm. de diámetro total, y masa total igual a 0,675daN/m , compuesto por 30+7hilos , con una carga de rotura de 6517 daN y un módulo de elasticidad de 8.200 daN/ mm2, transportado en bobinas y puesto en obra. Medida la unidad ejecutada				
ARMADO E HIZADO DE APOYOS	UNIDAD	19 APOYOS	288,6 Euros	5484 Euros
Ud. Armado e izado de apoyos por medios mecánicos, y graneteado de la tornillería con tres puntos por unidad, incluso pequeño material. Medida la unidad ejecutada				

SEMICRUCETA DE SALIDA DE CONDUCTORES Y APOYO	UNIDAD	1 Ud.	1821,8 Euros	1821,8 Euros
Ud. de semicruceta para salida de conductores desde punto de entronque en apoyo de la Cía. Distribuidora, construida en perfil laminado en frio y galvanizado en caliente, incluso elementos de fijación, tornillería con tratamiento superficial contra la corrosión, mano de obra de instalación, pequeño material, piezas especiales, ejecutado en horas de corte de suministro de energía autorizado por la Cía. Distribuidora.				
TENDIDO Y TENSADO CONDUCTOR LA-180	MET. LIN.	3935,28 M	1,7 Euros /M	6689,5 Euros
Ml. de tendido de línea trifásica de conductores LA-180, según pliego de condiciones y cálculos de la línea, incluso colocación y retirada de poleas, retencionado del conductor. Medida la unidad ejecutada.				
CADENAS DE AMARRE DE VIDRIO LA-180	UNIDAD	72 Ud.	82,40 Euros/Ud.	5932,8 Euros
Ud. cadena de amarre de 6 elementos del tipo ESA-1503, compuesta por 1 horquilla en bola V HB-11, 6 aisladores de vidrio templado U-40-BL, de 100 mm. de paso y 4.000 daN. de carga de rotura, 1 grapa de amarre GA-1 para diámetros de 4 a 10 mm. de 2.500 daN. de carga de rotura, 1 rótula corta R-11 para vástago de 11 mm. y 5.500 daN. de carga de rotura. Medida la unidad ejecutada				

CADENAS DE SUSPENSIÓN DE VIDRIO LA-180	UNIDAD	21 Ud.	82,40 Euros/Ud.	1730,4 Euros
Ud. cadena de amarre de 6 elementos del tipo ESA-1503, compuesta por 1 horquilla en bola V HB-11, 6 aisladores de vidrio templado U-40-BL, de 100 mm. de paso y 4.000 daN. de carga de rotura, 1 grapa de amarre GA-1 para diámetros de 4 a 10 mm. de 2.500 daN. de carga de rotura, 1 rótula corta R-11 para vástago de 11 mm. y 5.500 daN. de carga de rotura. Medida la unidad ejecutada.				
SECCIONADOR III EXT/INV. 72´5 KV, 3150 A	UNIDAD	2 Ud.	2200 Euros	4400 Euros
Ud. de seccionador tripolar invertido de proteccion para la AVIFAUNA para servicio exterior para una tensión máxima de aislamiento de 66 KV y una intensidad nominal de 3150 A, fabricado según normas CEI 129, 265 y VDE 0670, colocado a una altura mínima de 5 m. desde el suelo y de forma tal que no maniobre intespectivamente por efectos de la presión del viento , trepidaciones o gravedad, incluso herrajes, elementos de fijación, tornillería galvanizada. Medida la unidad ejecutada.				
MANDO SECCIONADOR	UNIDAD	2 Ud.	110 Euros	220 Euros
Ud. de mando para seccionador horizontal/vertical por estribo formado por maneta, 6m. de tubo de acero galvanizado de 3/4, piezas de acople entre mando y seccionador, piezas especiales, pequeño material, elementos de fijación, incluso mano de reglaje y puesta a punto. Medida la unidad ejecutada.				

BASE FUSIBES EXT. 72,5 KV, 3150 A	UNIDAD	6 Ud.	457,86 Euros	2746,86 Euros
Ud. de base fusible unipolar vertical para servicio exterior, para una tensión máxima de aislamiento de 66 KV y una intensidad nominal de 3150 A, fabricado según normas CEI 129, 265 y VDE 0670, colocada a una altura mínima de 5 m. desde el suelo, incluso herrajes, tornillería. Medida la unidad ejecutada.				
FUSIBLES APR 72,5 KV, 200 A	UNIDAD	6 Ud.	158 Euros	948 Euros
Ud. de cortacircuito fusible de alto poder de ruptura de 25 A. para tensión máximade aislamiento de 36 KV, del tipo AF-DIN con una longitud de 605 mm. y un diámetro de 540 mm. Medida la unidad ejecutada				
PARARRAYOS 45 KV	UNIDAD	3 Ud.	510 Euros	1530 Euros
Ud. de pararrayos autoválvular de ZnO con una tensión máxima de aislamiento de 45 KV, y una intensidad de descarga nominal de 34,6 KA, fabricada según norma UNE21.087, incluso pequeño material. Medida la unidad ejecutada.				
CONEXIÓN EN TENSIÓN DE LA LINEA	X	1	2500 Euros	2500 Euros
Ud. de conexion en tesion mediante utilizacion de camion con grua y barquilla aislante para derivacion en entronque sin corte de corriente, incluido solo mano de obra asi como aportacion de camion grua aislado junto con herramienta especifica para trabajos en tension.				
TOTAL				**151851,6 Euros**

DOCUMENTO 5

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

INDICE

5.1. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD……..…..56
5.2. OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD..... 56
5.3. ANÁLISIS DEL RIESGO..... 57
5.3.1 IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS..... 57
5.3.2 ESTIMACIÓN DEL RIESGO..... 57
5.3.3 SEVERIDAD DEL DAÑO..... 57
5.3.4 VALORACIÓN DEL RIESGO..... 58
5.4. SERVICIOS SANITARIOS Y COMUNES..... 60
5.5. PROTECCIONES..... 61
5.5.1 PROTECCIÓN DE LA CABEZA..... 61
5.5.2 PROTECCIÓN DEL OÍDO..... 62
5.5.3 PROTECCIÓN DE OJOS Y CARA..... 62
5.5.4 PROTECCIÓN DE LAS VÍAS RESPIRATORIAS..... 64
5.5.5 PROTECCIÓN DE BRAZOS Y MANOS..... 64
5.5.6 PROTECCIÓN DE LOS PIES..... 65
5.5.7 PROTECCIÓN DEL CUERPO ENTERO..... 65
5.6. CAÍDAS EN ALTURA..... 67
5.6.1 OBJETO..... 67
5.6.2 PRINCIPALES RIESGOS DERIVADOS..... 67
5.6.3 PROCEDIMIENTOS..... 67
5.6.4 PROCEDIMIENTOS INDIVIDUALES A UTILIZAR..... 68
5.7. INSTRUCCIONES DE OPERATIVIDAD PARA LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN NO SUBTERRÁNEAS..... 69
5.7.1 TRABAJOS EN INSTALACIONES DE ALTA TENSIÓN SIN TENSIÓN..... 70

5.1 Justificación del estudio de seguridad y salud.

De acuerdo con el artículo 4º del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, el promotor está obligado, a que en la fase de redacción de proyecto, se elabore Estudio de Seguridad y Salud en los proyectos de obra en las que se den alguno de los supuestos que más abajo se exponen:

Que el presupuesto a la hora de ejecutar por contrata incluido en el proyecto sea igual o mayor a 450.000 euros.

Que la duración aproximada de la obra sea superior a 30 días laborables, empleándose alguna vez a más de 20 trabajadores.

Que el volumen de mano de obra aproximado, siendo la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500 días.

Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.
En este caso, para la realización de este proyecto se dan los tres primeros supuestos específicos, lo que obliga a que se elabore un Estudio de Seguridad y Salud.

5.2 Objeto del estudio de seguridad y salud.

Se trata de plantear, respetando la normativa vigente, esas operaciones y medidas de prevención, que garanticen la seguridad del personal ajeno a la obra como aquellos que estén presentes en el desarrollo de la ejecución de la obra, tanto a lo que se refiere a la seguridad activa respecto de su propio lugar de trabajo y su movimiento en el interior de la obra, como la seguridad pasiva del propio centro de trabajo, durante la ejecución del mismo.

Este estudio servirá de base para que la Empresa Contratista o Empresas Contratistas designadas por la empresa promotora de la obra pueda realizar el Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este Estudio, en función de su propio sistema de ejecución de

la obra. En dicho Plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención, con la correspondiente justificación técnica sin que ello implique disminución de los niveles de protección previstos. Dichas medidas alternativas de prevención incluirán la valoración económica de las mismas, no pudiendo implicar disminución del importe total de acuerdo al segundo párrafo del apartado 4 del art. 5º del R. D. 1627/1997.

El Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo tendrá que ser aprobado antes del inicio de la obra, por la persona que coordine en Materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. En todo caso el Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo se ajustará a lo indicado en el art. 7º del R. D. 1627/1997.

5.3 Análisis del riesgo.

5.3.1 Identificación de peligros.

Para identificar los peligros, se ha realizado en función de las fases de obra o unidades constructivas del proyecto y los equipos técnicos y medios auxiliares necesarios para llevar a cabo la obra.

5.3.2 Estimación del riesgo.

Para cada peligro detectado, se observará el riesgo, determinando las consecuencias del daño y la probabilidad de que ocurra algún hecho.

5.3.3 Severidad del daño.

Para determinar las consecuencias del daño, deben considerarse:
Las partes del cuerpo afectadas.

La naturaleza del daño, ver si es ligeramente dañino, dañino o extremadamente dañino:

a) Ligeramente dañino: daños superficiales (cortes y magulladuras, irritación de los ojos por polvo), molestias e irritación (dolor de cabeza).

b) Dañino: quemaduras, conmociones, torceduras importantes, fracturas menores, sordera, dermatitis, asma, trastornos músculo-esqueléticos, enfermedad que conduce a una incapacidad menor.

c) Extremadamente dañinos: amputaciones de algún miembro, fracturas mayores de huesos, intoxicaciones, lesiones fatales, cáncer u otras enfermedades crónicas que acortan la vida.

Probabilidad de que ocurra el daño: será desde alta a baja, con el siguiente criterio:

a) Probabilidad alta: el daño ocurrirá siempre /casi siempre.

b) Probabilidad media: el daño ocurrirá en alguna ocasión.

c) Probabilidad baja: el daño ocurrirá rara vez.

5.3.4 Valoración del riesgo.

Los niveles indicados en el cuadro 1 posterior se usan para ver si se quiere mejorar los controles existentes o implantar unos nuevos, y también temporizar las acciones. En el cuadro 2 se ve el criterio que se sigue, una base, para la toma de decisiones e indica que los esfuerzos precisos para controlar los riesgos y la urgencia con la que deben adoptarse las medidas de control deben ser proporcionales al riesgo.

		CONSECUENCIAS		
		Ligeramente dañino	Dañino	Extremadamente dañino
PROBABILIDAD	BAJA	Riesgo trivial	Riesgo tolerable	Riesgo moderado
	MEDIA	Riesgo tolerable	Riesgo moderado	Riesgo importante
	ALTA	Riesgo moderado	Riesgo importante	Riesgo intolerable

Cuadro 1

RIESGO	ACCIÓN Y TEMPORIZACIÓN
Trivial	No se requiere acción especifica
Tolerable	No necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.
Moderado	Se deben realizar esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo se deben implantar en un periodo determinado. Cuando el riesgo moderado está asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.
Importante	No debe comenzar el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.
Intolerable	No deben comenzarse ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.

Cuadro 2

5.4 Servicios sanitarios y comunes.

La asistencia elemental para las pequeñas lesiones sufridas por el personal de obra, se atenderán en el botiquín instalado a pie de obra.
Asimismo, se dispondrá de un botiquín para efectuar las curas de urgencia y convenientemente señalizado. Se hará cargo de dicho botiquín la persona más capacitada designada por el Coordinador de seguridad y salud.
El botiquín contendrá:

1 Frasco conteniendo agua oxigenada.

1 Frasco conteniendo alcohol de 96 grados.

1 Frasco conteniendo tintura de yodo.

1 Frasco conteniendo mercurocromo.

1 Frasco conteniendo amoniaco.

1 Caja conteniendo gasa estéril.

1 Caja conteniendo algodón hidrófilo estéril.

1 Rollo de esparadrapo.

1 Torniquete.

1 Bolsa para agua o hielo.

1 Bolsa conteniendo guantes esterilizados.

1 Termómetro clínico.

1 Caja de apósitos autoadhesivos (tiritas).

Analgésicos.

Antisépticos

autorizados Vendas

Tijeras

Pinzas

Agua potable

La intervención facultativa ante casos de siniestros se llevará principalmente en los servicios sanitarios de la Mutua de accidentes de trabajo que corresponda a la empresa. Si no es posible al ser una urgencia, se acudirá al centro médico más cercano aunque no pertenezca a dicha Mutua de accidentes.

Los lugares de asistencia sanitaria más próximos a la obra (ambulatorio, casa de socorro, hospital y centro asistencial de la Mutua) itinerario para llegar a ellos, en el menor tiempo posible, lo conocerán todos las personas que estén en la obra y colocado en sitio visible (interior de vestuario, comedor, etc.). También estarán reflejados todos los teléfonos de estos lugares de asistencia, el de la Mutua de accidentes de trabajo y el de Urgencias.

5.5 Protecciones.

Si no existe una homologación específica por organismo de la Administración especializado, las protecciones colectivas y resguardos de seguridad en tajos, máquinas y herramientas, se ajustarán a los criterios que se adoptan respecto a las Comisiones Nacionales.

5.5.1 Protección de la cabeza.

La cabeza se puede ver dañada dentro del ambiente laboral por distintas situaciones de riesgo, algunas de ellas son:

Riesgos mecánicos. Caída de objetos, golpes y proyecciones.

Riesgos térmicos. Metales fundidos, calor, frío…

Riesgos eléctricos. Maniobras y/u operaciones en alta o baja tensión.

La protección del cráneo para dichos riesgos se usará un casco que cubre la parte superior de la cabeza.

Las características técnicas exigibles a los cascos de protección se encuentran en la norma EN 397.

5.5.2 Protección del oído.

Un protector auditivo es un elemento de protección que se utiliza para reducir los niveles de ruido que soporta los trabajadores que se encuentran en un ambiente ruidoso.

Los protectores auditivos los podemos clasificar en los siguientes grupos:

Orejeras. Las orejeras son protectores que cubren en su totalidad el pabellón auditivo. Pueden ser *cascos*, que son de plástico duro que cubren y rodean la oreja. Los bordes los cubre unas almohadillas rellenas de espuma plástica para sellar acústicamente contra la cara. El interior del casco está normalmente recubierta de un material que absorbe el ruido. Y el *arnés*, que es el dispositivo que sujeta y presiona los cascos contra la cabeza o sobre la nuca. Hay cascos de seguridad que llevan acoplados dos cascos de protección auditiva y que pueden girarse 90º a una posición de descanso cuando no es preciso su uso.

Tapones. Los tapones son protectores auditivos que se utilizan insertos en el conducto auditivo externo, obturándolo. Normalmente, no son usados para gente con enfermedades de oído o irritación del canal auditivo. Pueden llevar un ligero arnés para sujetar y evitar su pérdida.

5.5.3. Protección de ojos y cara.

Los equipos de protección personal de ojos y cara se pueden clasificar en dos grandes grupos:

Pantallas: Estas cubren la cara del trabajador, resguardando de las situaciones de riesgo a que pueda verse sometido. Las pantallas protectoras, se pueden clasificar en:

1. Pantallas de soldadores: pueden ser de mano o de cabeza. Las pantallas para soldadores llevan filtros especiales inactínicos que, dependiendo la intensidad de las radiaciones, tendrán una opacidad determinada, que se

indica por el grado de protección N. Estas pantallas, algunas llevan antecristales que protegen contra los impactos de partículas a la hora de limpiar o preparar soldaduras. Estos cristales de protección mecánica pueden ser de dos tipos: antecristales y cubrefiltros. Las características técnicas de estos equipos de protección están recogidas en las normas EN 166, EN 167, EN 169, EN 175 y EN 379.

2. Pantallas faciales: Están formadas por un sistema de adaptación a la cabeza abatible y ajustable y diferentes variantes de visores. Dependiendo del tipo de visor proporciona protección contra radiaciones, salpicaduras de líquidos corrosivos, proyección de partículas, etc. Las características técnicas de estos protectores vienen recogidas en las normas EN 166, EN 167 y EN 168.

3. Gafas: Las gafas protegen los ojos del trabajador. Las gafas, dependiendo de los riesgos a los que se someta el trabajador en su posición en el trabajo, debe garantizar los ojos. Los oculares podrán ser tanto de material mineral como de material orgánico. En cualquier caso, como la montura, requieren una certificación específica. Las gafas pueden ser de los siguientes tipos:

   a) Gafa tipo universal.
   b) Gafa tipo cazoleta.
   c) Gafa tipo panorámica.

Las características técnicas de estos equipos se encuentran recogidas en las normas EN 166, EN 167, EN 168 y EN 170.

5.5.4 Protección de las vías respiratorias.

Los equipos de protección individual hacen que el trabajador que desarrolla su actividad en un ambiente contaminado o con deficiencia de oxígeno, pueda disponer para su respiración de aire en condiciones apropiadas. Estos equipos se clasifican en dos grandes grupos:

Respiradores purificadores de aire: son equipos que filtran los contaminantes del aire antes de que sean inhalados por el trabajador. Pueden ser de presión positiva o negativa. Los primeros, también llamados respiradores motorizados, son aquellos que disponen de un sistema de impulsión del aire que lo pasa a través de un filtro para que llegue limpio al aparato respiratorio del trabajador. Los segundos, son aquellos en los que la acción filtrante se realiza por la propia inhalación del trabajador.

Respiradores con suministro de aire: son equipos que aíslan del ambiente y proporcionan aire limpio de una fuente no contaminada. Se destacan dos grandes grupos:

a) Equipos semiautónomos. b) Equipos autónomos.

Las características técnicas de los equipos de protección de las vías respiratorias se encuentran recogidas en las normas EN 140, EN 141, EN 143, EN 149, EN 405.

5.5.5. Protección de brazos y manos.

Un guante es una prenda que forma parte de la protección de las manos o parte de ésta, de riesgos. Pueden cubrir parte del antebrazo y brazo también.

Los brazos de los trabajadores pueden estar sometidos, a la hora de trabajar, a riesgos diversos, en función de los cuales la normativa de la Comunidad Europea establece la siguiente clasificación:

Protección contra riesgos mecánicos.
Protección contra riesgos químicos y microorganismos.
Protección contra riesgos térmicos.

Protección contra el frío.
Guantes para bomberos.

Protección contra radiación ionizada y contaminación radiactiva.
Cada guante, depende del material de fabricación, tiene un uso determinado y hay que elegir el más adecuado para cada tarea en particular.
Las características técnicas de los guantes se encuentran recogidas en las normas EN 388, EN 374, EN 407, EN 420, EN 421 y EN 511.

5.5.6. Protección de los pies.

Los pies son la parte del cuerpo con un gran riesgo directo o capaz de transmitir daños a otra parte del organismo por ser los puntos de contacto necesarios con el medio para desplazarnos o desarrollar la mayor parte de nuestras actividades.

El calzado de seguridad protege, además de los pies, evita también que por éstos lleguen agresiones a otras partes del organismo. Así, el calzado de seguridad no ha de verse como único elemento de protección contra impactos o pinchazos sino que además, protege contra:

- Vibraciones.
- Caídas mediante la absorción de energía.
- Disminuye el resbalamiento permitiendo una mayor adherencia.
    - Disminuye la influencia del medio sobre el que se apoya, calor o frío.
    - Previenen de agresiones químicas como derrames, etc.

Las características técnicas del calzado de protección se encuentran recogidas en las normas EN 344 y EN 345.

5.5.7 Protección del cuerpo entero.

Protegen al trabajador de riesgos que no actúan únicamente sobre partes o algunas zonas del cuerpo, sino que afectan a su totalidad.

Cubrir de forma total o parcial del cuerpo del trabajador sirve para defenderlo frente a riesgos, los que pueden ser de origen térmico, químico, mecánico, radiactivo o biológico.
Para la protección se puede usar prendas como mandiles, chaquetas, monos, etc., donde el material debe ser apropiado al riesgo existente.

Las características técnicas de la ropa de trabajo vienen recogidas en las normas EN 340, EN 366, EN 367, EN 368, EN 369, EN 467, EN 531 y EN 532.

Las prendas de señalización son las prendas reflectantes que deben utilizarse, sean brazaletes, guantes, chalecos, etc., en los lugares que de forma obligatoria estén oscuros o poco iluminados y existan riesgos de colisión, atropellos, etc.

Las características técnicas de las prendas de alta visibilidad se encuentran recogidas en las normas EN 340 y EN 471.

El cinturón de seguridad tiene como función la de retener o sostener y frenar el cuerpo del trabajador en algunas situaciones de riesgo de caída de altura, evitando los peligros derivados de las mismas.
Los cinturones de seguridad se clasifican en:

Cinturones de sujeción.
Cinturones de suspensión.
Cinturones de caída.

Las características técnicas de los cinturones de seguridad están recogidas en las normas EN 360, EN 361 y EN 362.

5.6. Caídas en altura.

5.6.1. Objeto.

Se definen y establecen las recomendaciones de seguridad que deberán aplicarse durante la realización de trabajos en altura en cualquier situación o lugar de trabajo.

5.6.2. Principales riesgos derivados.

Caídas a distinto nivel.
Caídas al mismo nivel.
Caídas de objetos en manipulación.
Pisadas sobre objetos.
Golpes por objetos o herramientas.

5.6.3 Procedimientos.

Los trabajos en altura lo realizarán personas que no tengan vértigo o padezcan de nervios, tengan ataques de epilépticos o sean susceptibles, por otros motivos, desvanecimientos…

Los trabajos en altura sólo se harán, con equipos con este fin o utilizando dispositivos de protección colectiva, como barandillas, plataformas o redes de seguridad. Si por causas del trabajo no fuera posible, se deberá disponer de medios con acceso seguros y utilizarse cinturones de seguridad para una protección equivalente.

Se deberá de proteger en particular:

Las aberturas de los suelos.
Las aberturas en paredes o tabiques, cuando estas suponga un riesgo de caída de personas.

Los lados abiertos de las escaleras y rampas de más de 60 centímetros de altura. Los lados cerrados tendrán unos pasamanos, a una altura no inferior a 90 centímetros, si la anchura de la escalera es mayor de 1,2 metros; si es menor, pero ambos lados son cerrados, al menos uno de los dos llevará pasamanos.

Las plataformas, andamios, pasarelas y también los desniveles, que pongan en peligro a los trabajadores por el riesgo de caída de altura superior a 2 metros, se protegerán con un vallado u otro sistema para proteger la seguridad.

Las barandillas serán resistentes, tendrán una altura mínima de 90 centímetros y tendrán un reborde de protección, unos pasamanos y una protección intermedia no pasar o deslizarse los trabajadores.

La estabilidad y fortaleza en elementos de soporte y el buen estado de los medios de protección se probarán antes de su uso, después de forma periódica y cada vez que sus condiciones de seguridad puedan verse afectadas por una modificación, tiempo de no ser usada u otra circunstancia.

No se empezará a trabajar en las alturas sin no se tiene el material idóneo, si no está en condiciones correctas para trabajar o simplemente no se tiene.
Está totalmente prohibido improvisar las plataformas para trabajar, sino que se fabricarán acorde con lo que dice la normativa legal vigente.

Las plataformas, pasarelas, andamiadas y, cualquier sitio en que se realicen los trabajos se deben tener accesos fáciles y seguros y no tendrán ningún tipo de objetos por medio, para facilitar el paso.

Si se trabaja en lugares de altura no se tirarán herramientas ni materiales. Se darán en mano o se utilizará una cuerda o capazo para estos fines.

Si existe el riesgo de que alguna herramienta se caiga, se colocará una baliza, o si no puede ser, se colocarán señales para alertar de peligros en la zona.

Si hubiera riesgo al caerse algún material incandescente se colocará una valla para proteger o se señalizará la zona afectada y si hubiera algún material, equipo o trabajadores en las plantas inferiores, se colocarán mantas ignífugas.

Los accesos a las plataformas de trabajo elevadas se harán con la debida seguridad, mediante escaleras de servicio y pasarelas. Nunca se debe hacer trepando por los pilares o andando por las vigas.

Los pavimentos de las rampas, escaleras y plataformas de trabajo serán de materiales que no resbalen o se le echará productos antideslizantes.

Se tendrá gran cuidado para no cargar los pisos o forjados recién construidos con materiales, aparatos o cualquier carga que pueda hundirlos.

Cuando se trabaja en cubiertas y tejados se usarán los medios adecuados para trabajar sin peligro, así como barandillas, pasarelas, plataformas, andamiajes o escaleras.

Cuando las cubiertas y tejados sean de materiales resbaladizos o de poca resistencia, y que tengan gran inclinación o que las condiciones atmosféricas no sean favorables, se aumentarán las medidas de seguridad, agarrando a los trabajadores con cinturones de seguridad, que irán unidos a puntos fijados sólidamente.
Los trabajadores que monten estructuras metálicas o de hormigón armado o sobre elementos de la obra que por su altura o por otra situación, supongan un peligro de caída grave, deberán estar provistos de cinturones de seguridad, unidos a puntos sólidamente fijados.

5.7 Instrucciones de operatividad para líneas de alta tensión no subterráneas.

Una instalación de alta tensión en la que se va a trabajar o va a estar próximo a ella, no se puede considerar que esta sin tensión, si no ha sido consignada o en descargo y se ha verificado la ausencia de tensión.

Queda totalmente prohibido tocar puntos de alta tensión que estén en tensión, ni siquiera con guantes que estén aislados, así como el realizar trabajos sobre los mismos,

incluso con herramientas aisladas, a no ser que los trabajos tengan que realizarse en tensión.

Esta prohibición no comprende el uso, en las condiciones reglamentarias, de las pértigas de maniobra, de los dispositivos de verificación de ausencia de tensión o de los dispositivos concebidos para los controles de tensión.

Las maniobras de los aparatos de corte no están consideradas como un trabajo sobre los conductores o sus partes contiguas.

Para realizar estas maniobras es obligatorio usar una banqueta o alfombra aislante y por supuesto el uso de los guantes aislantes.

Cuando el mando de un aparato queda a mano de los transeúntes, debe estar enclavado materialmente después de cada maniobra, bien sea en posición de apertura o de cierre.

5.7.1. Trabajos en Instalaciones de alta tensión sin tensión.

Aunque el trabajo sea sin tensión en una instalación de alta tensión hay que pedir previamente descargar la instalación.

Para realizar los trabajos, el jefe de la obra pondrá a disposición de la persona encargada de dejar la instalación en situación de descargo los documentos que identificarán la instalación.

Las operaciones que corresponden al encargado de descargar la instalación serán:

Abrir con un corte que se haga de forma visible de los circuitos o instalaciones solicitadas Cuando no pueda ser visible el corte, habrá dispositivos que aseguren un corte efectivo.

Enclavamiento, cuando está en posición de apertura los aparatos de corte y señalización en el mando de los citados aparatos. La señalización es la

protección mínima cuando no se puede inmovilizar materialmente, por medio de candados, cerraduras, etc., los aparatos de corte, así como los seccionadores de mando, etc. La señalización tiene que ser bastante visible y donde llevará escrito algo como 'Prohibido maniobrar trabajos', con el nombre de la persona que ha solicitado el descargo.

Se tiene que verificar que no existe tensión. Se hará en cada uno de los conductores, siendo algo obligatorio comprobar, antes y después de la operación, del correcto funcionamiento del detector. Al verificar la instalación se considerará en tensión y el operario utilizará el dispositivo correcto (pértigas, etc.) y aislándose con guantes y banqueta o alfombra si es posible.

Puesta a tierra y en cortocircuito. Se ha de realizar con los dispositivos especiales usados para este fin y en cada uno de los conductores. Si la puesta a tierra se realiza por medio de seccionadores de tierra fijos, se comprobarán que las cuchillas han quedado cerradas. Si no existen puntos fijos, necesariamente se preparará la instalación para que las pinzas de tierra hagan un buen contacto. (Rascar pintura, preparar puntos donde pueda realizarse la toma de tierra, etc.) Si las fases estuviesen muy separadas, si el conductor de una fase no está afectado por los trabajos y no queda en la zona de trabajo o próximo se podrá dejar sin conectar a tierra y en cortocircuito.

El operario que esté encargado de hacer la descarga de la línea anotará de forma explícita en el documento de consignación, que remitirá, si es posible al jefe de los trabajos, los límites de la zona que quedan protegidos.

Cuando existan otras instalaciones cercanas en tensión y pueda haber contacto de los trabajadores con partes en tensión, se colocarán pantallas aislantes apropiadas, para evitar cualquier contacto accidental. La situación donde se colocarán estas pantallas será mencionada en la hoja del descargo.

Cuando se confirma, por la persona que realiza el descargo, las operaciones que al mismo le corresponden, el jefe de trabajos, en el lugar donde se van a realizar los

trabajos, se procederá a realizar de forma obligada, antes de iniciar el trabajo, las siguientes operaciones:

Verificar la ausencia de tensión. Esta operación se tendrá en cuenta las precauciones del apartado anterior descrito. S observase que hubiera tensión en alguno de los conductores, el jefe de trabajos lo comunicará a la persona encargada de realizar el descargo y no se colocarán las puestas a tierra y en cortocircuito hasta que no se verifique que no existe tensión. Se presentará especial atención al peligro que representa la presencia de condensadores estáticos.

Puesta a tierra y en cortocircuito. En esta operación, se contará con las precauciones indicadas anteriormente, se realizará lo más cerca que se pueda al lugar de trabajo y a ambos lados de cada uno de los conductores que se encuentren en la zona de trabajo.

Delimitación de la zona de trabajo. LA zona que afecta a cada grupo de trabajadores se debe delimitar de todas las formas posibles, para proteger al personal (incluso ajeno a los trabajadores), con elementos de señalización visibles (pancartas, banderines, barreras, cintas, etc.

Cuando el jefe que hace los trabajos es el mismo que descarga la línea, realizará todas las operaciones necesarias para el descargo.

Cuando no se pueda separar los límites que protegen la zona de trabajo y su proximidad, lo que llevará a la superposición de puestas a tierra, el operario que tiene como función que la instalación esté en descargo realizará las puestas a tierra y en cortocircuito previstas y el jefe de trabajos podrá ser dispensado de dicha operación, No obstante, el jefe de trabajos tiene por obligación comprobar que la puesta a tierra se ha realizado correctamente y que queda reflejado en la hoja de descargo. Sin embargo, el jefe de trabajo podrá, situar aquellas puestas a tierra complementarias distribuidas, si lo ve conveniente, que aseguren toda la protección de la zona de trabajo, y colocar el enclavamiento y señalizar de forma oportuna (riesgos por las dimensiones de la zona de trabajo o los peligros particulares: cruce de una línea en tensión, inducción, etc.)

<u>DOCUMENTO 6</u>

ANÁLISIS AMBIEMTAL

ÍNDICE

6. OBJETO, FINALIDAD Y DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD……79

6.1. OBJETO……79

6.2. FINALIDAD…….…79

6.3. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD……79

6.3.1.ANTECEDENTES……...79

6.3.2. LOCALIZACIÓN…….80

6.3.3. SUELO OCUPADO POR LOS APOYOS…….80

6.3.4. FRANJA DE SUELO SOBREVOLADA POR LOS CONDUCTORES……80

6.3.5. ALTITUD…….....81

6.3.6. ALTURA DE LOS CONDUCTORES SOBRE EL TERRENO.....81

6.3.7. CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA…….81

6.3.7.1. RESUMEN TIPOS DE APOYOS……...81

6.4. EMPLAZAMIENTO……...82

6.5. MAQUINARIA, EQUIPOS Y PROCESOS……..82

6.5.1. REPLANTEO…….82

6.5.2. ACCESOS Y EXCAVACIÓN…….....82

6.5.3. HORMIGONADO…….....84

6.5.4. ARMADO E IZADO…….....85

6.5.5. TENDIDO, TENSE Y REGULADO…….. 86

6.6. MATERIALES EMPLEADOS…….....87

6.6.1. APOYOS……...87

6.6.2. CADENAS……....87

6.6.3. CONDUCTORES……....88

6.6.7. ZANJAS……...88

6.7. RIESGOS AMBIENTALES Y SU CORRECCIÓN…….....89

6.7.1. RUIDOS Y VIBRACIONES……89

6.7.1.1. OBJETO……..89

6.7.1.2. ÁMBITO DE APLICACIÓN……90

6.7.1.3. DEFINICIONES……90

6.7.1.4. DESCRIPCIÓN……..91

6.7.1.4.1. Medición de ruidos……91

6.7.1.4.2. Equipos de medición……92

6.7.1.4.3. Calibración de equipos.....92

6.7.1.4.4. Factores a tener en cuenta en la toma de medidas de ruido……..…...93

-EFECTOS DEL OBSERVADOR…….…..93

-ONDAS ESTACIONARIAS……...93

-CONDICIONES METEOROLÓGICAS……..93

6.7.1.5. EVALUACIÓN DEL RUIDO……....94

6.7.1.6. DEFIN. DE LA ZONA Y PUNTOS DE MEDIC.....94

6.7.1.6.1. Medidas en el exterior……..94

6.7.1.6.2. Medidas en el interior……..…95

6.7.1.7. DURACIÓN DE LA MEDICIÓN……..95

6.7.1.8. DETERM. DE LOS NIVELES DE RUIDO……..95

6.7.1.8.1. Centros de transformación……...95

6.7.1.8.2. Líneas eléctricas de alta tensión……..…95

6.7.1.9. PARÁMETROS DE MEDIDA……..…96

6.7.1.10. MEDICIÓN Y DETERMINACIÓN DE VIBRACIONES…….……96

6.7.1.11. INFORMES DE LAS MEDIDAS…….....96

6.7.1.12. ACTUAC. EN CASO DE INCUMPLIMIENTO.....97

6.8. EMISIONES A LA ATMÓSFERA…….....97

6.8.1. CAMPOS ELÉCTRICOS…….....97

6.8.1.1. OBJETO.....97

6.8.1.2. ÁMBITO DE APLICACIÓN..... 98

6.8.1.3. DEFINICIONES..... 98

6.8.1.4. DESCRIPCIÓN..... 100

6.8.1.4.1. Medición de campos eléctricos y magnéticos.....100

6.8.1.4.2.Equipos de medida 100

6.8.1.4.3. Calibración de equipos.....100

6.8.1.4.4. Método general de medida..... 101

6.8.1.4.5. Evaluación de las medidas.....101

6.8.1.4.6.Actuaciones relativas a las medidas de campo electromagnético..... 102

6.9.UTILIZACIÓN DEL AGUA Y VERTIDOS DE LÍQUIDOS…….....102

6.9.1.ENVASADO, ETIQUETADO, DEPÓSITO TEMPORAL, Y ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS……102

6.9.1.1. OBJETO ……..... 102

6.9.1.2. ÁMBITO DE APLICACIÓN.....102

5.3.1.3. DEFINICIONES..... 102

6.1.9.4. DESCRIPCIÓN..... 103

6.1.9.4.1. Ubicación de residuos peligrosos..... 103

6.1.9.4.2.Almacenamiento..... 103

6.10. CONTROL DEL PCB CONTENIDO EN ACEITE DIELÉCTRICO USADO Y EQUIPOS DESECHADOS…… 105

6.10.1. OBJETO..... 105

6.10.2. ÁMBITO DE APLICACIÓN..... 105

6.10.3. DEFINICIONES.....106

6.10.4. DESCRIPCIÓN..... 106

6.10.4.1 CARACTERIZACIÓN DEL CONTENIDO DE PCB EN ACEITE USADO EN BIDONES O DEPÓSITOS……...106

6.10.4.2. ANÁLISIS CON KIT QUÍMICO.....106

6.10. 4.3. CARACTERIZACIÓN DEL CONTENIDO DE PCB DE LOS EQUIPOS…… 107

6.11. GENERACION, ALMACENAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE RESIDUOS ……..108

6.11.1. GESTIÓN DE LOS RESIDUOS……...108

6.11.1.1. OBJETO..... 108

6.11.1.2. ÁMBITO DE APLICACIÓN.....108

6.11.1.3. DEFINICIONES..... 108

6.11.1.4. DESCRIPCIÓN.....109

6.11.1.4.1. Tipos de residuos..... 109

6.11.1.4.2. Recogida selectiva y traslado de residuos..... 110

6.11.1.4.3. Almacenamiento..... 111

6.11.1.4.4. Registro..... 111

6.11.1.4.5. Declaración anual de residuos peligrosos..... 112

6.11.1.4.6. Envasado de residuos peligrosos..... 112

6.11.1.4.7. Etiquetado de residuos peligrosos..... 112

6.11.1.4.8. Comprobaciones previas a la expedición de un rp……112

6.11.1.4.9. Retirada de residuos por gestor autorizado..... 113

6.12. ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS ……..116

6.12.1.OBJETO.....116

6.12.2. ÁMBITO DE APLICACIÓN ……..116

6.12.3. DEFINICIONES..... 117

6.12.4. DESCRIPCIÓN.....118

6.12.4.1. ALMACENAMIENTO……..118

6.12.4.2. GESTIÓN DE MATERIAS PRIMAS PELIGROSAS…… 118

6.12.4.3. INSPECCIÓN DEL ALMACÉN DE MATERIAS PRIMAS PELIGROSAS……120

6.13. MEDIDAS DE SEGUIMIENTO Y CONTROL…….....120

6.14. DECRETO 178/2006, PROTECCIÓN AVIFAUNA…….....121

6.14.1. DEFINICIONES:...121

6.13.2. MEDIDAS ANTIELECTROCUCIÓN…..... 122

6.13.2.1. MEDIDAS ADOPTADAS.....123

6.13.2.2. MEDIDAS ANTICOLISIÓN….....124

6.13.2.3. MEDIDAS ADOPTADAS.....124

6.15. CONCLUSIÓN AL ANÁLISIS……..…125

6.16. MEDIDAS ADOPTADAS……125

6.16.1. ANTIELECTROCUCIÓN.....125

6.16.2. ANTICOLISIÓN.....126

6. OBJETO, FINALIDAD Y DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

6.1. Objeto

Endesa, empresa distribuidora de energía eléctrica en Jaén, se formula el presente anexo al proyecto de "Alimentación eléctrica a 66 Kv para subestación de tracción eléctrica de 3300Vcc, y 3,3 MW " , para obtener de la Administración la Autorización Administrativa de la construcción de la instalación, y así aprobar el proyecto de ejecución de las mismas.

Endesa, está tramitando 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.

6.2. Finalidad

El fin del anexo es hacer constar que este proyecto cumple con lo indicado en la **Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental, Sección 5ª, Calificación Ambiental, Art. 41 y siguientes**.

6.3. Descripción de la actividad

6.3.1. Antecedentes

Este Análisis Ambiental se realiza para complementar el proyecto de línea eléctrica aérea denominado: * Alimentación eléctrica a 66 Kv para subestación de tracción eléctrica de 3300Vcc, y 3,3 MW *.

6.3.2. Localización

Las instalaciones que se proyectan estarán ubicadas en el término municipal de *Vilches* según puede verse en los planos que se acompañan.

Como se observa, la línea no afecta a ningún Parque Natural, ni a Parque Nacional o Espacio Protegido.

La instalación, 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.

6.3.3. Suelo ocupado por los apoyos

La superficie ocupada por los apoyos de este tipo de líneas de Distribución varía dependiendo del tipo de apoyo y de la compacidad del terreno, pero oscila siempre alrededor del metro cuadrado. Cogemos, para no equivocarnos, el valor de 1 m2 por apoyo; al ser *20* el número de apoyos, obtenemos: *20* m² de superficie ocupada por los apoyos a instalar.

6.3.4. Franja de suelo sobrevolada por los conductores

Cuando una línea cruza una zona de árboles y la solución es, 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. Pero si no hay que hacer 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 esta instalación no es necesaria la apertura de calle y obtenemos:

21735,86 m² de suelo sobrevolado por los conductores.

6.3.5. Altitud

La cota mínima es de *472,5 m* hasta otro de cota máxima de *587,6 m* (m sobre el nivel del mar).

La cota del apoyo situado a menor altitud es de: *472,5 m. y la del apoyo situado a mayor altitud de: *587,2 m.

6.3.6. 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.

Al pasar por encima de árboles, se aumentará la altura de los apoyos de forma que, entre los conductores y las ramas más altas, haya una separación mínima de 2 metros (punto 5.12.1 de la ITC-LAT 07), ya que las ramas son masa conductora. Para cumplir la condición tendremos en cuenta la altura previsible y la velocidad de crecimiento de los árboles y ver si son necesarias podas periódicas, en el caso de la instalación que nos ocupa, la línea discurre por encima de pinos entre los apoyos B y C, y habrá una distancia mínima entre la copa y el conductor más bajo de 2 m.

6.3.7. Características de la línea

La *nueva* línea aérea de media tensión (L.A.M.T.) que se proyecta para *66 kV* será de con conductor *LA-180 (181,60 mm²)* en montaje tipo *tresbolillo***.**

<u>Resumen tipos de apoyos</u>

Nº APOYOS CON CADENAS DE AISLADORES HORIZONTALES: ***13***

Nº APOYOS CON CADENAS DE AISLADORES VERTICALES: ***7***

6.4 Emplazamiento

El proyecto de la que se proyecta, se desarrollará en el paraje denominado:
(Calancha) , en el T.M. de *Vilches*.

Se acompaña plano a escala, con indicación de las distancias significativas desde el punto de vista medioambiental.

6.5. Maquinaria, equipos y procesos

En el proceso de construcción de la línea podemos distinguir las siguientes fases:

6.5.1. Replanteo

El replanteo de la línea lo hará un topógrafo de E.D.E. o por la ingeniería encargada, para lo que tendrá un equipo de topográfico tipo GPS.

6.5.2. Accesos y excavación

Los caminos que se realicen para llegar a los apoyos se realizarán para que produzcan las mínimas alteraciones del terreno. Preferentemente se usarán los caminos existentes, aunque en algunos casos no sean los más adecuados.

Todos los accesos serán acordados, en cada caso, previamente con los correspondientes organismos o propietarios.

Está prohibido cambiar las corrientes naturales del agua, realizar desmontes o terraplenes carentes de una mínima capa de tierra vegetal. Cuando las características del terreno lo obliguen, se canalizarán las aguas de forma que se eviten encharcamientos y erosiones del terreno.

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

Señalizar el acceso a cada apoyo para que los vehículos realicen las entradas y salidas por un mismo lugar y utilicen las mismas rodadas.

Alrededor de cada apoyo se limitará el espacio y que nunca ocupará más espacio del necesario.

Causar el mínimo daño posible, aunque el camino propuesto por la propiedad sea de mayor desarrollo.

Mantener cerradas en todo momento las cercas de propiedades que se crucen, a fin de evitar movimientos de ganado no previstos.

En huertos, frutales, viñas y otros espacios sensibles, se podrá obligar a que el acceso se realice con vehículos ligeros (Dumper), caballerías, etc.

La excavación de los apoyos se hará con máquina retroexcavadora con ruedas o cadenas. Si no es posible el acceso de estas máquinas, se efectuará la excavación manual mediante herramientas o compresores.

El Contratista colocará las señalizaciones y protecciones necesarias, en 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 puedan presentar desprendimientos, para seguridad de las personas. Si entrara agua en los hoyos, ésta deberá ser sacada 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 será transportada a un lugar donde 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.

Nunca debe adelantarse al hormigonado en más de diez días naturales, para evitar que se derrumben los hoyos, pudiendo el representante de E.D.E. parar los trabajos de excavación si los de hormigonado no avanzan adecuadamente.

6.5.3. Hormigonado

El hormigonado de los apoyos 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 coarrugado 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 bancada que sobresale del terreno, o peana, tendrá terminación en forma de tronco de pirámide, siendo la inclinación de sus caras no inferior al 20%. En terrenos de labor, la peana sobresaldrá del terreno, en su parte más baja, un mínimo de 30 cm siendo esta altura en el resto de terrenos no inferior a 20 cm. Se cuidará que las superficies vistas estén bien terminadas.

6.5.4. Armado e izado

Comprobado que los apoyos no tienen anomalías se procederá al armado de apoyos, 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 izado del apoyo se adecuará al tipo del mismo, y una vez instalado dicho apoyo, deberá quedar vertical, menos en apoyos de fin de línea o ángulo, que se le dará una inclinación de 0,5 a 1 % en sentido opuesto a la resultante de los esfuerzos producidos por los conductores.

No se izará un apoyo hasta que haya transcurrido, una semana desde que se realizó el hormigonado de su anclaje.

En el izado de apoyos con grúa, tendrá 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. Está prohibido izar con grúa aquellos apoyos que se encuentren en zonas de viñedos, frutales, huertas, etc., y dañen los cultivos. Los accesos de las grúas serán los mismos que los usados para la obra civil y los acopios.

En cada apoyo irá colocada 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.

6.5.5. Tendido tense y regulado

Antes de proceder al tendido de los conductores, todos los apoyos llevarán indicación de riesgo eléctrico.

No comenzará el tendido de los conductores pasado un tiempo mínimo de una semana entre la terminación del hormigonado de los apoyos y el comienzo del tendido. Siempre que sea posible, se realizará ésta acción, siendo lo óptimo que haya transcurrido 28 días.

Las bobinas de conductores, deberán ser tratadas con mucho cuidado para que no se deteriore los cables y mantener el carrete de madera en buen estado de conservación. 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 se monta en rodamientos de bolas suficientemente engrasadas y las armaduras no rozarán sobre las poleas de aluminio.

Cuando se haga el tendido sobre vías de comunicación, (carreteras, autovías, ferrocarriles, caminos, etc.), se protegerán especialmente de carácter provisional para que impidan la caída de los conductores sobre las citadas vías de comunicación. Estas protecciones son provisionales y deben ser capaces de soportar con toda seguridad los esfuerzos anormales que por accidentes puedan ocurrir en caso de caer algún (o algunos) cables sobre ellas. Las protecciones que se monten en las proximidades de carreteras o caminos serán balizadas convenientemente.

En los cruzamientos de carreteras se colocarán señales de tráfico de obras, limitaciones de velocidad, peligro, etc., que el Organismo Oficial de carreteras crea necesario.

El contratista deberá 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.

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 hacer el tendido mecánicamente, se usarán tambores de frenado y su diámetro no sea inferior a 60 veces el conductor que se vaya a tender.

Los cables piloto para el tendido serán flexibles y antigiratorios e irán unidos al conductor mediante manguitos de rotación para impedir la torsión.

6.6. Materiales empleados

6.6.1. Apoyos

Serán metálicos y galvanizados en caliente, resueltos con fuste en barras atornilladas o electro-soldadas y cabeza en cuerpo único soldado, según recomendaciones UNESA 6704-A.

6.6.2. Cadenas

Todos los apoyos llevarán cadenas de aisladores de suspensión en los apoyos de alineación (verticales) y cadenas de amarre (horizontales) en los ángulos, anclajes y fin de línea.

Las cadenas de aislamiento serán de polimérico o de vidrio, en cuyo caso, los apoyos de alineación, para cada cadena estará compuesta por 3 elementos U40BS y en los de ángulo, anclaje y fin de línea, cada cadena estará compuesta por 3 elementos U70BS.

6.6.3. Conductores

En este proyecto se ha considerado el conductor: *LA-180 (181,60 mm²)*, cuyas características son:

*Conductor LA-180 (181,60 mm²):

- Designación: LA-180
- Sección (mm²): 181,60
- Diámetro (mm): 17,500
- Carga de rotura (daN): 6517
- Peso (daN/m): 0,675
- Módulo de elasticidad (daN/mm²): 8200
- Coeficiente de dilatación (°C-1): 0,00001784
- Resistencia kilométrica (Ohm/km): 0,194
- Composición: 30+7

6.6.4. Zanjas

Las dimensiones de las zanjas, y los tipos de las mismas irán reflejados en PLANOS.

Para demoler los pavimentos se usarán compresores insonorizados y cuando se trate de calzadas con morteros asfálticos u hormigones en masa se efectuará previamente un corte con disco.

Todas las zanjas irán valladas a ambos lados de la misma con vallas metálicas. Se dispondrán las señalizaciones necesarias y de iluminación nocturna.

Mientras se trabaje 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 intentará hacer canalizaciones por las aceras, y si no fuera posible se efectuarán por la calzada; En estos casos las zanjas se efectuarán paralelas a la línea de bordillo y a 60 cm de separación.

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./m3 cuando se realice a píe de obra. Se evitará la entrada de hormigón en los tubos.

Cuando también se instalen 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 sobrantes de la excavación se retirarán diariamente, ya que no se utilizarán para el relleno posterior.

Se rellenarán las zanjas para obtener las terminaciones indicadas en el apartado Planos.

6.7. Riesgos ambientales y su corrección

6.7.1. Ruidos y vibraciones

Determinación y control de ruidos y vibraciones.

6.7.1.1. Objeto

Esta parte tiene como objeto definir la sistemática para el control del ruido y vibraciones de las instalaciones de Distribución, implantar parámetros que permiten realizar el

seguimiento y establecer la secuencia de actuación en caso de que los resultados no sean satisfactorios.

6.7.1.2. Ámbito de aplicación

Esta instrucción es de aplicación a:

- Centros de transformación

Para determinar los niveles de inmisión de ruidos y vibraciones en el exterior de las mismas y a:

- Líneas eléctricas de alta tensión

Para determinar los niveles de ruidos.

6.7.1.3. Definiciones

Ruido: Es una mezcla compleja de sonidos con frecuencias fundamentales diferentes. En un sentido amplio, puede considerarse ruido cualquier sonido que interfiere en alguna actividad humana.

Nivel de fondo: Es 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.

dB(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.

6.7.1.4. Descripción

<u>Medición de ruidos</u>

Se mide el nivel de ruido en el ambiente exterior y/o interior siempre que haya 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.

Donde se necesite aplicar medidas correctivas, no se realizará la medición y se procederá a un procedimiento "Tratamiento de no conformidades, acciones correctoras y preventivas".

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 .

Las características mínimas de los equipos de medición serán los establecidos en las diversas ordenanzas nacionales y territoriales sobre ruidos.

Calibración de equipos

Se garantizará la calibración de los equipos .

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 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.

Factores a tener en cuenta en la toma de medidas de ruido

Efectos del observador

Casi todas las medidas se hacen con el sonómetro en la mano. La posición relativa de la persona puede variar los resultados, sobre todo en medidas al aire libre y cerca de superficies reflectoras.

Las diferencias pueden llegar a 5dB. Para al mínimo se separa el sonómetro del cuerpo lo máximo posible. En locales cerrados es menos perturbador, ya que las reflexiones del sonido en las paredes facilitan que el sonido llegue al micrófono por un lado u otro.

Ondas estacionarias

En espacios cerrados y pequeños, sobre todo si hay transmisiones por estructura, las reflexiones entre las paredes dan origen a ondas estacionarias, el resultado es que, desplazando lentamente el sonómetro de 50 a 80 cm., se verán variaciones de nivel que pueden llegar a 10 dB(A).

Condiciones meteorológicas

Humedad y temperatura

Hasta un 90% de humedad relativa no se necesita tomar precauciones especiales ya que los sonómetros se modifican menos de 0,5 dB. No se tendrán a los equipos de medida a temperaturas superiores de 50ºC, ni siquiera temporalmente, ni dejarlo expuesto al sol en el interior de un vehículo, ya que se producen cambios de sensibilidad.

Viento

El viento en el micrófono, en las medidas al aire libre, incrementa el nivel de frecuencias bajas debido a las turbulencias cerca del diafragma del micrófono. Las medidas en el exterior se realizan teniendo el micrófono protegido con pantallas antiviento.

En general para velocidades del viento superiores a los 3 m/s se desistirá de la medición.

6.7.1.5. Evaluación del ruido

La evaluación del ruido es comparar 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 las ordenanzas municipales de protección contra el ruido. En la mayoría de los municipios tienen ordenanzas que regulan los niveles de estos ruidos. Los niveles están en función de la zona y del horario en que se producen. Las zonas son generalmente:

- las zonas residenciales,
- las zonas residenciales con pequeñas actividades compatibles con residencias o zonas mixtas.
- las 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.

6.7.1.6. Definición de la zona y puntos de medición

Las mediciones se realizan en interiores y/o exteriores del espacio afectado por el ruido.

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.

Medidas en el interior

Las mediciones interiores se harán a una distancia de las paredes de 1 m aproximadamente del suelo. Se verá la pared que se considere fundamental en la transmisión del ruido. En el lugar seleccionado se mueve el sonómetro de forma paralela a la pared transmisora para localizar el punto de mayor presión acústica. Este movimiento se realiza a lo largo de 0,5 m. en cada sentido.

6.7.1.7. Duración de la medición

La duración de la medición depende de la regularidad de la variación del nivel sonoro.

La medición será 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. Si existe normativa al respecto, la duración de la medición se hará por los tiempos e indicaciones que esta establezca.

6.7.1.8. Determinación de los niveles de ruido

6.7.1.8.1. Centros de transformación

Será igual criterio que para las subestaciones. Los puntos de medición se eligen viendo las molestias que pueda originar a la población, incluyendo si es necesario, puntos en el interior de las viviendas próximas a la instalación.

6.7.1.8.2. Líneas eléctricas de alta tensión

El ruido de las líneas eléctricas de alta tensión consiste en un zumbido de baja frecuencia y un chisporroteo denominado "Efecto Corona" que se ve bajo los conductores, pero a unos pocos metros de distancia este ruido no se siente. Para ver el nivel 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. Los puntos de medición serán

próximos a núcleos de población. Las medidas se realizan en el período horario nocturno.

6.7.1.9. Parámetros de medida

El nivel sonoro se expresa en decibelios ponderados, conforme a la red de ponderación normalizada A [dB (A)].

Los parámetros que se miden en cada uno de los puntos son los siguientes:

LAeq,T: Nivel de ruido equivalente en ponderación A-weighted. Corresponde al nivel promedio energético calculado para el período de medición. A efectos legales, este valor es el que se ha de comparar con los niveles máximos permitidos.

Lmáx: Nivel de ruido máximo alcanzado durante el tiempo de medición.

Lmín: Nivel de ruido mínimo alcanzado durante el tiempo de medición.

6.7.1.10. Medición y determinación de vibraciones

Las vibraciones son percibidas, a través de los forjados y paredes de las viviendas.

En muchas ocasiones se perciben los ruidos de bajas frecuencias que generan las vibraciones al excitar paredes, también en suelos y demás elementos constructivos. Los criterios de vibraciones admisibles en las viviendas se ven en las ordenanzas municipales.

6.7.1.11. Informes de las medidas

El resultado de las mediciones constará en el informe siguiente:

a) Características instalación: código, nombre y término municipal.

b) Antecedentes: peticionario del informe, motivo u objeto de la medida.

c) Entorno: características urbanísticas y topología de la zona de medida, descripción del entorno.

d) Fuentes de ruido: localización, descripción general, característica de la fuente de ruido, características 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), otros equipos.

g) Datos de la medida: observaciones, incidencias, condiciones meteorológicas, etc.

h) Conclusiones: actuaciones que se derivan de la evaluación, adopción o no de medidas correctoras.

6.7.1.12. Actuaciones en caso de incumplimiento

Si se incumplen los límites establecidos por la Ordenanza Municipal correspondiente y por la legislación vigente aplicable se procede al procedimiento NEA-108 "Tratamiento de no conformidades, acciones correctoras y preventivas".

6.8. Emisiones a la atmósfera

6.1.8. Campos eléctricos

6.1.8.1.1. Objeto

Es definir un método de medida de campos eléctricos (CE) y magnéticos (CM) en las Instalaciones de Eléctrica, para ver la perturbación que produciría la emisión de un campo eléctrico y/o de inducción magnética en las mismas. Así se asegura que la las instalaciones no superen los límites estipulados en la recomendación europea que son a frecuencia industrial de 50 Hz las siguientes:

• Campo eléctrico: 5 kV/m

• Campo magnético: 100 µT

6.1.8.1.2. Ámbito de aplicación

Este procedimiento es de aplicación a la medición de campos eléctricos y magnéticos existentes en las proximidades de líneas distribución, centros de transformación y red de baja tensión propias de Eléctrica.

6.1.8.1.3. Definiciones

Intensidad de campo eléctrico: Si se tiene un conjunto de cargas eléctricas y se coloca una carga de prueba q inmóvil en dicha región, esta carga experimentará una fuerza. Esta fuerza será proporcional a la carga q, de tal modo que el cociente F/q es invariable y representa una propiedad local del espacio que denominamos campo eléctrico E. El campo eléctrico se expresa en voltios por metro (V/m). 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. Para campos sinusoidales de régimen permanente, cada componente espacial es un número complejo o fasor (véase fasor). Los componentes espaciales (fasores) no son vectores. Las componentes espaciales tienen un ángulo en función del tiempo, mientras que los vectores tienen ángulos espaciales. Una representación de un campo eléctrico sinusoidal de régimen permanente, útil para caracterizar campos de líneas de transmisión de energía eléctrica, es un vector girando en un plano donde describe una elipse cuyo semieje mayor representa la magnitud y dirección del máximo valor del campo eléctrico, y cuyo semieje menor representa la magnitud y dirección del campo un cuarto de ciclo más tarde. El campo eléctrico en dirección perpendicular al plano de la elipse es cero. Véase campos de corriente alterna monofásicos y polifásicos.

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. Las frecuencias más utilizadas 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 (también se pueden producir campos
magnéticos con imanes permanentes). 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 μ (B = μ H). La permeabilidad magnética depende del medio. En el vacío se designa como μo. En el aire y en la mayoría de los materiales no magnéticos (incluido el tejido humano) coincide esencialmente con μo y tiene un valor de 4p x 10-7 henrios/metro, por lo que la relación entre B y H es invariable y se puede usar indistintamente. Las propiedades vectoriales del campo producido por las corrientes de las líneas de transmisión de energía eléctrica, son las mismas que las indicadas anteriormente para el campo eléctrico. La magnitud del campo se expresa en teslas (1 T = 104 G).

Valor máximo de la intensidad del campo eléctrico: En un punto dado, módulo del semieje mayor de la elipse del campo eléctrico. Véase intensidad del campo eléctrico.

Valor máximo del campo magnético: En un punto dado, módulo del semieje mayor de la elipse del campo magnético.

6.8.1.4. Descripción

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 y 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.

Equipos de medida

Se deberá utilizar, para efectuar las 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.

Calibración de equipos

Se garantizará que los equipos estén correctamente calibrados conforme a la instrucción técnica NNA-108 “Seguimiento y calibración de los equipos de medición”.

6.8.7.1.1. 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 las mediciones de campo eléctrico

• Líneas aéreas de transporte y distribución

Evaluación de las medidas

Al evaluar los niveles de campo eléctrico y magnético se comparan los niveles medidos con los niveles máximos admisibles 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 dominio 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.

Actuaciones relativas a las medidas de campo electromagnético

Si se incumple los límites establecidos por la normativa se procederá según se especifica en el "Tratamiento de no conformidades, acciones correctoras y preventivas".

6.9. Utilización del agua y vertidos de líquidos

6.9.1. Envasado, etiquetado, depósito temporal, y almacenamiento de los residuos peligrosos.

6.9.1.1. Objeto

Definir los criterios a seguir respecto al envasado, etiquetado, depósito temporal y almacenamiento de los residuos peligrosos que se producen en las instalaciones de Eléctrica.

6.9.1.2. Ámbito de aplicación

Es de aplicación a la gestión de los residuos peligrosos, producidos en las instalaciones de transporte, transformación y distribución eléctrica de Eléctrica.

6.9.1.3. 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.

6.9.1.4. Descripción

Ubicación de residuos peligrosos

Cada Centro Productor cuenta con 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.

Almacenamiento

Envasado

Cada Centro que produce Residuos tiene contenedores adecuados según la normativa, para todos los tipos de residuos que reciba. Los residuos peligrosos se separan adecuadamente evitando las mezclas y, sobre todo, aquellas que supongan de la peligro de los mismos o puedan dificultar su gestión posterior.

Los envases y sus cierres evitarán cualquier pérdida de contenido y serán construidos con materiales no susceptibles de ser atacados por el material que contienen ni de formar con éste combinaciones peligrosas. Asimismo, serán sólidos y resistentes a las manipulaciones necesarias sin que se produzcan fugas.

Los recipientes en los que se envasan residuos peligrosos en forma de gas comprimido, licuado o disuelto a presión, cumplirán las obligaciones de una normativa (reglamento sobre aparatos a presión).

Se utilizaran envases que faciliten la introducción de los residuos y su posterior retirada, considerando los medios disponibles en cada "Centro Productor" y la cantidad de residuos producida.

Etiquetado

Todos los contenedores están debidamente etiquetados. La etiqueta se sitúa en una o más caras del embalaje, de forma que pueda leerse horizontalmente, cuando el embalaje esté colocado en la forma establecida.

La etiqueta estará fijada sobre el envase, anulándose, si fuera necesario, indicaciones o etiquetas anteriores de forma que no induzcan a error. Las dimensiones de la etiqueta serán superiores a 100 x 100 mm utilizándose preferentemente los formatos normalizados DIN-A6 (105 x 148 mm) para contenedores inferiores a 500 l de capacidad y DIN-A5 (148 x 210 mm) para los de superior capacidad. La etiqueta se adhiere a la superficie al embalaje donde esté la sustancia. En la etiqueta figura el código de identificación del residuo, el nombre y dirección del titular de los residuos, la fecha de envasado y la naturaleza de los residuos.

Para indicar 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

Condiciones de almacenamiento

El almacenamiento de los residuos peligrosos no será más de seis meses, salvo autorización especial. Si fuese necesario, se establecerán zonas de almacenamiento independientes dentro del almacén de residuos para cada residuo.

El almacenamiento se hará evitando generación de calor, explosiones, igniciones. Por ello, se colocarán lejos de los puntos de ignición y fuentes de calor, a cubierto y los envases deberán estar identificados para almacenar un único tipo de residuo o varios tipos de residuos compatibles.

Para su construcción se utiliza la "Especificación para construcción o adecuación de almacenes para residuos peligrosos", teniendo en cuenta las condiciones pluviométricas y climatológicas, adaptando cada ubicación. Se tendrán en cuenta las direcciones del viento, para poner la puerta correctamente.

El responsable de almacén hará inspecciones anuales de los almacenes de Residuos Peligrosos, para tal fin "Inspección del almacén de Residuos Peligrosos").

Si hubiera deficiencias se tomarán medidas para subsanarlas levantándose la correspondiente no conformidad .

6.10. Control del pcb contenido en aceite dieléctrico usado y equipos desechados

6.10.1. Objeto

Describe el control que debe realizarse al aceite dieléctrico y equipos sospechosos de contener PCBs, destinados a la eliminación, para garantizar la correcta gestión de los mismos.

6.10.2. Ámbito de aplicación

La instrucción técnica se aplicará al aceite dieléctrico usado y todos los aparatos que contengan aceites sospechosos de contener PCBs que sean propiedad de Eléctrica y su

destino sea eliminarlo. El control del contenido en PCB, se realiza de acuerdo al "Procedimiento para la detección y gestión de los transformadores MT/BT contaminados con PCB" o sus modificaciones.

6.10.3. Definiciones

PCB (Policlorobifenilos): Líquido aislante formado por una mezcla de varios isómeros y
compuestos homólogos, obtenidos por sustitución de, al menos, dos átomos de hidrógeno de la molécula de bifenilo por átomos de cloro.

Aparatos que contienen PCB: Cualquier aparato que contenga o haya contenido PCB tales como, los 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.

6.10.4. Descripción

6.10.4.1. Caracterización del contenido de PCB en aceite usado en bidones o depósitos

El aceite usado se analiza para determinar si contiene PCB en una cantidad superior al 0.05% en peso (50 ppm).

6.10.4.2. 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 del aceite y se aplica un KIT QUÍMICO siguiendo las instrucciones especificadas en el mismo. El Kit de ensayo utilizado para realizar este test es el modelo Clor-n-oil 50 de la marca Dexsil. Se extrae una pequeña muestra con una cantidad mínima de 5 ml. a través del dispositivo de vaciado, o en su defecto con una pipeta directamente del depósito.

Si el resultado del análisis es negativo, se determina que el aceite no contiene PCB y que se puede incorporar al depósito y gestionarse como exento de PCB. En caso de detectar la presencia de compuestos (resultado positivo) se analiza en un laboratorio homologado para ver la cantidad precisa de sustancia. La muestra lleva una etiqueta identificativa para su posterior identificación.

Una vez confirmada su presencia mediante análisis cromatográfico el contenido del bidón se retirará lo antes posible por alguien autorizado para PCBs. El kit utilizado es gestionado como residuo de laboratorio. Durante la realización del ensayo secumplen normas de seguridad relativa a la manipulación de estos compuestos. El resultado del análisis del Kit químico se anota en el registro RNNA-106/01 "Resultados analítica Kit químico.

Envío de las muestras posiblemente contaminadas al laboratorio

Habrá una zona adecuada para almacenar las muestras y se pone en contacto con el laboratorio designado para el análisis cromatográfico para que recojan las mismas.

6.10.4.3. 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 verá si se conserva, repara o se retira según Procedimiento Interno para el tratamiento de Transformadores de Distribución.

Los transformadores y otros equipos que son desechables son almacenados por separado y en condiciones adecuadas. El responsable de Logística registra 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 toma muestras y un análisis de las mismas en un laboratorio para verificar si existe o no contaminación por PCBs o PCTs.

El responsable del almacén contactará con el laboratorio de análisis designado para proceder a la toma de muestras y a la recogida de las mismas.

6.11. Generación, almacenamiento y eliminación de residuos

6.11.1. Gestión de los residuos

6.11.1.1. Objeto

Definir el modo de realizar la gestión de residuos peligrosos generados en las instalaciones de Eléctrica.

6.11.1.2. Ámbito de aplicación

Esta Instrucción Técnica se aplica 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

6.11.1.3. Definiciones

Residuos peligrosos: Son aquellos que figuran en la lista de residuos peligrosos, así como los recipientes y 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 lo 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, excluida la derivada del consumo doméstico, 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 estos residuos.

Gestor: Persona o entidad, pública o privada, autorizada por la Administración, que realice cualquiera de las operaciones que componen la gestión de los residuos, sea o no el 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.

6.11.1.4. Descripción

6.11.4.1.1. Tipos de residuos

Los residuos industriales peligrosos que se gestionan en 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 instalaciones con SF6.

• Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos con componentes peligrosos (RAEEs).

• Tóner usados.

6.11.4.1.2. Recogida selectiva y traslado de residuos

Los operarios de mantenimiento recogen en contenedores adecuados los residuos peligrosos generados y transportarlos hasta los puntos de recogida en los Centros Laborales o al almacén de residuos peligrosos.

Se procurara donde se ubiquen los puntos de recogida con los contenedores temporales este a cubierto y sobre suelo impermeable.

Desde estos puntos de recogida, los residuos peligrosos, se envían a los almacenes de residuos peligrosos (Centro Productor) de cada zona y serán los mismos servicios que generan los residuos quienes trasladen los residuos al Almacén RP.

6.11.4.1.3. Almacenamiento

Los residuos permanecen almacenados temporalmente, hasta la retirada por parte del gestor autorizado.

El almacén de residuos peligrosos estará separado del resto por un cerramiento y debidamente identificado. El suelo será estanco, impermeable, con pendiente y drenar a un lugar seguro.

6.11.4.1.4. Registro

El responsable del almacén de residuos peligrosos actualiza la Base de Datos de control de almacenamiento cada vez que entren nuevos residuos o se retiren 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 (Libro de Registro).

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

del remolque (matrículas) que ha efectuado la retirada.

6.11.4.1.5. Declaración anual de residuos peligrosos

Con los datos actualizados de la gestión de cada tipo de residuo se elabora cada año la Declaración Anual de Residuos Peligrosos que se lleva a la administración autónoma de acuerdo a lo establecido en cada instrucción territorial. Esta Declaración se entregará antes del 1 de marzo en todas las CCAA, excepto en Cataluña que se dispone hasta el 31 de marzo.

6.11.4.1.6. Envasado de residuos peligrosos

Se tienen en cuenta las normas de seguridad incluidas en la Instrucción "Envasado, etiquetado y depósito temporal de Residuos Peligrosos".

6.11.4.1.7. Etiquetado de residuos peligrosos

Los recipientes que contengan residuos peligrosos serán etiquetados claramente, legible. Se seguirán las indicaciones de la Instrucción "Envasado, etiquetado y depósito temporal de Residuos Peligrosos".

6.11.4.1.8. Comprobaciones previas a la expedición de un RP

La responsabilidad de expedición de residuos peligrosos desde el punto de almacenamiento hacia el gestor corresponde al responsable de almacén. Antes de

entregar un residuo se comprueba que el gestor de residuos está autorizado como gestor del residuo a está en posesión del documento que acepta el residuo por parte del gestor.

6.11.4.1.9. 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 terminada 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 irán cumplimentados, tanto los datos del gestor como los del productor.

<u>Tipología y gestión particularizada de los residuos peligrosos</u>

Se indica la gestión interna de cada residuo peligroso generado por las actividades asociadas al transporte y distribución de energía eléctrica:

<u>Aceites usados</u>

Los aceites usados recogidos en las Subestaciones Transformadoras se almacenan en tanques o bidones etiquetados según los casos. El responsable de gestión de aceites usados tiene un registro con indicaciones relativas a la cantidad, calidad, origen,

localización y fechas de entrega y recepción de los aceites usados retirados. De forma periódica, son recogidos por un gestor para su destrucción o valorización. Los aceites usados recogidos en las instalaciones de MT/BT se envían a su correspondiente almacén de zona donde existen los bidones o tanques según el método de retirada establecido en cada caso.

Disolventes usados

Se dispone para la recogida de disolventes usados, de bidones etiquetados adecuadamente para los disolventes halogenados y para los disolventes no halogenados. Cuando lo requieren los servicios productores de los mismos son trasladados al almacén de RPs, para su centralización y almacenamiento.

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 estos tipos de residuos. Dichos residuos, de forma periódica o cuando lo indiquen los servicios productores de los mismos son trasladados al Almacén de RPs para su centralización y almacenamiento. Desde este punto son recogidos por un gestor autorizado para su posterior destrucción o valorización.

Residuos con amianto

Estos residuos son muy esporádicos al no realizarse nuevas instalaciones con este material. En los casos puntuales que puedan producirse residuos con amianto (desmantelamiento subestaciones o centros laborales).

Los envases contaminados que se generan se trasladan a un bidón adecuado situado en los puntos de recogida. Desde allí irá a los Almacenes de RPs de cada isla o zona para su posterior recogida por un gestor autorizado.

Residuos de laboratorio y productos químicos caducados

Puntualmente pueden generarse residuos de laboratorio. Estos productos se depositarán en un contenedor apropiado, y no mezclar productos que puedan reaccionar entre sí. El

contenedor, una vez lleno, se envia al Almacén de RPs de la zona para su almacenamiento y entrega a un gestor autorizado.

Transformadores y otros equipos usados que contengan aceite dieléctrico

Los transformadores MT/BT, 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 otros equipos 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".

Postes de madera impregnados con sustancias peligrosas

Los postes de madera impregnados con creosotas que sean retirados son transportados hasta los almacenes de zona donde se almacenan para su posterior entrega a un gestor de residuos autorizado. En los casos en que se comercialice o entregue la madera en el mercado de segunda mano, el comprador de los postes firme una declaración de conocimiento de limitación de usos de la madera tratada

Residuos de instalaciones con SF6

Los residuos procedentes de instalaciones con SF6 así como los elementos y materiales de seguridad utilizados, se disponen en contenedores plásticos, no inflamables con cierres de seguridad. Los aparatos son limpiados y enviados a gestor para su reutilización o reciclaje. Los interruptores o cabinas de SF6 que se desechen, se llevarán

al Almacén Regulador que les corresponda. 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 eléctricos y electrónicos que contienen componentes peligrosos como interruptores de mercurio, vidrio de tubos catódicos, aparatos de aire acondicionado, etc. son depositados en contenedores adecuados. Desde allí se envían a los Almacenes de RPs de cada isla o zona para su posterior recogida por un gestor autorizado. En caso de que el volumen lo justifique se podrá recoger directamente en el centro generador por el gestor autorizado. En el caso de aparatos específicos, como contadores y otros equipos de tensión inferior a 1 Kv, se trasladaran a los Almacenes Reguladores para que sean retirados por los fabricantes en el momento de la realización de un nuevo suministro, y considerando los acuerdos establecidos con cada uno de los suministradores.

6.12. Almacenamiento de productos

6.12.1. Objeto

Es el establecimiento de las condiciones para el almacenamiento y gestión de materias peligrosas, que deben cumplir las instalaciones de Distribución.

6.12.2. 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".

6.12.3. Definiciones

Sustancia peligrosa: 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, trasvase 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.

6.12.4. Descripción

6.12.4.1. Almacenamiento

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 almacenarán de manera que puedan ser accesibles con facilidad, evitando lugares que no aumenten los riesgos en su manipulación y espaciándolas para facilitar su inspección.

• Se etiquetarán adecuadamente los envases y contenedores que estuvieran incorrectamente etiquetados, 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.

6.4.12.2. 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 (cuando corresponda) 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.

6.12.4.3. 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/propuestas de mejora"

6.13. 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 ello, aquellos expedientes sancionadores iniciados por las distintas Administraciones públicas.

6.14. Decreto 178/2006, protección avifauna

La finalidad de este anexo es hacer constar que el proyecto que nos ocupa, cumplirá con lo 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.

6.14.1. 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, debiéndose 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 se mantienen las puntas de la cruceta a menor altura que 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 abierto 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 otro lado del apoyo.

2. Las definiciones anteriores o cualquier otra que sea necesaria para la aplicación de este Decreto se interpretarán de acuerdo con las definiciones propias de los reglamentos de seguridad aplicables a líneas aéreas y centros de transformación.

6.14.2. Medidas antielectrocución.

La presente instalación eléctrica cumplirá las siguientes medidas antielectrocución:

a) Se habrán de construir con cadenas de aisladores suspendidos, evitándose la disposición horizontal de los mismos, excepto los apoyos de ángulo, anclaje y fin de línea.

b) 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.

c) 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.

d) Los apoyos de alineación cumplirán las siguientes distancias mínimas accesibles de seguridad: entre la zona de posada y elementos en tensión la distancia de 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.

e) 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 metros, a menos que el conductor o el puente flojo esté aislado.

f) Para crucetas o armados tipo bóveda, la distancia entre la cabeza del poste y el conductor central no será inferior a 0,88 metros, a menos que se aísle el conductor central 1 metro a cada lado del punto de enganche.

g) 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 de 1 metro. Esta distancia de seguridad podrá conseguirse aumentando la separación entre los elementos, o bien mediante el aislamiento de las zonas de tensión.

h) 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.

6.14.2.1. Medidas adoptadas

Para obtener la distancia mínima en apoyos con aisladores verticales, desde la zona de posada a elementos con tensión de 0’75m, se adoptara la solución de añadir a los aisladores una alargadera de 0’30m, que junto con la longitud de la cadena de aisladores que es de 0’50m, nos situara a una distancia total de 0’80m 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 1m, se adoptara la solución de añadir a la cadena de aisladores una alargadera de 0’60m, que junto con la longitud de la cadena de aisladores que es de 0’50m, nos situara a una distancia total de 1’10m 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 1’5m, que sumados a los 0’75m de la cadena vertical, supone una distancia total de 2’25m , motivo por el cual se adoptado una separación mínima entre las crucetas en el mismo lado de los apoyos de 2’40m.

6.14.2.2. Medidas anticolisión.

1. La instalación estará dotada de salvapájaros o señalizadores visuales en los cables de tierra aéreos o en los 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 consistirán en espirales, tiras formando aspas u otros sistemas de probada eficacia y mínimo impacto visual realizados con materiales opacos que estarán dispuestos cada 5 metros, cuando el cable de tierra sea único, o alternadamente 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.

6.14.2.3. Medidas adoptadas

No se precisan, al no afectar el trazado de la línea a ninguna zona de especial protección para las aves.

6.15. Conclusión al análisis

Considerando suficiente lo expuesto, esperamos que este ANEXO de ANÁLISIS AMBIENTAL, al proyecto de "*Alimentación eléctrica a 66 Kv para subestación de tracción eléctrica de 3300Vcc, y 3,3 MW. *", merezca la aprobación de la Administración, concediendo la correspondiente autorización administrativa.

6.16. Medidas adoptadas

6.16.1. Antielectrocución

Para obtener la distancia mínima en apoyos con aisladores verticales, desde la zona de posada a elementos con tensión de 0'75m, se adoptara la solución de añadir a los aisladores una alargadera de 0'30m, que junto con la longitud de la cadena de aisladores que es de 0'50m, nos situara a una distancia total de 0'80m 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 1m, se adoptara la solución de añadir a la cadena de aisladores una alargadera de 0'60m, que junto con la longitud de la cadena de aisladores que es de 0'50m, nos situara a una distancia total de 1'10m 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 1'5m, que sumados a los 0'75m de la cadena vertical, supone una distancia total de 2'25m , motivo por el cual se adoptado una separación mínima entre las crucetas en el mismo lado de los apoyos de 2'40m.

Esta fórmula de añadir una cadena vertical como sustentación del puente de empalme para los apoyos de amarre o ángulo, solo se hará efectiva en la cruceta superior para montajes en simple circuito, siendo para los montajes en doble circuito en las crucetas superiores y medias.

6.16.1. Anticolisión

No se precisan, al no afectar el trazado de la línea a ninguna zona de especial protección para las aves.

DOCUMENTO 7

AVIFAUNA

ÍNDICE

7.1. OBJETO 129

7.2. EMPLAZAMIENTO 129

7.3. CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA 129

7.3.1. RESUMEN TIPOS DE APOYOS 129

7.4. MEDIDAS ADOPTADAS 130

7.4.1. ANTIELECTROCUCIÓN 130

7.4.2. ANTICOLISIÓN 130

7.1. Objeto

En cumplimiento con el Decreto 178/2006 del BOJA, en su artículo 7, se redacta este anexo en el que se describen el resumen de las medidas y condiciones consideradas en el presente proyecto para la protección de la avifauna, con objeto de obtener la autorización administrativa del organismo competente para la construcción de las instalaciones que en él se detallan.

7.2. Emplazamiento

Esta instalación, 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.

Tampoco existen áreas de conservación de rapaces que afecten al trazado del presente proyecto.

7.3. Características de la línea

La *nueva* línea aérea de media tensión (L.A.M.T.) que se proyecta para *66 kV* será de con conductor *LA-180 (181,60 mm²)* en montaje tipo *tresbolillo***.**

7.3.1. Resumen tipos de apoyos

Nº APOYOS CON CADENAS DE AISLADORES HORIZONTALES: ***13***

Nº APOYOS CON CADENAS DE AISLADORES VERTICALES: ***7***

8.4. Medidas adoptadas

8.4.1. Antielectrocución

Para obtener la distancia mínima en apoyos con aisladores verticales, desde la zona de posada a elementos con tensión de 0’75m, se adoptara la solución de añadir a los aisladores una alargadera de 0’30m, que junto con la longitud de la cadena de aisladores que es de 0’50m, nos situara a una distancia total de 0’80m entre el punto de posada y el conductor o se utilizará también la utilización de cadenas del tipo poliméricas de esta misma longitud, mínima de 0’75m.

Para obtener la distancia mínima en apoyos con aisladores horizontales desde la zona de posada (cruceta) a elementos con tensión (conductor) de 1m, se añadirá a la cadena de aisladores una alargadera de 0’60m, que junto con la longitud de la cadena de aisladores que es de 0’50m, nos situara a una distancia total de 1’10m entre el punto de posada y el conductor o se podrá utilizar cadenas del tipo poliméricas de esta misma longitud, mínima de 1m. 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 1’5m, que sumados a los 0’75m de la cadena vertical, supone una distancia total de 2’25m , motivo por el cual se adoptado una separación mínima entre las crucetas en el mismo lado de los apoyos de 2’40m.

8.4.2. Anticolisión

No se precisan, al no afectar el trazado de la línea a ninguna zona de especial protección para las aves.

DOCUMENTO 8

ANEXO DE CÁLCULOS

ÍNDICE

DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA AÉREA

1. CARACTERÍSTICAS DE LA CORRIENTE……....134

1.1. DESCRIPCIÓN…….134

1.2. CALCULOS ELÉCTRICOS…….134

1.2.1. REACTANCIA……..134

1.2.2. INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE…….135

1.2.3. POTENCIA MÁXIMA A TRANSPORTAR……..136

1.2.3.1. Potencia Máxima por Intensidad 136

1.2.3.2. Potencia Máxima por Caída de Tensión ... 136

1.2.4. CAIDA DE TENSIÓN Y PÉRDIDA DE POTENCIA…….…….....137

2. CARACTERISTICAS DEL CONDUCTOR…….138

2.1. DESCRIPCIÓN…….138

2.2. CALCULO MECÁNICO DE LOS CONDUCTORES…138

2.2.1. CONSTANTE DE CATENARIA PARA TRAZADO DE LA LÍNEA…….....139

2.2.2. VANO DE REGULACIÓN……..140

2.2.3. COMPONENTE HORIZONTAL MÁXIMA… 141

2.3.- CAMBIO DE CONDICIONES…….....142

2.4.- CÁLCULO DE FLECHAS.....143

3. CARACTERISTICAS DEL AISLAMIENTO……..144

3.1.- DESCRIPCIÓN……144

3.2.- TIPOS DE CADENAS……..144

3.2.1.- CADENAS DE SUSPENSIÓN……..144

3.2.2.- CADENAS DE AMARRE……145

3.2.3.- CADENAS DE CRUCE…….....145

4.-CARACTERISTICAS DE LOS APOYOS……..146

4.1.- DESCRIPCIÓN.146

4.2.- CALCULO MECÁNICO DE LOS APOYOS……..147

4.2.1.- CARGAS VERTICALES……148

4.2.2.- ESFUERZOS PRODUCIDOS POR LA ACCIÓN DE LOS CONDUCTORES SOBRE LOS APOYOS155

4.2.2.1.- Esfuerzo del Viento.....155

4.2.2.2.- Desequilibrio de Tracciones……..…157

4.2.2.3.- Rotura de Conductores..... 158

4.2.2.4.- Resultante de Ángulo.....158

4.2.3.- DESVIACIÓN DE LA CADENA DE AISLADORES EN LOS APOYOS DE ALINEACIÓN-SUSPENSIÓN POR LA ACCIÓN DEL VIENTO160

4.2.4.- CÁLCULO DE APOYOS……161

4.2.4.1.- Apoyos de Alineación..... 161

4.2.4.1.1. Apoyo de Alineación-suspensión..... 161

4.2.4.1.2.- Apoyo de Alineación-amarre..... 165

4.2.4.1.3.- Apoyos de Alineación-Anclaje..... 168

4.2.4.2.- Apoyo de Ángulo 171

4.2.4.2.1.- Apoyo de Ángulo-alineación..... 171

4.2.4.2.2.- Apoyo de Ángulo-amarre..... 177

4.2.4.2.3.- Apoyo de Ángulo-anclaje..... 183

4.2.4.3.- Apoyo de Final/Principio de Línea 188

4.2.4.3.1.-Apoyo de Final/Principio de Línea. 1ª Hipótesis Viento…….. .. 188

4.2.4.3.2. Apoyo de Final/Principio de Línea. 2ª Hipótesis Hielo…….....189

4.2.4.3.3.- Apoyo de Final/Principio de Línea. 3ª Hipótesis Desequilibrio de Tracciones..... 191

4.2.4.3.4.- Apoyo de Final/Principio de Línea. 4ª Hipótesis Rotura de Conductores..... 191

4.3.- CIMENTACIONES DE LOS APOYOS..... 192

4.4.- TIERRAS.....194

5.- DISTANCIA DE SEGURIDAD……..195

5.1.- DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES AL TERRENO….195

5.2.- DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES……195

5.3.- DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES AL APOYO…….197

6.- CONCLUSIÓN DEL PROYECTO……198

1. Características de la corriente

1.1. Descripción

- TENSION MÁXIMA DE SERVICIO: *66 kV*

- FRECUENCIA: *50 Hz*

- FACTOR POTENCIA: *0,800*

- CLASE DE CORRIENTE: Alterna-Trifásica

1.2. Cálculos eléctricos

1.2.1. Reactancia

La reactancia kilométrica de la línea viene dada por la siguiente ecuación.

$$X_K \quad \omega \; L_K \quad 2 \; \pi \; f \; L_K$$

En donde:

X_K = Reactancia kilométrica de la línea en /km.

= 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 calcular el coeficiente de autoinducción por kilómetro de la línea utilizamos la expresión.

$$L_K \quad \frac{\mu}{2 \; n} \; 4{,}605 \; \lg \quad \frac{D}{r} \; 10^{4}$$

En donde:

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

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

n = Número de conductores por fase.

D = Separación media geométrica en milímetros.

r = Radio equivalente del conductor en milímetros.

1.2.2. Intensidad máxima admisible

De acuerdo con el punto 4.2.1 de la ITC-LAT 07, para el conductor utilizado en la presente línea eléctrica de sección *181,60* mm^2 la densidad máxima de corriente permitida es de *2,374* A/mm^2. Por tanto la intensidad máxima admitida por el conductor se obtendrá mediante la ecuación.

En donde:

$I_{Máx.}$ = Intensidad máxima soportada por el conductor por límite térmico en amperios.

= Densidad máxima de corriente en A/mm^2.

S = Sección del conductor en milímetros.

1.2.3. Potencia máxima a transportar

Potencia Máxima por Intensidad

Si se quiere calcular la potencia que máxima que se puede transportar por una línea por intensidad se utilizará la intensidad máxima según el apartado 1.2.2, la ecuación que permite el cálculo de la potencia máxima por intensidad es.

$$P_{Máx.} = \sqrt{3} \bullet U \bullet I_{Máx.} \bullet \cos(\varphi)$$

En donde:

$P_{Máx.}$ = Potencia máxima por intensidad máxima en kW.

U = Tensión compuesta de red en kV.

$I_{Máx.}$ = Intensidad máxima soportada por el conductor por límite térmico en amperios.

Potencia Máxima por Caída de Tensión

Para calcular la potencia máxima por caída de tensión se utiliza la siguiente ecuación.

$$P_{Máx.} = \frac{10 \bullet U^2 \bullet u\%}{(R_K + X_K \bullet \tan(\varphi)) \bullet L}$$

En donde:

$P_{Máx.}$ = Potencia máxima por caída de tensión en kW.

U = Tensión compuesta de red en kV.

u% = Porcentaje de caída de tensión.

R_K = Resistencia kilométrica de la línea en /km.

X_K = Reactancia kilométrica de la línea en /km.

L = Longitud de la línea en km.

1.2.4. Caída de tensión y perdida de potencia

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

$$\Delta V = I \bullet (R_K \bullet \cos(\varphi) + X_K \bullet \mathrm{sen}(\varphi)) \bullet L$$

En donde:

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

I = Intensidad de la línea en amperios.

R_K = Resistencia kilométrica de la línea en /km.

X_K = Reactancia kilométrica de la línea en /km.

L = Longitud de la línea en km.

Las pérdidas de potencia en una línea de media tensión se producen en el elemento resistivo de la línea por efecto Joule y secalculan mediante.

$$\Delta P = 3 \bullet I^2 \bullet R_K \bullet L$$

En donde:

P = Pérdidas de potencia en la línea en W. I

= Intensidad de la línea en A.

R_K = Resistencia kilométrica de la línea en /km.

L = Longitud de la línea en km.

2. Características del conductor

2.1. Descripción

Se proyecta la línea con cable de Aluminio-Acero de *181,60 mm²* de sección total, *Conductor LA-180 (181,60 mm²):

- Designación: LA-180
- Sección (mm²): 181,60
- Diámetro (mm): 17,500
- Carga de rotura (daN): 6517
- Peso (daN/m): 0,675
- Módulo de elasticidad (daN/mm²): 8200
- Coeficiente de dilatación (°C-1): 0,00001784
- Resistencia kilométrica (Ohm/km): 0,194
- Composición: 30+7

2.2. Cálculo mecánico de los conductores

El trazado de la línea está entre las cotas *472,542* m. y *587,625* m. por lo que según Reglamento la línea se encuentra en ZONA *B*

2.1.1. Constante de catenaria para trazado de la línea

La constante de catenaria se define por la siguiente expresión:

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

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

Zona	Hipótesis
A	50 con el peso propio del conductor
B	50 con el peso propio del conductor 0 más la sobrecarga de hielo
C	50 con el peso propio del conductor0 más la sobrecarga de hielo

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

$$C = \frac{T_{50^\circ C}(daN)}{p_{Conductor}\left(daN/m\right)}$$

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

$$C = \frac{T_{0^\circ C+Hielo}(daN)}{p_{Hielo}\left(daN/m\right)}$$

Se cogerá la constante más pequeña de las hipótesis anteriores, que será la que produzca una curva más vertical, que origina unas flechas máximas mayores y tensiones menores. Esta constante es aproximada y después se calculará la constante original 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 nº 1 del anexo de cálculos.

2.2.2. Vano de regulación

Los tramos de línea que se encuentran entre apoyos con 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, tendrán las cadenas 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 existen variaciones en las condiciones de equilibrio habrá diferencias entre las componentes horizontales de la tensión en los distintos vanos, situación que queda en la realidad compensada por la desviación de las cadenas, que en estas condiciones dejan de estar perfectamente en equilibrio. 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.

$$a_r = \frac{\sum \frac{b^3}{a^2}}{\sum \frac{b^2}{a}} \bullet \sqrt{\frac{\sum a^3}{\sum \frac{b^2}{a}}}$$

En donde:

a_r = Longitud del vano de regulación en m.

a = Longitud proyectada del vano en m.

b = Longitud real del vano en m.

2.2.3. Componente horizontal máxima

Cuando trazado la línea con la constante de catenaria de flechas máximas para trazado elegida, se harán los cálculos las componentes horizontales máximas para cada una de las alineaciones de que tiene la línea. Para ello utilizaremos la siguiente ecuación.

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

En donde:

T_0 = Componente horizontal máxima en daN.

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

a = Longitud proyectada del vano en m.

b = Longitud real del vano en m.

h = Desnivel del vano en m.

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

Esta ecuación se aplicará a cada vano que componen cada alineación, cogiendo en cada alineación el valor más pequeño de la componente horizontal de la tensión, ya que esta componente horizontal de valor menor dará tensiones menores y por tanto a flechas verticales mayores.

2.3. Cambio de condiciones

Para calcular las tensiones en la línea eléctrica se utilizará la ecuación de cambio de condiciones. La ecuación es la siguiente.

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

En donde:

= 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.

t_0 = Temperatura de correspondiente a la zona de cálculo en C.

S = Sección del conductor en mm^2.

E = Módulo de elasticidad en daN/mm^2.

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.

Con la ecuación de cambio de condiciones se obtiene otra ecuación que permita el cálculo de la tensión buscada, como resultado se obtiene la siguiente ecuación.

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

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

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

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

Al resolver la ecuación de tercer grado se obtienen tres soluciones, dos imaginarias conjugadas y una tercera real que será el valor de la tensión en las condiciones de cálculo que se buscan.

2.4. Cálculo de flechas

Para el cálcular flechas se utiliza la longitud real del vano, la ecuación que permite el cálculo de la flecha se obtiene desarrollando en serie la fórmula de Mac Laurin de la función.

$$C \ \cosh \frac{X}{C}$$

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 y cuya forma es.

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

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 nº 1 y nº 2, respectivamente, del anexo de cálculos.

3. Características del aislamiento

3.1. Descripción

Todos los apoyos llevarán cadenas de aisladores del tipo de caperuza y vástago.

3.2. Tipos de cadenas

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

3.2.1. Cadenas de suspensión

Cada cadena estará compuesta por:

Nº de elementos: 6 Uds

Tipo de elementos: U70BS

Longitud: 1030,000 m

Peso: 22,560 daN

Línea de fuga: 1920,000 mm

Carga de destrucción electromecánica: 7000,000 daN

3.2.2. Cadenas de amarre

Doble cadena, cada cadena estará compuesta por:

Nº de elementos: 6 Uds

Tipo de elementos: U70BS

Longitud: 1212,000 m

Peso: 23,785 daN

Línea de fuga: 1920,000 mm

Carga de destrucción electromecánica: 7000,000 daN

3.2.3. Cadenas de cruce

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

Doble cadena y varilla preformada.

4. CARACTERISTICAS DE LOS APOYOS

4.1. Descripción

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 se montan en *tresbolillo* para *simple circuito* con separación de conductores mínima de *2,40* m y máxima de *3,10* m, por lo que se han establecido separaciones de crucetas que permitan dichas distancias, entre *1,25* m y *1,25* m.

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, en macizos de hormigón, calculados para que las condiciones más desfavorables cumplan con los coeficientes de seguridad exigidos en la vigente reglamentación.

4.2. Cálculo mecánico de los apoyos

El cálculo de esfuerzos y después su dimensionado de barras y tortillería, se ha realizado con el programa ANDELEC con su estándar *8.0*, concebido específicamente para los cálculos de este tipo estructuras.

El cálculo de apoyos se basa en el punto 3.5.3 de la ITC-LAT 07, en el que figuran las tablas con las hipótesis de cálculo que se deben tener en cuenta para el cálculo de los esfuerzos en los diferentes tipos de apoyos que se utilizan en las líneas eléctricas.

Las líneas de media tensión se puede prescindir del cálculo de la cuarta hipótesis en los apoyos de ángulo y alineación según el punto anterior de la ITC-LAT 07, se puede realizar simplificar sobre la base de las siguientes premisas.

- Línea de tensión nominal hasta 66 kV.
- 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. Como es conocido en 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 que coinciden con la dirección de la línea y su perpendicular.

Si algún esfuerzo a los que se somete el apoyo no coincide con estas dos direcciones, 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.

$$F = F' \bullet \left(\cos\alpha + \frac{d_1}{d_2} \bullet \operatorname{sen}\alpha \right) = F'_X + \frac{d_1}{d_2} \bullet F'_Y$$

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. d_1 y d_2 = Distancia entre perfiles en las caras del apoyo en m.

F_X' y F_Y' = Componentes del esfuerzo en los ejes de simetría del apoyo en daN.

= 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.

$$F = F'_X + F'_Y$$

4.2.1. Cargas verticales

Para calcular cargas verticales se distinguen dos hipótesis, la de viento y la de hielo, por tanto para cada una de ellas utilizaremos una ecuación diferente, si se dota a la línea de la hipótesis de viento más hielo, se utilizará otra ecuación más.

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. Pero 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.

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

- Hipótesis de viento:

$$P_C = p \bullet \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + C_V \bullet (\tan(n_1) \pm \tan(n_2)) \right]$$

En donde:

P_C = 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 -5 C, -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.

n_1 = Pendiente del vano anterior.

n_2 = Pendiente del vano posterior.

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

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

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

$$C_V = \frac{T_V(daN)}{p_V\left(daN/m\right)}$$

En donde:

C_V = Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5 C, -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.

T_V = 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.

p_V = Sobrecarga del conductor en las condiciones de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07.

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

$$p_V \quad \sqrt{p^2 + (v * d)^2}$$

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 16

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

d = Diámetro en m del conductor.

En donde:

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

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

h_1 = Desnivel del vano anterior al apoyo en m.

h_2 = Desnivel del vano posterior al apoyo en m.

- Hipótesis de hielo:

$$P_C = p_h \bullet \frac{a_1 + a_2}{2} + T_0 \bullet (\tan(n_1) \pm \tan(n_2))$$

En donde:

P_C = Cargas verticales por conductor y fase en daN.

p_h = Peso por metro lineal del conductor mas 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.

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

Zona B:

$$p_h = p + 0{,}180 * \sqrt{d}$$

En donde:

p_h = peso por metro lineal del conductor mas 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:

$$p_h = p + 0{,}360 * \sqrt{d}$$

En donde:

p_h = Peso por metro lineal del conductor mas 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.

$$P_C = p_h \bullet \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + C_{VH} \bullet (\tan(n_1) \pm \tan(n_2)) \right]$$

En donde:

P_C = Cargas verticales por conductor y fase en daN.

p_h = Peso por metro lineal del conductor mas 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.

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 mas hielo según el apartado 3.1.2.1 de la ITC-LAT 07.

n_1 = Pendiente del vano anterior.

n_2 = Pendiente del vano posterior.

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

$$C_{VH} = \frac{T_{VH}(daN)}{p_{VH}\left(daN/m\right)}$$

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 mas hielo en daN/m.

p_h = Peso por metro lineal del conductor mas 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 16

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:

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

En donde:

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

p_h = Peso por metro lineal del conductor mas 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 al valor resultante de cálculo el peso de las cadenas de aisladores completas, por tanto la carga sobre cruceta por conductor será:

$$P_A = P_C + P_{Cadena}$$

En donde:

P_A = Peso total sobre cruceta por conductor en daN.

P_C = Cargas verticales por conductor y fase en daN.

P_{Cadena} = Peso total de la cadena de aisladores en daN.

En el peso de la cadena de aisladores se tendrá en cuenta la función del apoyo en la línea, para apoyos de alineación solo es necesaria una cadena de aisladores por fase al igual que en los 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:

$$P_T = P_A * n$$

En donde:

P_T = Cargas verticales totales sobre el apoyo en daN.

P_A = 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 *un circuito* por línea.

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

4.2.2.1. Esfuerzo del Viento

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

$$E|_V = n \bullet d \bullet v \bullet \frac{a_1 + a_2}{2}$$

En donde:

E_V = 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 $v=60\bullet\left(\frac{V_V}{120}\right)^2$ daN/m² para conductores con un diámetro igual o inferior a 16 mm y $v = 50\bullet\left(\frac{V_V}{120}\right)^2$ daN/m² para conductores con un diámetro superior a 16 mm.

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

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

Al esfuerzo que produce el viento sobre los conductores de la línea se tendrá que añadir el producido por la acción del viento sobre la cadena de aisladores, por tanto el esfuerzo del viento total quedará de la siguiente forma.

$$E_{VT} = E_V + E_{VCadena} * n$$

En donde:

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

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

$E_{Vcadena}$ = Presión del viento sobre la cadena de aisladores en daN.

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

La ecuación es válida para apoyos que tengan sus vanos orientados en la dirección de la línea como ocurre en los apoyos de alineación, amarre y final/principio de línea. 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.

$$E_{VTÁngulo} = E_{VT} \bullet \cos\left(\frac{\beta - \alpha}{2}\right)$$

En donde:

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

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

= 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.

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

4.2.2.2. Desequilibrio de Tracciones

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

$$D_T = P \bullet n \bullet T_0$$

En donde:

D_T = 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.

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

T_0 = 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.

4.2.2.3. Rotura de Conductores

En esta memoria se puede prescindir del cálculo del esfuerzo de torsión de rotura de conductores para los apoyos de suspensión y amarre, si se cumplen las condiciones impuestas en la ITC-LAT 07 en su punto 3.5.3. Por el contrario si 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.

$$R_C = P \bullet T_0$$

En donde:

R_C = 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.

T_0 = Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

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 mas hielo. Las ecuaciones de cálculo de la resultante de ángulo son las siguientes.

- Hipótesis de viento:

$$R_{AV} = n \bullet \sqrt{\left[\left(T_{V_1} + T_{V_2}\right) \bullet \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 + \left[\left(T_{V_1} - T_{V_2}\right) \bullet \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2}$$

En donde:

R_{AV} = Resultante de ángulo en las condiciones de viento en daN.

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

T_V = 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.

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

- Hipótesis de hielo:

$$R_{AH} = n \bullet \sqrt{\left[\left(T_{H_1} + T_{H_2}\right) \bullet \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 + \left[\left(T_{H_1} - T_{H_2}\right) \bullet \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2}$$

En donde:

R_{AH} = Resultante de ángulo en las condiciones de hielo en daN.

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

T_H = 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.

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

- Hipótesis de viento más hielo

$$R_{AVH} = n \bullet \sqrt{\left[\left(T_{VH_1} + T_{VH_2}\right) \bullet \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 + \left[\left(T_{VH_1} - T_{VH_2}\right) \bullet \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2}$$

En donde:

R_{AH} = Resultante de ángulo en las condiciones de viento mas hielo en daN.

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

T_{VH} = 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.

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

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

Es necesario calcular el ángulo máximo que se desvían las cadenas de aisladores del tipo suspensión bajo la acción del viento para que los conductores y sus partes en tensión nunca superen la distancia mínima a los apoyos.

Para calcular la 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.

$$\tan(\alpha) = \frac{\frac{v}{2} \bullet d \bullet \frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{E_{VCadena}}{2}}{p \bullet \frac{a_1 + a_2}{2} + T_{\frac{V}{2}} \bullet \left(\tan(n_1) \pm \tan(n_2)\right) + \frac{P_{Cadena}}{2}}$$

En donde:

= 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/m^2 para conductores con un diámetro igual o inferior a 16 mm y 50 daN/m^2 para conductores con un diámetro superior a 16 mm.

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

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

$T_{V/2}$ = 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.

n_1 = Pendiente del vano anterior.

n_2 = Pendiente del vano posterior.

$E_{Vcadena}$ = Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores en daN.

P_{Cadena} = Peso de la cadena de aisladores en daN.

4.2.4. Cálculo de 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.

4.2.4.1. Apoyos de Alineación

Apoyo de Alineación-suspensión

Apoyo de Alineación-suspensión. 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, deberemos utilizar la ecuación de 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, dicha ecuación es la siguiente.

$$V_C = p \bullet \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + C_V \bullet (\tan(n_1) \pm \tan(n_2)) \right]$$

Ecuación a la que se tendrá que añadir el peso de la cadena como se indica en el apartado antes mencionado de esta memoria aplicando la siguiente ecuación.

$$V_F = V_C + P_{Cadena}$$

El resultado de esta ecuación es el correspondiente a las cargas permanentes de un solo conductor, para obtener el total de cargas permanentes se tendrá que multiplicar por el número de conductores como se indica seguidamente.

$$V_T = V_F * n$$

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.

$$T_V = n \bullet d \bullet v \bullet \frac{a_1 + a_2}{2}$$

Esta ecuación proporciona el esfuerzo correspondiente a la acción del viento sobre conductores, al que se la tendrá que sumar la presión del viento sobre la cadena de aisladores resultando entonces el esfuerzo transversal total por la acción del viento en la primera hipótesis de la siguiente forma.

$$T_{VT} = T_V + E_{VCadena} \bullet h$$

El esfuerzo longitudinal para esta hipótesis no aplica.

Apoyo de Alineación-suspensión. 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 y que es la siguiente.

$$V_C = p_h \bullet \frac{a_1 + a_2}{2} + T_H \bullet (\tan(n_1) \pm \tan(n_2))$$

El resultado se tendrá que aumentar con el peso correspondiente a la cadena de aisladores obteniendo el valor de las cargas permanentes de un conductor, mediante la ecuación siguiente.

$$V_F = V_C + P_{Cadena}$$

Y para obtener el esfuerzo vertical total correspondiente a esta hipótesis de cálculo se deberá multiplicar el valor de un solo conductor por el número total de conductores según indica la siguiente ecuación.

$$V_T = V_F \bullet n|$$

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

Apoyo de Alineación-Suspensión. 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 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 el esfuerzo resultante por desequilibrio de tracciones para apoyos de alineación será, para el primer tipo de líneas:

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

Y para el segundo tipo:

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

El esfuerzo transversal no aplica para esta hipótesis de cálculo.

Apoyo de Alineación-suspensión. 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:

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

El esfuerzo transversal no aplica para esta hipótesis de cálculo.

Apoyo de Alineación-amarre

Apoyo de Alineación-amarre. 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, deberemos utilizar la ecuación de 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, dicha ecuación es la siguiente.

$$V_C = p \bullet \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + C_V \bullet (\tan(n_1) \pm \tan(n_2)) \right]$$

Ecuación a la que se tendrá que añadir el peso de la cadena como se indica en el apartado antes mencionado de esta memoria aplicando la siguiente ecuación.

$$V_F = V_C + P_{Cadena}$$

El resultado de esta ecuación es el correspondiente a las cargas permanentes de un solo conductor, para obtener el total de cargas permanentes se tendrá que multiplicar por el número de conductores como se indica seguidamente

$$V_T = V_F \bullet n$$

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

$$T_V = n \bullet d \bullet v \bullet \frac{a_1 + a_2}{2}$$

Esta ecuación proporciona el esfuerzo correspondiente a la acción del viento sobre conductores, al que se la tendrá que sumar la presión del viento sobre la cadena de aisladores resultando entonces el esfuerzo transversal total por la acción del viento en la primera hipótesis de la siguiente forma.

$$T_{VT} = T_{V} + E_{VCadena} * n$$

El esfuerzo longitudinal para esta hipótesis no aplica.

Apoyo de Alineación-amarre. 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 y que es la siguiente.

$$V_C = p_h \bullet \frac{a_1 + a_2}{2} + T_H \bullet (\tan(n_1) \pm \tan(n_2))$$

El resultado se tendrá que aumentar con el peso correspondiente a la cadena de aisladores obteniendo el valor de las cargas permanentes de un conductor, mediante la ecuación siguiente.

$$V_F = V_C + P_{Cadena}$$

Y para obtener el esfuerzo vertical total correspondiente a esta hipótesis de cálculo se deberá multiplicar el valor de un solo conductor por el número total de conductores según indica la siguiente ecuación.

$$V_T = V_F * n$$

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

Apoyo de Alineación-amarre. 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 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:

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

Y para el segundo tipo:

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

El esfuerzo transversal no aplica para esta hipótesis de cálculo.

Apoyo de Alineación-amarre. 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:

$$L = T_0$$

El esfuerzo transversal no aplica para esta hipótesis de cálculo.

Apoyos de Alineación-Anclaje

Apoyo de alineación-Anclaje. 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.

$$V_C = p \bullet \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + C_V \bullet (\tan(n_1) \pm \tan(n_2)) \right]$$

A estas cargas debidas al conductor se tendrán que añadir las correspondientes a la cadena de aisladores para obtener el total de cargas debidas a una fase.

$$V_F = V_C + P_{Cadena}$$

Para obtener el total de cargas permanentes que gravitan sobre el apoyo se tendrá que multiplicar por el total de conductores según la siguiente ecuación.

$$V_T = V_F * n$$

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.

$$T_V = n \bullet d \bullet v \bullet \frac{a_1 + a_2}{2}$$

Esfuerzo al que se tendrá que añadir el correspondiente a la acción del viento sobre las cadenas de aisladores y que quedará en la forma.

$$T_{VT} = T_V + E_{VCadena} * n$$

El esfuerzo transversal no aplica para esta hipótesis de cálculo.

Apoyo de alineación-anclaje. 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 cálculo debida al 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.

$$V_C = p_h \bullet \frac{a_1 + a_2}{2} + T_H \bullet (\tan(n_1) \pm \tan(n_2))$$

El resultado se tendrá que aumentar con el peso correspondiente a la cadena de aisladores obteniendo el valor de las cargas permanentes de un conductor, mediante la ecuación siguiente

$$V_F = V_C + P_{Cadena}$$

Y para obtener las cargas permanentes totales correspondientes a esta hipótesis de cálculo se deberá multiplicar el valor de un solo conductor por el número total de conductores según indica la siguiente ecuación.

$$V_T = V_F * n$$

Apoyo de Alineación-anclaje. 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%.

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

El esfuerzo transversal no aplica para esta hipótesis de cálculo.

Apoyo de alineación-Anclaje. 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 que como en la hipótesis anterior si la línea transcurre por la zona A se calcularan 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 en la 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.

$$L = T_0$$

El esfuerzo transversal no aplica para esta hipótesis de cálculo.

4.2.4.2. Apoyo de Ángulo

Apoyo de Ángulo-alineación

Apoyo de Ángulo-alineación. 1ª Hipótesis Viento

La hipótesis de viento se tendrá que calcular en la 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.

$$V_C = p \bullet \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + C_V \bullet (\tan(n_1) \pm \tan(n_2)) \right]$$

Sumando posteriormente el peso de la cadena de aisladores para obtener la carga correspondiente a un conductor mediante la siguiente expresión.

$$V_F = V_C + P_{Cadena}$$

Y por último multiplicar por el número de conductores de los que consta la línea para obtener el total de cargas permanentes que gravitan sobre el apoyo en esta hipótesis de viento, según la ecuación.

$$V_T = V_F * n$$

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.

$$E_V = n \bullet d \bullet v \bullet \frac{a_1 + a_2}{2}$$

Añadiendo seguidamente el esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores según.

$$E_{VT} = E_{V} + E_{VCadena} * n$$

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.

$$E_{VTÁngulo} \models E_{VT} \bullet \cos\left(\frac{\beta - \alpha}{2}\right)$$

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.

$$R_{AV} = n \bullet \sqrt{\left[\left(T_{V_1} + T_{V_2}\right) \bullet \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 + \left[\left(T_{V_1} - T_{V_2}\right) \bullet \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2}$$

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.

$$T = E_{VTÁngulo} + R_{AV}$$

El esfuerzo longitudinal no aplica para esta hipótesis de cálculo.

4.2.4.2.1.1. Apoyo de Ángulo-Alineación. 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.

$$V_C = p_h \bullet \frac{a_1 + a_2}{2} + T_H \bullet (\tan(n_1) \pm \tan(n_2))$$

Añadiendo el peso de la cadena de aisladores para obtener el peso correspondiente a un conductor utilizando la siguiente expresión.

$$V_F = V_C + P_{Cadena}$$

Multiplicando finalmente por el número total de conductores para obtener el peso total sobre el apoyo en las condiciones de hielo.

$$V_T = V_F * n$$

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

$$T = n \bullet \sqrt{\left[(T_{H_1} + T_{H_2}) \bullet \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 + \left[(T_{H_1} - T_{H_2}) \bullet \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2}$$

El esfuerzo longitudinal no aplica para esta hipótesis de cálculo.

Apoyo de Ángulo-alineación. 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-suspensión, el porcentaje que fija 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:

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

Y para el segundo tipo:

$$L \quad \frac{15}{100} * n * T$$

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

$$T = n \bullet \sqrt{\left[\left(T_{H_1} + T_{H_2}\right) \bullet \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 + \left[\left(T_{H_1} - T_{H_2}\right) \bullet \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2}$$

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

$$T = n \bullet \sqrt{\left[\left(T_{H_1} + T_{H_2}\right) \bullet \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 + \left[\left(T_{H_1} - T_{H_2}\right) \bullet \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2}$$

Apoyo de Ángulo-alineacion. 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:

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

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:

$$T_{FNA} = (n-1) \bullet \sqrt{\left[\left(T_{V_1} + T_{V_2}\right) \bullet \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 + \left[\left(T_{V_1} - T_{V_2}\right) \bullet \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2}$$

Y para las afectadas de la zona A, tendremos:

$$T_{FA} = 0{,}5 \bullet \sqrt{\left[\left(T_{V_1} + T_{V_2}\right) \bullet \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 + \left[\left(T_{V_1} - T_{V_2}\right) \bullet \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2}$$

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

$$T_{FNA} = (n-1) \bullet \sqrt{\left[\left(T_{H_1} + T_{H_2}\right) \bullet \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 + \left[\left(T_{H_1} - T_{H_2}\right) \bullet \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2}$$

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

$$T_{FA} = 0{,}5 \bullet \sqrt{\left[\left(T_{H_1} + T_{H_2}\right) \bullet \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 + \left[\left(T_{H_1} - T_{H_2}\right) \bullet \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2}$$

Apoyo de Ángulo-amarre

Apoyo de Ángulo-amarre. 1ª Hipótesis Viento

La hipótesis de viento se tendrá que calcular en la 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.

$$V_C = p \bullet \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + C_V \bullet \left(\tan(n_1) \pm \tan(n_2)\right)\right]$$

Sumando posteriormente el peso de la cadena de aisladores para obtener la carga correspondiente a un conductor mediante la siguiente expresión.

$$V_F = V_C + P_{Cadena}$$

Y por último multiplicar por el número de conductores de los que consta la línea para obtener el total de cargas permanentes que gravitan sobre el apoyo en esta hipótesis de viento, según la ecuación.

$$V_T = V_F * n$$

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

$$E_V = n \bullet d \bullet v \bullet \frac{a_1 + a_2}{2}$$

Añadiendo seguidamente el esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores según.

$$E_{VT} = E_V + E_{VCadena} \bullet n$$

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.

$$E_{VTÁngulo} = E_{VT} \bullet \cos\left(\frac{\beta - \alpha}{2}\right)$$

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.

$$R_{AV} = n \bullet \sqrt{\left[\left(T_{V_1} + T_{V_2}\right) \bullet \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 + \left[\left(T_{V_1} - T_{V_2}\right) \bullet \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2}$$

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.

$$T = E_{VTÁngulo} + R_{AV}$$

El esfuerzo longitudinal no aplica para esta hipótesis de cálculo.

Apoyo de Ángulo-Amarre. 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.

$$V_C = p_h \bullet \frac{a_1 + a_2}{2} + T_H \bullet (\tan(n_1) \pm \tan(n_2))$$

Añadiendo el peso de la cadena de aisladores para obtener el peso correspondiente a un conductor utilizando la siguiente expresión.

$$V_F = V_C + P_{Cadena}$$

Multiplicando finalmente por el número total de conductores para obtener el peso total sobre el apoyo en las condiciones de hielo.

$$V_T = V_F * n$$

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

$$T = n \bullet \sqrt{\left[\left(T_{H_1} + T_{H_2}\right) \bullet \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 + \left[\left(T_{H_1} - T_{H_2}\right) \bullet \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2}$$

El esfuerzo longitudinal no aplica para esta hipótesis de cálculo.

Apoyo de Ángulo-amarre. 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:

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

Y para el segundo tipo:

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

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

$$T = n \bullet \sqrt{\left[\left(T_{V_1} + T_{V_2}\right) \bullet \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 + \left[\left(T_{V_1} - T_{V_2}\right) \bullet \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2}$$

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

$$T = n \bullet \sqrt{\left[\left(T_{H_1} + T_{H_2}\right) \bullet \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 + \left[\left(T_{H_1} - T_{H_2}\right) \bullet \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2}$$

Apoyo de Ángulo-amarre. 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:

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:

$$T_{FNA} = (n-1) \bullet \sqrt{\left[\left(T_{V_1} + T_{V_2}\right) \bullet \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 + \left[\left(T_{V_1} - T_{V_2}\right) \bullet \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2}$$

Y para las afectadas de la zona A, tendremos:

$$T_{FA} = 0{,}5 \bullet \sqrt{\left[\left(T_{V_1} + T_{V_2}\right) \bullet \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 + \left[\left(T_{V_1} - T_{V_2}\right) \bullet \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2}$$

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

$$T_{FNA} = (n-1) \bullet \sqrt{\left[\left(T_{H_1} + T_{H_2}\right) \bullet \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 + \left[\left(T_{H_1} - T_{H_2}\right) \bullet \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2}$$

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

$$T_{FA} = 0{,}5 \bullet \sqrt{\left[\left(T_{H_1} + T_{H_2}\right) \bullet \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 + \left[\left(T_{H_1} - T_{H_2}\right) \bullet \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2}$$

Apoyo de Ángulo-anclaje

Apoyo de Ángulo-anclaje. 1ª Hipótesis Viento

La hipótesis de viento se tendrá que calcular en la 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.

$$V_c = p \bullet \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + C_V \bullet (\tan(n_1) \pm \tan(n_2)) \right]$$

Sumando posteriormente el peso de la cadena de aisladores para obtener la carga correspondiente a un conductor mediante la siguiente expresión.

$$V_F = V_C + P_{Cadena}$$

Y por último multiplicar por el número de conductores de los que consta la línea para obtener el total de cargas permanentes que gravitan sobre el apoyo en esta hipótesis de viento, según la ecuación.

$$V_T = V_F * n$$

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.

$$E_V = n \bullet d \bullet v \bullet \frac{a_1 + a_2}{2}$$

Añadiendo seguidamente el esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores según.

$$E_{VT} = E_V + E_{VCadena} * n$$

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.

$$E_{VTÁngulo} = E_{VT} \bullet \cos\left(\frac{\beta - \alpha}{2}\right)$$

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.

$$R_{AV} = n \bullet \sqrt{\left[\left(T_{V_1} + T_{V_2}\right) \bullet \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 + \left[\left(T_{V_1} - T_{V_2}\right) \bullet \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2}$$

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

$$T = E_{VTÁngulo} + R_{AV}$$

El esfuerzo longitudinal no aplica para esta hipótesis de cálculo.

Apoyo de Ángulo-Amarre. 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.

$$V_C = p_h \bullet \frac{a_1 + a_2}{2} + T_H \bullet (\tan(n_1) \pm \tan(n_2))$$

Añadiendo el peso de la cadena de aisladores para obtener el peso correspondiente a un conductor utilizando la siguiente expresión.

$$V_F = V_C + P_{Cadena}$$

Multiplicando finalmente por el número total de conductores para obtener el peso total sobre el apoyo en las condiciones de hielo.

$$V_T = V_F * n$$

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

$$T = n \bullet \sqrt{\left[(T_{H_1} + T_{H_2}) \bullet \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 + \left[(T_{H_1} - T_{H_2}) \bullet \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2}$$

El esfuerzo longitudinal no aplica para esta hipótesis de cálculo.

Apoyo de Ángulo-amarre. 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:

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

$$T = n \bullet \sqrt{\left[\left(T_{V_1} + T_{V_2}\right) \bullet \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 + \left[\left(T_{V_1} - T_{V_2}\right) \bullet \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2}$$

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

$$T = n \bullet \sqrt{\left[\left(T_{H_1} + T_{H_2}\right) \bullet \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 + \left[\left(T_{H_1} - T_{H_2}\right) \bullet \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2}$$

Apoyo de Ángulo-amarre. 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 que como en la hipótesis anterior si la línea transcurre por la zona A se

calcularan 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.

$$L \quad = T_0$$

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:

$$T_{FNA} = (n-1) \bullet \sqrt{\left[\left(T_{V_1} + T_{V_2}\right) \bullet \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 + \left[\left(T_{V_1} - T_{V_2}\right) \bullet \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2}$$

Y para las afectadas de la zona A, tendremos:

$$T_{FA} = 0{,}5 \bullet \sqrt{\left[\left(T_{V_1} + T_{V_2}\right) \bullet \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 + \left[\left(T_{V_1} - T_{V_2}\right) \bullet \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2}$$

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

$$T_{FNA} = (n-1) \bullet \sqrt{\left[\left(T_{H_1} + T_{H_2}\right) \bullet \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 + \left[\left(T_{H_1} - T_{H_2}\right) \bullet \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2}$$

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

$$T_{FA} = 0{,}5 \bullet \sqrt{\left[\left(T_{H_1} + T_{H_2}\right) \bullet \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 + \left[\left(T_{H_1} - T_{H_2}\right) \bullet \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2}$$

4.2.4.4. Apoyo de Final/Principio de Línea

Apoyo de Final/Principio de Línea. 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 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:

$$V_C = p \bullet \left[\frac{a}{2} + C_V \bullet (-\tan(n))\right]$$

- Apoyo final de línea:

$$V_C = p \bullet \left[\frac{a}{2} + C_V \bullet \tan(n)\right]$$

Posteriormente para obtener el peso correspondiente a una fase se tendrá que sumar el peso correspondiente a la cadena de aisladores mediante la siguiente expresión.

$$V_F = V_C + P_{Cadena}$$

Y por último multiplicar por el número de conductores de los que consta la línea para obtener el total de cargas permanentes que gravitan sobre el apoyo en esta hipótesis de viento, según la ecuación. $V_T = V_F * n$

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, para los conductores utilizaremos la ecuación que sigue.

$$T_C = n \bullet d \bullet v \bullet \frac{a}{2}$$

Esfuerzo al que se tendrá que añadir el correspondiente a la acción del viento sobre las cadenas de aisladores y que quedará de la siguiente forma.

$$T = T_C + E_{VCadena} \bullet n$$

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 al 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.

$$L = n * T_V$$

Apoyo de Final/Principio de Línea. 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:

$$V_C = p_h \bullet \frac{a}{2} + T_0 \bullet (-\tan(n))$$

- Apoyo principio de línea:

$$V_C = p_h \bullet \frac{a}{2} + T_0 \bullet \tan(n)$$

Posteriormente para obtener el peso correspondiente a una fase se tendrá que sumar el peso correspondiente a la cadena de aisladores mediante la siguiente expresión.

$$V_F = V_C + P_{Cadena}$$

Y por último multiplicar por el número de conductores de los que consta la línea para obtener el total de cargas permanentes que gravitan sobre el apoyo en esta hipótesis de viento, según la ecuación.

$$V_T = V_F * n$$

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 esté 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.

$$L = n * T_0$$

El esfuerzo transversal no aplica para esta hipótesis de cálculo.

Apoyo de Final/Principio de Línea. 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.

Apoyo de Final/Principio de Línea. 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 la 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.

$$L = T_0$$

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.

$$L = 2 * T_0$$

En el anexo de cálculo, cuadros número 3 y 4, 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.

4.3. Cimentaciones de los apoyos

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.

$$M_{VC} = E_P \bullet H_C$$

En donde:

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

E_p = Esfuerzo útil del apoyo en daN.

H_C = 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.

$$M_{VV} = E_V * H_V$$

En donde:

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

E_V = Esfuerzo producido por el viento sobre la superficie del apoyo en daN.

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

Para el cálculo de la cimentación se utiliza el método utilizado por la asociación de ingenieros suizos, el método 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.

$$(M_{vc} + M_{vv}) \leq \frac{M_c}{1,5}$$

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 esta 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.

$$M_C = 139 \bullet b \bullet h^4 \bullet C_2 + a^2 \bullet b \bullet (h + 0,20) \bullet 2200 \bullet \left[0,5 - \frac{2}{3} \bullet \sqrt{1,1 \bullet \frac{h}{a} \bullet \frac{1}{10 \bullet C_2}} \right]$$

En donde:

M_C = 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.

C_2 = Coeficiente de compresibilidad del terreno a 2 metros de profundidad en daN/cm^3.

4.4. 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 20 en aquellos apoyos que no estén en zonas de pública concurrencia, ni soporten aparatos de maniobra.

5. DISTANCIA DE SEGURIDAD

5.1. 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 los conductores cuando se produzca su flecha máxima vertical, queden siempre por encima de cualquier punto del terreno o superficies de agua no navegable, dicha altura mínima viene fijada por la siguiente ecuación:

$$5{,}3 + D_{el} \text{ (metros)}$$

Con un mínimo de 6 metros, para el caso del proyecto que nos ocupa será de *6,00 m*.

No obstante, se dispondrá de un mínimo de: *9,85 m*m, en el caso mas desfavorable de este proyecto.

5.2. 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 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. La expresión que calcula según Reglamento esta distancia mínima entre conductores es la que sigue:

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

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.

D_{pp} = Distancia mínima aérea especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rapido

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

$$tg\alpha = \frac{v \bullet d}{p}$$

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/m^2 para conductores con un diámetro igual o inferior a 16 mm y 50 daN/m^2 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:

$$tg\alpha = \frac{v \bullet d}{p_h}$$

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/m^2 para conductores con un diámetro igual o inferior a 16 mm y 50 daN/m^2 para conductores con un diámetro superior a 16mm.

d = Diámetro en metros del conductor.

P_h= Peso del conductor mas 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 30 kV	Líneas de tensión nominal igual o inferior a 30 kV
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: *2,40* m, en el caso más desfavorable de este proyecto.

5.3. 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 Del, con un mínimo de 0,2 m.

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

6. CONCLUSIÓN DEL PROYECTO

Considerando suficiente lo expuesto, esperamos que este proyecto merezca la aprobación de la Administración, concediendo la correspondiente autorización administrativa.

DOCUMENTO 9

TABLAS DE
RESULTADOS DE CÁLCULO

ÍNDICE

TABLA 1. CÁLCULO DE CONDUCTORES DE FASE – TENSIONES REGLAMENTARIAS…….....…....203

TABLA 2. CÁLCULO DE CONDUCTORES DE FASE - TABLA DE TENDIDO Nº 1……...205

TABLA 3. CÁLCULO DE CONDUCTORES DE FASE - TABLA DE TENDIDO Nº 2…….....207

TABLA 4. ELECCIÓN DE APOYOS…….…….....209

TABLA 5. CÁLCULO DE DERIVACIONES……...……...213

TABLA 6. CÁLCULO DE CADENAS DE AISLADORES…….235

TABLA 7. CÁLCULO DE CIMENTACIONES……...237

TABLA 8. MEDICIONES SEGÚN CALCULO……...238

TABLA 9. TABLA DE CÁLCULOS…….240

TABLA 10. APOYOS Y CRUCETAS NORMALIZADAS ANDEL S.A……...241

TABLA 11. RELACIÓN DE MATERIALES PARA PRESUPUESTO - APOYOS…….....243

TABLA 12. RELACIÓN DE MATERIALES PARA PRESUPUESTO – ARMADOS…….…....245

.

TABLA 13. CÁLCULO DE EOLOVANOS Y GRAVIVANOS……...247

Cálculo de conductores de fase - tensiones reglamentarias

Tensiones en daN - Flechas en m

Hipótesis de cálculo para tensiones máximas:

Zona A	Zona B	Zona C
-5°C+V(120km/h)	-10°C+V(120km/h), -15°C+H	-15°C+V(120km/h), -20°C+H

Tramo		Conductor	Zona	Vano	Desnivel	Vano Reg.	Const. Caten.	Cálc.	E.D.S. Valor máxi.	T.H.F. Temp.	%	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)
1-	2			228	16,58												4,93		4,96		5,41
2-	3	LA-180	B	188	4,73	191	1205	17,33	22,00	10	22,50	1728	2035	———	1476	1450	3,34	1858	3,37	797	3,67
3-	4			177	-9,35												2,97		2,99		3,26
4-	5			130	-5,08												1,60		1,61		1,75
5-	6	LA-180	B	149	-1,23	149	1046	16,33	22,00	10	22,50	1631	1900	———	1434	1313	2,32	1698	2,31	692	2,65
6-	7	LA-180	B	233	1,75	284	1356	17,02	22,00	10	19,80	1740	2115	———	1390	1561	4,77	1995	4,81	897	5,01
7-	8			316	2,01												8,78		8,86		9,22
8-	9	LA-180	B	242	14,36	210	1268	17,73	22,00	10	22,50	1768	2092	———	1494	1506	5,34	1924	5,39	839	5,79

9- 10			121	5,84												1,33		1,35			1,44
10- 11	LA-180	B	113	-2,70	113	880	15,30	22,00	10	22,50	1538	1769	———	1394	1172	1,49	1538	1,47	582		1,81
11- 12	LA-180	B	318	-20,93	317	1362	16,52	22,00	10	18,64	1704	2093	———	1334	1556	8,94	1992	9,01	901		9,31
12- 13			315	-24,34												8,78		8,84			9,14
13- 14	LA-180	B	142	-0,42	142	1016	16,14	22,00	10	22,50	1614	1875	———	1426	1287	2,15	1668	2,14	672		2,48
14- 15	LA-180	B	371	-20,27	371	1390	16,23	22,00	10	17,74	1687	2095	———	1294	1572	12,04	2015	12,11	919		12,42
15- 16	LA-180	B	261	8,27	272	1344	17,11	22,00	10	20,14	1744	2112	———	1403	1554	6,02	1986	6,07	889		6,34
16- 17			281	-8,75												6,98		7,04			7,35
17- 18	LA-180	B	137	15,83	137	994	16,01	22,00	10	22,50	1601	1857	———	1421	1268	2,04	1647	2,03	658		2,38
18- 19	LA-180	B	69	-8,43	69	629	13,87	22,00	10	22,50	1419	1602	———	1346	967	0,68	1318	0,64	416		0,95
19- 20	LA-180	B	122	-49,61	122	925	15,57	22,00	10	22,50	1562	1803	———	1404	1209	1,82	1580	1,80	612		2,17

Cálculo de conductores de fase - tabla de tendido nº 1

Sección del conductor 181,60mm²

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			227,89	16,58			3,34		3,52		3,71		3,90		4,09		4,28
2- 3	LA-180	B	188,25	4,73	190,51	1290	2,27	1224	2,39	1163	2,51	1107	2,64	1055	2,77	1008	2,90
3- 4			176,63	-9,35			2,01		2,12		2,23		2,34		2,46		2,57
4- 5			129,91	-5,08			1,08		1,14		1,20		1,26		1,33		1,39
5- 6	LA-180	B	148,93	-1,23	149,00	1262	1,46	1183	1,55	1110	1,65	1043	1,76	982	1,87	927	1,98
6- 7	LA-180	B	233,16	1,75	283,76	1187	3,78	1151	3,90	1118	4,02	1087	4,13	1058	4,24	1031	4,36
7- 8			316,27	2,01			6,96		7,18		7,39		7,60		7,81		8,02
8- 9	LA-180	B	241,73	14,36	209,58	1301	3,73	1240	3,91	1184	4,10	1132	4,29	1084	4,48	1040	4,67
9- 10			121,13	5,84			0,93		0,98		1,02		1,07		1,12		1,17
10- 11	LA-180	B	112,56	-2,70	113,00	1235	0,86	1142	0,92	1056	1,00	977	1,08	906	1,17	841	1,26
11- 12	LA-180	B	318,13	-20,93	316,51	1132	7,41	1105	7,59	1079	7,77	1055	7,95	1032	8,13	1010	8,30

12- 13			314,77	-24,34			7,28		7,45		7,63		7,81		7,98		8,15
13- 14	LA-180	B	142,16	-0,42	142,00	1257	1,33	1175	1,42	1100	1,52	1031	1,62	968	1,72	912	1,83
14- 15	LA-180	B	370,52	-20,27	371,00	1092	10,45	1073	10,64	1054	10,82	1037	11,01	1020	11,19	1004	11,37
15- 16	LA-180	B	260,97	8,27	271,55	1201	4,69	1162	4,85	1126	5,01	1093	5,16	1061	5,31	1032	5,46
16- 17			280,99	-8,75			5,44		5,62		5,80		5,98		6,16		6,33
17- 18	LA-180	B	137,00	15,83	137,00	1253	1,25	1170	1,34	1093	1,43	1022	1,53	958	1,63	900	1,74
18- 19	LA-180	B	68,50	-8,43	69,00	1203	0,33	1092	0,36	985	0,40	886	0,45	795	0,50	713	0,56
19- 20	LA-180	B	121,89	-49,61	122,00	1242	1,07	1153	1,15	1070	1,24	995	1,34	926	1,43	864	1,54

Cálculo de conductores de fase - tabla de tendido nº 2

Sección del conductor 181,60mm²

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			227,89	16,58			4,47		4,66		4,85		5,04		5,23		5,41
2- 3	LA-180	B	188,25	4,73	190,51	965	3,03	925	3,16	889	3,29	856	3,42	825	3,54	797	3,67
3- 4			176,63	-9,35			2,69		2,80		2,92		3,03		3,14		3,26
4- 5			129,91	-5,08			1,45		1,51		1,57		1,63		1,69		1,75
5- 6	LA-180	B	148,93	-1,23	149,00	877	2,09	832	2,21	792	2,32	755	2,43	722	2,54	692	2,65
6- 7	LA-180	B	233,16	1,75	283,76	1005	4,47	981	4,58	958	4,69	936	4,80	916	4,90	897	5,01
7- 8			316,27	2,01			8,22		8,43		8,63		8,83		9,02		9,22
8- 9	LA-180	B	241,73	14,36	209,58	1000	4,86	962	5,04	928	5,23	896	5,42	866	5,60	839	5,79
9- 10			121,13	5,84			1,21		1,26		1,31		1,35		1,40		1,44

10- 11	LA-180	B	112,56	-2,70	113,00	784	1,35	733	1,44	688	1,54	649	1,63	613	1,72	582	1,81
11- 12	LA-180	B	318,13	-20,93	316,51	990	8,47	970	8,64	952	8,81	934	8,98	917	9,15	901	9,31
12- 13			314,77	-24,34			8,32		8,49		8,65		8,82		8,98		9,14
13- 14	LA-180	B	142,16	-0,42	142,00	860	1,94	814	2,05	773	2,16	736	2,27	702	2,37	672	2,48
14- 15	LA-180	B	370,52	-20,27	371,00	988	11,55	973	11,73	959	11,90	945	12,07	932	12,25	919	12,42
15- 16	LA-180	B	260,97	8,27	271,55	1004	5,61	978	5,76	954	5,91	931	6,06	910	6,20	889	6,34
16- 17			280,99	-8,75			6,51		6,68		6,85		7,02		7,19		7,35
17- 18	LA-180	B	137,00	15,83	137,00	848	1,84	801	1,95	759	2,06	722	2,17	688	2,27	658	2,38
18- 19	LA-180	B	68,50	-8,43	69,00	642	0,62	580	0,68	528	0,75	484	0,82	447	0,89	416	0,95
19- 20	LA-180	B	121,89	-49,61	122,00	809	1,64	760	1,75	716	1,86	677	1,96	643	2,07	612	2,17

Cálculo de apoyos nº1

Esfuerzos por fase.

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coeficien. de seguridad	Conduct.	1ª Hipótesis Viento				2ª Hipótesis Hielo		Hielo+Viento			3ª Hipótesis Desequilibrio de tracciones			4ª Hipótesis Rotura de conductores Fases no afectadas			Fases afectadas			Esf.tor. aplica.
											Vertic.	Trans.	Longi.	Vertic.	Trans.	Longi.	Vertic.	Trans.	Longi.	Vertic.	Trans.	Longi.	
					daN	daN	daN	daN	daN	daN	daN	daN	daN	daN	daN	daN	daN	daN	daN	daN	daN	daN	daN
1	Estrel.	——	N	Fase	23	121	1728	37	—	2035	—	—	—	—	—	—	37	—	4071	—	—	—	4071
2	Ali-Sus	——	N	Fase	209	200	—	413	—	—	—	—	—	413	—	163	413	—	—	—	—	—	—
3	Ali-Sus	——	N	Fase	224	178	—	439	—	—	—	—	—	439	—	163	439	—	—	—	—	—	—
4	Ali-Sus	——	N	Fase	109	153	—	211	—	—	—	—	—	211	—	163	211	—	—	—	—	—	—
5	Ali-Ama	——	N	Fase	106	165	—	180	—	—	—	—	—	180	—	305	180	—	—	—	—	—	—
6	Áng-Anc	161	N	Fase	157	779	—	285	702	—	—	—	—	285	702	1058	285	702	—	143	352	2085	2085
7	Ali-Sus	——	N	Fase	205	259	—	413	—	—	—	—	—	413	—	169	413	—	—	—	—	—	—
8	Ali-Ama	——	N	Fase	175	287	—	331	—	—	—	—	—	331	—	317	331	—	—	—	—	—	—
9	Ali-Sus	——	N	Fase	154	177	—	302	—	—	—	—	—	302	—	167	302	—	—	—	—	—	—
10	Áng-Anc	180	N	Fase	198	376	—	355	323	—	—	—	—	355	323	1046	355	323	—	178	4	2092	2092
11	Ali-Ama	——	N	Fase	235	232	—	447	—	—	—	—	—	447	—	314	447	—	—	—	—	—	—
12	Ali-Sus	——	N	Fase	243	295	—	494	—	—	—	—	—	494	—	167	494	—	—	—	—	—	—

13	Ali-Ama	——	N	Fase	121	243	—	214	—	—	—	—	—	214	—	314	214	—	—	—	—	—	—
14	Áng-Anc	167	N	Fase	269	645	—	518	498	—	—	—	—	518	498	1048	518	498	—	259	236	2082	2082
15	Ali-Ama	——	N	Fase	167	320	—	312	—	—	—	—	—	312	—	317	312	—	—	—	—	—	—
16	Ali-Sus	——	N	Fase	267	256	—	538	—	—	—	—	—	538	—	169	538	—	—	—	—	—	—
17	Áng-Anc	162	N	Fase	41	752	—	62	655	—	—	—	—	62	655	1056	62	655	—	31	322	2087	2087
18	Ali-Ama	——	N	Fase	331	133	—	602	—	—	—	—	—	602	—	279	602	—	—	—	—	—	—
19	Ali-Ama	——	N	Fase	388	127	—	719	—	—	—	—	—	719	—	270	719	—	—	—	—	—	—
20	F.Línea	——	N	Fase	-319	75	1562	-623	—	1803	—	—	—	—	—	—	-623	—	3605	—	—	—	3605

Cálculo de apoyos nº2

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo	Coeficien. de seguridad	Alt. cond. en perfil necesaria m	Altura conductor real m	Desviaci. cadena	Flecha máxima m	Separaci. conduct. m	Contrape. daN	Coeficientes L, N, S Semi suma vanos L	Diferencia tangentes N	Coeficiente ángulo S
1	Estrel.	——	N	10,50		—	5,41	2,00	——	114,00	0,073	——
2	Ali-Sus	——	N	13,30	14,45	25	5,41	2,12	——	208,00	0,048	——
3	Ali-Sus	——	N	13,42	14,45	20	3,67	1,90	——	182,50	0,078	——
4	Ali-Sus	——	N	12,43	14,94	40	3,26	1,84	——	153,50	-0,014	——
5	Ali-Ama	——	N	9,86	11,68	—	2,65	1,58	——	139,50	-0,031	——
6	Áng-Anc	161	N	9,47	10,78	—	5,01	1,94	——	191,00	-0,016	0,330
7	Ali-Sus	——	N	13,94	15,18	34	9,22	2,52	——	274,50	0,001	——
8	Ali-Ama	——	N	12,50	14,43	—	9,22	2,42	——	279,00	-0,053	——
9	Ali-Sus	——	N	9,52	10,81	31	5,79	2,17	——	181,50	0,011	——
10	Áng-Anc	180	N	8,89	9,69	—	1,81	1,41	——	117,00	0,072	0,000
11	Ali-Ama	——	N	21,19	22,42	—	9,31	2,43	——	215,50	0,042	——
12	Ali-Sus	——	N	13,37	15,18	32	9,31	2,53	——	316,50	0,011	——
13	Ali-Ama	——	N	9,44	10,47	—	9,14	2,41	——	228,50	-0,074	——
14	Áng-Anc	167	N	10,45	11,57	—	12,42	2,71	——	256,50	0,052	0,226
15	Ali-Ama	——	N	7,99	8,39	—	12,42	2,71	——	316,00	-0,086	——

16 Ali-Sus	——	N	22,16	24,29	25	7,35	2,34	——	271,00	0,063	——
17 Áng-Anc	162	N	18,87	20,75	—	7,35	2,23	——	209,00	-0,147	0,313
18 Ali-Ama	——	N	8,13	10,58	—	2,38	1,52	——	103,00	0,238	——
19 Ali-Ama	——	N	13,90	14,57	—	2,17	1,48	——	95,50	0,285	——
20 F.Línea	——	N	12,06		—	2,17	1,48	——	61,00	0,407	——

Cálculo de derivaciones

Esfuerzos por fase.

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Hipót.	Cara nº	Posiciones en el fuste del apoyo - Esfuerzos en cruceta																					4ª Hipóte. Rot.condu. caso más desfavora.
					Posición H1			Posición H2			Posición H3			Posición H4			Posición H5			Posición H6			Posición H7			
					Vert. daN	Tran. daN	Long. daN	Vert. daN	Tran. daN	Long. daN	Vert. daN	Tran. daN	Long. daN	Vert. daN	Tran. daN	Long. daN	Vert. daN	Tran. daN	Long. daN	Vert. daN	Tran. daN	Long. daN	Vert. daN	Tran. daN	Long. daN	
1	P.Línea	—	1ª	P1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Esfuerzo: 4071
			Vien.	P2	-34222	2039	22	0	0	0	-34199	2161	1750	0	0	0	-34222	2039	22	0	0	0	0	0	0	
				P3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Posición: P2,H3
				P4	23	121	1728	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	121	1728	0	0	0	0	0	0	
			2ª	P1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			Hielo	P2	-59695	2172	0	0	0	0	-59658	2172	2035	0	0	0	-59695	2172	0	0	0	0	0	0	0	

	P3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	P4	37	0	2035	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	0	2035	0	0	0	0	0	0
3ª	P1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dese.	P2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
trac.	P3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	P4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Elección de apoyos

Esfuerzos por fase.

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Altura libre m	Monta. y sep. condu.	Hipót.	Esfuerzo por fase y tierra: Condu.	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo: Hipót.	Coe. seg. apo.	Coe.Condu. seg. real	Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Longi. daN	Utiliza. del apoyo %	Separ. fases norma. m	Altura de refere. m	Altura libre real m
1	Estrel.	—	N	B	10,50	Tres.	1ª	Fase	23	121	1728	Apoyo derivación	1ª	1,5	Fase							
							Vien.	Tie.1	—	—	—		Vien.		Tie.1	—	—	—				
						2,00		Tie.2	—	—	—	Consulte fábrica			Tie.2	—	—	—				
							2ª	Fase	37	—	2035		2ª	1,5	Fase							
							Hielo	Tie.1	—	—	—		Hielo		Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—				Tie.2	—	—	—				
							3ª	Fase	—	—	—		3ª	1,2	Fase							

						Dese.	Tie.1	—	—	—		Dese.			Tie.1	—	—	—				
						trac.	Tie.2	—	—	—		trac.			Tie.2	—	—	—				
						4ª	Fase	37/18	—	4071		4ª	1,2		Fase							
						Rotu.	Tie.1	—	—	—		Rotu.			Tie.1	—	—	—				
						cond.	Tie.2	—	—	—		cond.			Tie.2	—	—	—				
2	Ali-Sus	—	N	B	13,30	Tres. 1ª	Fase	209	200	—	Unesa A	1ª	1,5	2,17	Fase	250	386	—	55,56	2,40	20,00	14,45
						Vien.	Tie.1	—	—	—		Vien.			Tie.1	—	—	—				
					2,12		Tie.2	—	—	—	C-1000				Tie.2	—	—	—				
						2ª	Fase	413	—	—		2ª	1,5	2,75	Fase	413	—	—	16,73			
						Hielo	Tie.1	—	—	—		Hielo			Tie.1	—	—	—				
							Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
						3ª	Fase	413	—	163		3ª	1,2	2,07	Fase	413	—	163	62,11			
						Dese.	Tie.1	—	—	—		Dese.			Tie.1	—	—	—				
						trac.	Tie.2	—	—	—		trac.			Tie.2	—	—	—				
						4ª	Fase	—	—	—		4ª	1,2	—	Fase	—	—	—	—			
						Rotu.	Tie.1	—	—	—		Rotu.			Tie.1	—	—	—				
						cond.	Tie.2	—	—	—		cond.			Tie.2	—	—	—				

Elección de apoyos

Esfuerzos por fase.

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Altura libre m	Monta. y sep. condu.	Esfuerzo por fase y tierra: Hipót.	Condu.	Esfuerzo Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Esfuerzo Longi. daN	Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo: Hipót.	Coe. seg. apo.	Coe. seg. real	Condu.	Esfuerzo Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Esfuerzo Longi. daN	Utiliza. del apoyo %	Separ. fases norma. m	Altura de refere. m	Altura libre real m
3	Ali-Sus	—	N	B	13,42	Tres.	1ª	Fase	224	178	—	Unesa A	1ª	1,5	2,23	Fase	250	386	—	51,12	2,40	20,00	14,45
							Vien.	Tie.1	—	—	—		Vien.			Tie.1	—	—	—				
						1,90		Tie.2	—	—	—	C-1000				Tie.2	—	—	—				
							2ª	Fase	439	—	—		2ª	1,5	2,73	Fase	439	—	—	17,77			
							Hielo	Tie.1	—	—	—		Hielo			Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							3ª	Fase	439	—	163		3ª	1,2	2,05	Fase	439	—	163	63,42			
							Dese.	Tie.1	—	—	—		Dese.			Tie.1	—	—	—				
							trac.	Tie.2	—	—	—		trac.			Tie.2	—	—	—				
							4ª	Fase	—	—	—		4ª	1,2	—	Fase	—	—	—	—			

						Rotu.	Tie.1	—	—	—		Rotu.			Tie.1	—	—	—				
						cond.	Tie.2	—	—	—		cond.			Tie.2	—	—	—				
4	Ali-Sus	—	N	B	12,43	Tres.	1ª	Fase	109	153	—	Unesa A	1ª	1,5	1,91	Fase	250	189	—	72,98	2,40	20,00	14,94
						Vien.	Tie.1	—	—	—		Vien.			Tie.1	—	—	—				
					1,84		Tie.2	—	—	—	C-500				Tie.2	—	—	—				
							2ª	Fase	211	—	—		2ª	1,5	2,78	Fase	250	—	—	14,51			
						Hielo	Tie.1	—	—	—		Hielo			Tie.1	—	—	—				
							Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							3ª	Fase	211	—	163		3ª	1,2	1,68	Fase	250	—	163	88,03			
						Dese.	Tie.1	—	—	—		Dese.			Tie.1	—	—	—				
						trac.	Tie.2	—	—	—		trac.			Tie.2	—	—	—				
							4ª	Fase	—	—	—		4ª	1,2	—	Fase	—	—	—	—			
						Rotu.	Tie.1	—	—	—		Rotu.			Tie.1	—	—	—				
						cond.	Tie.2	—	—	—		cond.			Tie.2	—	—	—				

Elección de apoyos

Esfuerzos por fase.

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Altura libre m	Monta. y sep. condu.	Esfuerzo por fase y tierra: Hipót.	Condu.	Esfuerzo Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Esfuerzo Longi. daN	Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo: Hipót.	Coe. seg. apo.	Coe. seg. real	Condu.	Esfuerzo Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Esfuerzo Longi. daN	Utiliza. del apoyo %	Separ. fases norma. m	Altura de refere. m	Altura libre real m
5	Ali-Ama	—	N	B	9,86	Tres.	1ª	Fase	106	165	—	Unesa A	1ª	1,5	2,36	Fase	250	386	—	42,79	2,40	16,00	11,68
							Vien.	Tie.1	—	—	—		Vien.			Tie.1	—	—	—				
						1,58		Tie.2	—	—	—	C-1000				Tie.2	—	—	—				
							2ª	Fase	180	—	—		2ª	1,5	2,89	Fase	250	—	—	7,29			
							Hielo	Tie.1	—	—	—		Hielo			Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							3ª	Fase	180	—	305		3ª	1,2	1,70	Fase	250	—	305	86,36			
							Dese.	Tie.1	—	—	—		Dese.			Tie.1	—	—	—				
							trac.	Tie.2	—	—	—		trac.			Tie.2	—	—	—				
							4ª	Fase	—	—	—		4ª	1,2	—	Fase	—	—	—	—			
							Rotu.	Tie.1	—	—	—		Rotu.			Tie.1	—	—	—				

							cond.	Tie.2	—	—	—		cond.			Tie.2	—	—	—				
6	Áng-Anc	161	N	B	9,47	Tres.	1ª	Fase	157	779	—	Unesa A	1ª	1,5	2,53	Fase	400	2479	—	31,60	2,40	16,00	10,78
							Vien.	Tie.1	—	—	—		Vien.			Tie.1	—	—	—				
						1,94		Tie.2	—	—	—	C-7000				Tie.2	—	—	—				
							2ª	Fase	285	702	—		2ª	1,5	2,59	Fase	400	2636	—	27,57			
							Hielo	Tie.1	—	—	—		Hielo			Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							3ª	Fase	285	702	1058		3ª	1,2	1,75	Fase	400	871	1227	83,55			
							Dese.	Tie.1	—	—	—		Dese.			Tie.1	—	—	—				
							trac.	Tie.2	—	—	—		trac.			Tie.2	—	—	—				
							4ª	Fase	285/143	702/352	2085		4ª	1,2	1,62	Fase	400/400	1800/1800	2803	65,16			
							Rotu.						Rotu.										
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
							cond.						cond.										
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				

Elección de apoyos

Esfuerzos por fase.

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Altura libre m	Monta. y sep. condu.	Esfuerzo por fase y tierra: Hipót.	Condu.	Esfuerzo Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Esfuerzo Longi. daN	Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo: Hipót.	Coe. seg. apo.	Coe. seg. real	Condu.	Esfuerzo Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Esfuerzo Longi. daN	Utiliza. del apoyo %	Separ. fases norma. m	Altura de refere. m	Altura libre real m
7	Ali-Sus	—	N	B	13,94	Tres.	1ª	Fase	205	259	—	Unesa A	1ª	1,5	2,03	Fase	250	412	—	64,84	3,10	22,00	15,18
							Vien.	Tie.1	—	—	—		Vien.			Tie.1	—	—	—				
						2,52		Tie.2	—	—	—	C-1000				Tie.2	—	—	—				
							2ª	Fase	413	—	—		2ª	1,5	2,76	Fase	413	—	—	15,75			
							Hielo	Tie.1	—	—	—		Hielo			Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							3ª	Fase	413	—	169		3ª	1,2	2,10	Fase	413	—	169	60,06			
							Dese.	Tie.1	—	—	—		Dese.			Tie.1	—	—	—				
							trac.	Tie.2	—	—	—		trac.			Tie.2	—	—	—				
							4ª	Fase	—	—	—		4ª	1,2	—	Fase	—	—	—	—			

						Rotu.	Tie.1	—	—	—		Rotu.			Tie.1	—	—	—				
						cond.	Tie.2	—	—	—		cond.			Tie.2	—	—	—				
8	Ali-Ama	—	N	B	12,50	Tres.	1ª	Fase	175	287	—	Unesa A	1ª	1,5	1,95	Fase	250	412	—	69,76	3,10	20,00	14,43
						Vien.	Tie.1	—	—	—		Vien.			Tie.1	—	—	—				
					2,42		Tie.2	—	—	—	C-1000				Tie.2	—	—	—				
						2ª	Fase	331	—	—		2ª	1,5	2,81	Fase	331	—	—	12,62			
						Hielo	Tie.1	—	—	—		Hielo			Tie.1	—	—	—				
							Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
						3ª	Fase	331	—	317		3ª	1,2	1,63	Fase	331	—	317	91,45			
						Dese.	Tie.1	—	—	—		Dese.			Tie.1	—	—	—				
						trac.	Tie.2	—	—	—		trac.			Tie.2	—	—	—				
						4ª	Fase	—	—	—		4ª	1,2	—	Fase	—	—	—	—			
						Rotu.	Tie.1	—	—	—		Rotu.			Tie.1	—	—	—				
						cond.	Tie.2	—	—	—		cond.			Tie.2	—	—	—				

Elección de apoyos

Esfuerzos por fase.

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Altura libre m	Monta. y sep. condu.	Esfuerzo por fase y tierra: Hipót.	Condu.	Esfuerzo Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Esfuerzo Longi. daN	Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo: Hipót.	Coe. seg. apo.	Coe. seg. real	Condu.	Esfuerzo Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Esfuerzo Longi. daN	Utiliza. del apoyo %	Separ. fases norma. m	Altura de refere. m	Altura libre real m
9	Ali-Sus	—	N	B	9,52	Tres.	1ª	Fase	154	177	—	Unesa A	1ª	1,5	1,70	Fase	250	189	—	86,95	2,40	16,00	10,81
							Vien.	Tie.1	—	—	—		Vien.			Tie.1	—	—	—				
						2,17		Tie.2	—	—	—	C-500				Tie.2	—	—	—				
							2ª	Fase	302	—	—		2ª	1,5	2,69	Fase	302	—	—	20,74			
							Hielo	Tie.1	—	—	—		Hielo			Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							3ª	Fase	302	—	167		3ª	1,2	1,53	Fase	302	—	167	97,77			
							Dese.	Tie.1	—	—	—		Dese.			Tie.1	—	—	—				
							trac.	Tie.2	—	—	—		trac.			Tie.2	—	—	—				
							4ª	Fase	—	—	—		4ª	1,2	—	Fase	—	—	—	—			

							Rotu.	Tie.1	—	—	—		Rotu.		Tie.1	—	—	—				
							cond.	Tie.2	—	—	—		cond.		Tie.2	—	—	—				
10	Áng-Anc	180	N	B	8,89	Tres.	1ª	Fase	198	376	—	Unesa A	1ª	1,5	2,64	Fase	270	1650	—	24,11	3,10	16,00	9,69
							Vien.	Tie.1	—	—	—		Vien.		Tie.1	—	—	—				
						1,41		Tie.2	—	—	—	C-4500-TR			Tie.2	—	—	—				
							2ª	Fase	355	323	—		2ª	1,5	2,68	Fase	355	1730	—	21,36			
							Hielo	Tie.1	—	—	—		Hielo		Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—				Tie.2	—	—	—				
							3ª	Fase	355	323	1046		3ª	1,2	1,50	Fase	355	326	1046	99,75			
							Dese.	Tie.1	—	—	—		Dese.		Tie.1	—	—	—				
							trac.	Tie.2	—	—	—		trac.		Tie.2	—	—	—				
							4ª	Fase	355/178	323/4	2092		4ª	1,2	1,49	Fase	270/270	1099/1099	2471	75,92			
							Rotu.						Rotu.										
								Tie.1	—	—	—				Tie.1	—	—	—				
							cond.						cond.										
								Tie.2	—	—	—				Tie.2	—	—	—				

Elección de apoyos

Esfuerzos por fase.

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Altura libre m	Monta. y sep. condu.	Esfuerzo por fase y tierra: Hipót.	Condu.	Esfuerzo Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Esfuerzo Longi. daN	Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo: Hipót.	Coe. seg. apo.	Coe. seg. real	Condu.	Esfuerzo Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Esfuerzo Longi. daN	Utiliza. del apoyo %	Separ. fases norma. m	Altura de refere. m	Altura libre real m
11	Ali-Ama	—	N	B	21,19	Tres.	1ª	Fase	235	232	—	Unesa A	1ª	1,5	2,09	Fase	250	412	—	60,34	3,10	28,00	22,42
							Vien.	Tie.1	—	—	—		Vien.			Tie.1	—	—	—				
						2,43		Tie.2	—	—	—	C-1000				Tie.2	—	—	—				
							2ª	Fase	447	—	—		2ª	1,5	2,74	Fase	447	—	—	17,06			
							Hielo	Tie.1	—	—	—		Hielo			Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							3ª	Fase	447	—	314		3ª	1,2	1,56	Fase	447	—	314	96,21			
							Dese.	Tie.1	—	—	—		Dese.			Tie.1	—	—	—				
							trac.	Tie.2	—	—	—		trac.			Tie.2	—	—	—				
							4ª	Fase	—	—	—		4ª	1,2	—	Fase	—	—	—	—			
							Rotu.	Tie.1	—	—	—		Rotu.			Tie.1	—	—	—				

							cond.	Tie.2	—	—	—		cond.			Tie.2	—	—	—				
12	Ali-Sus	—	N	B	13,37	Tres.	1ª	Fase	243	295	—	Unesa A	1ª	1,5	1,88	Fase	250	412	—	74,45	3,10	22,00	15,18
							Vien.	Tie.1	—	—	—		Vien.			Tie.1	—	—	—				
						2,53		Tie.2	—	—	—	C-1000				Tie.2	—	—	—				
							2ª	Fase	494	—	—		2ª	1,5	2,72	Fase	494	—	—	18,85			
							Hielo	Tie.1	—	—	—		Hielo			Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							3ª	Fase	494	—	167		3ª	1,2	2,05	Fase	494	—	167	63,50			
							Dese.	Tie.1	—	—	—		Dese.			Tie.1	—	—	—				
							trac.	Tie.2	—	—	—		trac.			Tie.2	—	—	—				
							4ª	Fase	—	—	—		4ª	1,2	—	Fase	—	—	—	—			
							Rotu.	Tie.1	—	—	—		Rotu.			Tie.1	—	—	—				
							cond.	Tie.2	—	—	—		cond.			Tie.2	—	—	—				

Elección de apoyos

Esfuerzos por fase.

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Altura libre m	Monta. y sep. condu.	Hipót.	Condu.	Esfuerzo por fase y tierra Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Esfuerzo Longi. daN	Refer. del apoyo	Hipót.	Coe. seg. apo.	Coe. seg. real	Condu.	Árbol de cargas del apoyo Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Esfuerzo Longi. daN	Utiliza. del apoyo %	Separ. fases norma. m	Altura de refere. m	Altura libre real m
13	Ali-Ama	—	N	B	9,44	Tres.	1ª	Fase	121	243	—	Unesa A	1ª	1,5	2,13	Fase	250	412	—	57,89	3,10	16,00	10,47
							Vien.	Tie.1	—	—	—		Vien.			Tie.1	—	—	—				
						2,41		Tie.2	—	—	—	C-1000				Tie.2	—	—	—				
							2ª	Fase	214	—	—		2ª	1,5	2,88	Fase	250	—	—	8,15			
							Hielo	Tie.1	—	—	—		Hielo			Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							3ª	Fase	214	—	314		3ª	1,2	1,72	Fase	250	—	314	85,09			
							Dese.	Tie.1	—	—	—		Dese.			Tie.1	—	—	—				
							trac.	Tie.2	—	—	—		trac.			Tie.2	—	—	—				
							4ª	Fase	—	—	—		4ª	1,2	—	Fase	—	—	—	—			

							Rotu.	Tie.1	—	—	—		Rotu.		Tie.1	—	—	—				
							cond.	Tie.2	—	—	—		cond.		Tie.2	—	—	—				
14	Áng-Anc	167	N	B	10,45	Tres.	1ª	Fase	269	645	—	Unesa A	1ª	1,5	2,61	Fase	400	2560	—	26,11	3,10	18,00	11,57
							Vien.	Tie.1	—	—	—		Vien.		Tie.1	—	—	—				
						2,71		Tie.2	—	—	—	C-7000			Tie.2	—	—	—				
							2ª	Fase	518	498	—		2ª	1,5	2,69	Fase	518	2703	—	20,61		
							Hielo	Tie.1	—	—	—		Hielo		Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—				Tie.2	—	—	—				
							3ª	Fase	518	498	1048		3ª	1,2	1,91	Fase	518	800	1348	72,91		
							Dese.	Tie.1	—	—	—		Dese.		Tie.1	—	—	—				
							trac.	Tie.2	—	—	—		trac.		Tie.2	—	—	—				
							4ª	Fase	518/259	498/236	2082		4ª	1,2	1,62	Fase	400/400	1800/1800	2803	64,71		
							Rotu.						Rotu.									
								Tie.1	—	—	—				Tie.1	—	—	—				
							cond.						cond.									
								Tie.2	—	—	—				Tie.2	—	—	—				

Elección de apoyos

Esfuerzos por fase.

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Altura libre m	Monta. y sep. condu.	Esfuerzo por fase y tierra: Hipót.	Condu.	Esfuerzo Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Esfuerzo Longi. daN	Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo: Hipót.	Coe. seg. apo.	Coe. seg. real	Condu.	Esfuerzo Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Esfuerzo Longi. daN	Utiliza. del apoyo %	Separ. fases norma. m	Altura de refere. m	Altura libre real m
15	Ali-Ama	—	N	B	7,99	Tres.	1ª	Fase	167	320	—	Unesa A	1ª	1,5	1,85	Fase	250	412	—	76,43	3,10	14,00	8,39
							Vien.	Tie.1	—	—	—		Vien.			Tie.1	—	—	—				
						2,71		Tie.2	—	—	—	C-1000				Tie.2	—	—	—				
							2ª	Fase	312	—	—		2ª	1,5	2,82	Fase	312	—	—	11,92			
							Hielo	Tie.1	—	—	—		Hielo			Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							3ª	Fase	312	—	317		3ª	1,2	1,64	Fase	312	—	317	90,47			
							Dese.	Tie.1	—	—	—		Dese.			Tie.1	—	—	—				
							trac.	Tie.2	—	—	—		trac.			Tie.2	—	—	—				
							4ª	Fase	—	—	—		4ª	1,2	—	Fase	—	—	—	—			
							Rotu.	Tie.1	—	—	—		Rotu.			Tie.1	—	—	—				
							cond.	Tie.2	—	—	—		cond.			Tie.2	—	—	—				
16	Ali-Sus	—	N	B	22,16	Tres.	1ª	Fase	267	256	—	Unesa A	1ª	1,5	1,94	Fase	267	382	—	70,87	2,40	30,00	24,29
							Vien.	Tie.1	—	—	—		Vien.			Tie.1	—	—	—				

2,34		Tie.2	—	—	—	C-1000				Tie.2	—	—	—		
	2ª	Fase	538	—	—		2ª	1,5	2,67	Fase	538	—	—	21,79	
	Hielo	Tie.1	—	—	—		Hielo			Tie.1	—	—	—		
		Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—		
	3ª	Fase	538	—	169		3ª	1,2	1,95	Fase	538	—	169	69,99	
	Dese.	Tie.1	—	—	—		Dese.			Tie.1	—	—	—		
	trac.	Tie.2	—	—	—		trac.			Tie.2	—	—	—		
	4ª	Fase	—	—	—		4ª	1,2	—	Fase	—	—	—	—	
	Rotu.	Tie.1	—	—	—		Rotu.			Tie.1	—	—	—		
	cond.	Tie.2	—	—	—		cond.			Tie.2	—	—	—		

Elección de apoyos

Esfuerzos por fase.

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Altura libre m	Monta. y sep. condu.	Esfuerzo por fase y tierra: Hipót.	Condu.	Esfuerzo Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Esfuerzo Longi. daN	Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo: Hipót.	Coe. seg. apo.	Coe. seg. real	Condu.	Esfuerzo Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Esfuerzo Longi. daN	Utiliza. del apoyo %	Separ. fases norma. m	Altura de refere. m	Altura libre real m
17	Áng-Anc	162	N	B	18,87	Tres.	1ª	Fase	41	752	—	Unesa A	1ª	1,5	2,55	Fase	400	2479	—	29,88	2,40	26,00	20,75
							Vien.	Tie.1	—	—	—		Vien.			Tie.1	—	—	—				
						2,23		Tie.2	—	—	—	C-7000				Tie.2	—	—	—				
							2ª	Fase	62	655	—		2ª	1,5	2,63	Fase	400	2636	—	24,65			
							Hielo	Tie.1	—	—	—		Hielo			Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							3ª	Fase	62	655	1056		3ª	1,2	1,80	Fase	400	849	1249	79,83			
							Dese.	Tie.1	—	—	—		Dese.			Tie.1	—	—	—				
							trac.	Tie.2	—	—	—		trac.			Tie.2	—	—	—				
							4ª	Fase	62/31	655/322	2087		4ª	1,2	1,62	Fase	400/4	1800/1800	2803	65,14			

							Rotu.						Rotu.				00						
							cond.	Tie.1	—	—	—		cond.			Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
18	Ali-Ama	—	N	B	8,13	Tres.	1ª	Fase	331	133	—	Unesa A	1ª	1,5	2,35	Fase	331	395	—	43,19	3,10	16,00	10,58
							Vien.	Tie.1	—	—	—		Vien.			Tie.1	—	—	—				
						1,52		Tie.2	—	—	—	C-1000				Tie.2	—	—	—				
							2ª	Fase	602	—	—		2ª	1,5	2,66	Fase	602	—	—	23,00			
							Hielo	Tie.1	—	—	—		Hielo			Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							3ª	Fase	602	—	279		3ª	1,2	1,57	Fase	602	—	279	95,20			
							Dese.	Tie.1	—	—	—		Dese.			Tie.1	—	—	—				
							trac.	Tie.2	—	—	—		trac.			Tie.2	—	—	—				
							4ª	Fase	—	—	—		4ª	1,2	—	Fase	—	—	—	—			
							Rotu.	Tie.1	—	—	—		Rotu.			Tie.1	—	—	—				
							cond.	Tie.2	—	—	—		cond.			Tie.2	—	—	—				

Elección de apoyos

Esfuerzos por fase.

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Altura libre m	Monta. y sep. condu.	Esfuerzo por fase y tierra: Hipót.	Condu.	Esfuerzo Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Esfuerzo Longi. daN	Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo: Hipót.	Coe. seg. apo.	Coe. seg. real	Condu.	Esfuerzo Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Esfuerzo Longi. daN	Utiliza. del apoyo %	Separ. fases norma. m	Altura de refere. m	Altura libre real m
19	Ali-Ama	—	N	B	13,90	Tres.	1ª	Fase	388	127	—	Unesa A	1ª	1,5	2,34	Fase	388	384	—	44,26	3,10	20,00	14,57
							Vien.	Tie.1	—	—	—		Vien.			Tie.1	—	—	—				
						1,48		Tie.2	—	—	—	C-1000				Tie.2	—	—	—				
							2ª	Fase	719	—	—		2ª	1,5	2,59	Fase	719	—	—	27,45			
							Hielo	Tie.1	—	—	—		Hielo			Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							3ª	Fase	719	—	270		3ª	1,2	1,52	Fase	719	—	270	98,81			
							Dese.	Tie.1	—	—	—		Dese.			Tie.1	—	—	—				
							trac.	Tie.2	—	—	—		trac.			Tie.2	—	—	—				
							4ª	Fase	—	—	—		4ª	1,2	—	Fase	—	—	—	—			
							Rotu.	Tie.1	—	—	—		Rotu.			Tie.1	—	—	—				

							cond.	Tie.2	—	—	—		cond.		Tie.2	—	—	—
20	F.Línea	—	N	B	12,06	Tres.	1ª	Fase	-319	75	1562	Unesa A	1ª	1,5	Fase			
							Vien.	Tie.1	—	—	—	No exsiten esfuerzos	Vien.		Tie.1	—	—	—
						1,48		Tie.2	—	—	—				Tie.2	—	—	—
							2ª	Fase	-623	—	1803		2ª	1,5	Fase			
							Hielo	Tie.1	—	—	—		Hielo		Tie.1	—	—	—
								Tie.2	—	—	—				Tie.2	—	—	—
							3ª	Fase	—	—	—		3ª	1,2	Fase			
							Dese.	Tie.1	—	—	—		Dese.		Tie.1	—	—	—
							trac.	Tie.2	—	—	—		trac.		Tie.2	—	—	—
							4ª	Fase	-623/-312	—	3605		4ª	1,2	Fase			
							Rotu.						Rotu.					
							cond.	Tie.1	—	—	—		cond.		Tie.1	—	—	—
								Tie.2	—	—	—				Tie.2	—	—	—

Cálculo de cadenas de aisladores

Apoyo nº	Tipo	Cadena adoptada	Cálculo eléctrico		Cálculo mecánico				
			Nivel de aislamiento		Datos para cálculo			Coef. seguridad	
			Apoyo	Calculado	C. rotura	Pesos	T. máxima	C. normal.	C. anorma.
			cm/kV	cm/kV	daN	daN	daN		
1	Estrel.	LA180-66kV-ANC-SIM-VID	1,80	2,65	7000	37	2035	191,70	3,44
2	Ali-Sus	LA180-66kV-SUS-SIM-VID	1,80	2,65	7000	413	2035	16,94	6,88
3	Ali-Sus	LA180-66kV-SUS-SIM-VID	1,80	2,65	7000	439	2035	15,95	6,88
4	Ali-Sus	LA180-66kV-SUS-SIM-VID	1,80	2,65	7000	211	2035	33,13	6,88
5	Ali-Ama	LA180-66kV-ANC-SIM-VID	1,80	2,65	7000	180	2035	38,89	3,44
6	Áng-Anc	LA180-66kV-ANC-SIM-VID	1,80	2,65	7000	285	2115	24,54	3,36
7	Ali-Sus	LA180-66kV-SUS-SIM-VID	1,80	2,65	7000	413	2115	16,96	6,62
8	Ali-Ama	LA180-66kV-ANC-SIM-VID	1,80	2,65	7000	331	2115	21,17	3,31
9	Ali-Sus	LA180-66kV-SUS-SIM-VID	1,80	2,65	7000	302	2092	23,18	6,69
10	Áng-Anc	LA180-66kV-ANC-SIM-VID	1,80	2,65	7000	355	2092	19,69	3,35
11	Ali-Ama	LA180-66kV-ANC-SIM-VID	1,80	2,65	7000	447	2093	15,66	3,34

12	Ali-Sus	LA180-66kV-SUS-SIM-VID	1,80	2,65	7000	494	2093	14,18	6,69
13	Ali-Ama	LA180-66kV-ANC-SIM-VID	1,80	2,65	7000	214	2093	32,77	3,34
14	Áng-Anc	LA180-66kV-ANC-SIM-VID	1,80	2,65	7000	518	2095	13,50	3,36
15	Ali-Ama	LA180-66kV-ANC-SIM-VID	1,80	2,65	7000	312	2112	22,42	3,31
16	Ali-Sus	LA180-66kV-SUS-SIM-VID	1,80	2,65	7000	538	2112	13,01	6,63
17	Áng-Anc	LA180-66kV-ANC-SIM-VID	1,80	2,65	7000	62	2112	113,09	3,35
18	Ali-Ama	LA180-66kV-ANC-SIM-VID	1,80	2,65	7000	602	1857	11,62	3,77
19	Ali-Ama	LA180-66kV-ANC-SIM-VID	1,80	2,65	7000	719	1803	9,73	3,88
20	F.Línea	LA180-66kV-ANC-SIM-VID	1,80	2,65	7000	1	1803	7000,00	3,88

Cálculo de cimentaciones

Apoyos normalizados Andel S. A. - RU6704A

Apoyo nº	Tipo	Características de los apoyos: Esfuerzo útil	Altura sobre terreno: Cogolla	Altura sobre terreno: Resulta conduc.	Viento sobre apoyos: Esfuerzo	Viento sobre apoyos: Altura	Conductor	Momentos de vuelco: Viento sobre apoyos	Momentos de vuelco: Total	Momentos de vuelco: Total absorbido cimentación	Coefic. de compr. sibilid.	Cimentación: Lado A	Cimentación: Lado B	Cimentación: Alto	Volúmenes: Excavaci.	Volúmenes: Hormigón
		daN	m	m	daN	m	daNm	daNm	daNm	daNm	daN/m²	m	m	m	m³	m³
1	Estrel.															
2	Ali-Sus	1158	17,88	15,65	435	10,41	19759	4532	24291	24410	8	1,40	1,40	2,12	4,16	4,55
3	Ali-Sus	1158	17,88	15,65	435	10,41	19759	4532	24291	24410	8	1,40	1,40	2,12	4,16	4,55
4	Ali-Sus	548	18,37	16,14	——	——	9448	——	9448	9500	8	1,35	1,35	1,63	2,97	3,34
5	Ali-Ama	1034	14,08	12,88	——	——	14647	——	14647	14810	8	1,25	1,25	1,92	3,00	3,31
6	Áng-Anc	6292	13,18	11,98	——	——	87205	——	87205	87814	8	1,70	1,70	2,82	8,15	8,73
7	Ali-Sus	1236	19,81	16,98	510	11,46	22792	5845	28636	28682	8	1,45	1,45	2,19	4,60	5,02

8	Ali-Ama	1057	18,03	16,23	——	——	18539	——	18539	18861	8	1,40	1,40	1,97	3,86	4,25
9	Ali-Sus	568	14,24	12,01	340	8,17	7483	2779	10262	10344	8	1,20	1,20	1,76	2,53	2,82
10	Áng-Anc	4116	13,29	11,49	——	——	54725	——	54725	55360	8	1,30	1,30	2,71	4,58	4,92
11	Ali-Ama	987	26,02	24,22	——	——	25204	——	25204	25300	8	1,70	1,70	1,98	5,72	6,30
12	Ali-Sus	1236	19,81	16,98	510	11,46	22792	5845	28636	28682	8	1,45	1,45	2,19	4,60	5,02
13	Ali-Ama	1107	14,07	12,27	——	——	15005	——	15005	15085	8	1,25	1,25	1,93	3,02	3,33
14	Áng-Anc	6442	15,17	13,37	——	——	98281	——	98281	98569	8	1,85	1,85	2,83	9,69	10,37
15	Ali-Ama	1236	11,99	10,19	306	7,34	14251	2246	16497	16552	8	1,20	1,20	2,01	2,89	3,18
16	Ali-Sus	1146	27,72	25,49	714	15,52	30953	11081	42035	42420	8	1,75	1,75	2,28	6,98	7,60
17	Áng-Anc	6292	23,15	21,95	——	——	150061	——	150061	150306	8	2,51	2,51	2,85	17,96	19,22
18	Ali-Ama	896	14,18	12,38	——	——	12176	——	12176	12282	8	1,25	1,25	1,82	2,84	3,16
19	Ali-Ama	823	18,17	16,37	——	——	14479	——	14479	14664	8	1,40	1,40	1,83	3,59	3,98
20	F.Línea															

Mediciones según cálculo

1	Excavación para cimentación de apoyos	m³	93,30
2	Hormigonado para cimentación de apoyos	m³	102,04
3	Longitud total de la línea	m	3935,28
4	Tipo de conductor		LA-180
5	Longitud de conductor	m	11805,83
6	Peso total del conductor	kg	7968,94
7	Cadenas de amarre de vidrio		72
8	Cadenas de amarre poliméricas		0
9	Cadenas de suspensión de vidrio		21
10	Cadenas de suspensión poliméricas		0
11	Toma de tierra con picas		20
12	Toma de tierra en anillo		0
13	Peso de los apoyos	kg	16579,00
14	Nº de tramos		12
15	Nº vanos de regulación		12
16	Tipo de apoyos (Andel)		RU6704A
17	Nº de apoyos a instalar		20
18	Zona de tendido A	m	0,00
19	Zona de tendido B	m	3935,28
20	Zona de tendido C	m	0,00
21	Distancia mínima de seguridad adoptada		(V. nº 1) 9,02

Cálculos eléctricos

Intensidad máxima								Caída de tensión						Potencias máximas		Pérdidas de potencia	
Densidad máxima corriente	Sección conduct.	Intensid.	Frecuenc. de la red	Distancia media geométr.	Diámetro del conduct.	Reactanc.	Resisten. eléctrica conduct.	Tensión de la línea	Intensid. de la Línea	Longitud de la línea	Factor de potencia	Caída de tensión Valor	Caída de tensión Porcenta.	Por intensid. máxima	Por c.tensión (5%)	Valor	Porcenta.
A/mm²	mm²	A	Hz	mm	mm	Ohm/km	Ohm/km	kV	A	km		V	%	kW	kW	kW	%
2,374	181,60	431,17	50	2555	17,500	0,372	0,194	66,00	2,2	3,911	0,800	5,61	0,01	39	460,6	0,01	0,01

Apoyos y crucetas normalizadas Andel S. A.

Los apoyos normalizados Andel que figuran en este cuadro se han seleccionado en base a su resistencia mecánica

superior en muchos casos a los esfuerzos nominales de la especificación AENOR EA 0015:2003,

por lo tanto esta selección no es directamente aplicable a apoyos de la misma denominación UNESA de otros fabricantes.

Apoyo	Apoyo elegido				Armado y cruceta elegida						
nº	Referencia del apoyo según catálogo del fabricante	Altura normaliz. m	Recrecido cabeza daN	Altura total daN	Armado base	Longitud crucetas m	Referenc. armado	Separación crucetas m	Separación conductores m	Referencia cruceta	Cruceta tipo
1	(Apoyo fuera de catálogo por altura máxima, consulte fabricante.)										
2	Andel RU-6704A C-1000	20,00	—	20,00	Tresbolillo	TB-12	1,25	1,20	2,40	TB-U80-125	ASC-12
3	Andel RU-6704A C-1000	20,00	—	20,00	Tresbolillo	TB-12	1,25	1,20	2,40	TB-U80-125	ASC-12
4	Andel RU-6704A C-500	20,00	—	20,00	Tresbolillo	TB-12	1,25	1,20	2,40	TB-U60-125	ASC-12
5	Andel RU-6704A C-1000	16,00	—	16,00	Tresbolillo	TB-12	1,25	1,20	2,40	TB-U60-125	ASC-12
6	Andel RU-6704A C-7000	16,00	—	16,00	Tresbolillo	TB-12	1,25	1,20	2,40	TB-U80-125	ASC-12
7	Andel RU-6704A C-1000	22,00	—	22,00	Tresbolillo	TB-18	1,25	1,80	3,10	TB-U80-125	ASC-12
8	Andel RU-6704A C-1000	20,00	—	20,00	Tresbolillo	TB-18	1,25	1,80	3,10	TB-U80-125	ASC-12

9	Andel RU-6704A C-500	16,00	—	16,00	Tresbolillo	TB-12	1,25	1,20	2,40	TB-U60-125	ASC-12
10	Andel RU-6704A C-4500-TR	16,00	—	16,00	Tresbolillo	TB-18	1,25	1,80	3,10	TB-U80-125	ASC-12
11	Andel RU-6704A C-1000	28,00	—	28,00	Tresbolillo	TB-18	1,25	1,80	3,10	TB-U80-125	ASC-12
12	Andel RU-6704A C-1000	22,00	—	22,00	Tresbolillo	TB-18	1,25	1,80	3,10	TB-U80-125	ASC-12
13	Andel RU-6704A C-1000	16,00	—	16,00	Tresbolillo	TB-18	1,25	1,80	3,10	TB-U60-125	ASC-12
14	Andel RU-6704A C-7000	18,00	—	18,00	Tresbolillo	TB-18	1,25	1,80	3,10	TB-U80-125	ASC-12
15	Andel RU-6704A C-1000	14,00	—	14,00	Tresbolillo	TB-18	1,25	1,80	3,10	TB-U60-125	ASC-12
16	Andel RU-6704A C-1000	30,00	—	30,00	Tresbolillo	TB-12	1,25	1,20	2,40	TB-U80-125	ASC-12
17	Andel RU-6704A C-7000	26,00	—	26,00	Tresbolillo	TB-12	1,25	1,20	2,40	TB-U60-125	ASC-12
18	Andel RU-6704A C-1000	16,00	—	16,00	Tresbolillo	TB-18	1,25	1,80	3,10	TB-U80-125	ASC-12
19	Andel RU-6704A C-1000	20,00	—	20,00	Tresbolillo	TB-18	1,25	1,80	3,10	TB-U80-125	ASC-12
20	(Apoyo fuera de catálogo por esfuerzo máximo, consulte fabricante.)										

Relación de materiales para presupuesto - Apoyos

Los apoyos normalizados Andel que figuran en este cuadro se han seleccionado en base a su resistencia mecánica

superior en muchos casos a los esfuerzos nominales de la especificación AENOR EA 0015:2003,

por lo tanto esta selección no es directamente aplicable a apoyos de la misma denominación UNESA de otros fabricantes.

Cantidad	Apoyo elegido			
	Referencia del apoyo según catálogo del fabricante	Altura normaliz. m	Recrecido cabeza daN	Altura total daN
1	Andel RU-6704A C-1000	14,00	—	14,00
3	Andel RU-6704A C-1000	16,00	—	16,00
4	Andel RU-6704A C-1000	20,00	—	20,00
2	Andel RU-6704A C-1000	22,00	—	22,00
1	Andel RU-6704A C-1000	28,00	—	28,00
1	Andel RU-6704A C-1000	30,00	—	30,00
1	Andel RU-6704A C-4500-TR	16,00	—	16,00

1 Andel RU-6704A C-500	16,00	—	16,00
1 Andel RU-6704A C-500	20,00	—	20,00
1 Andel RU-6704A C-7000	16,00	—	16,00
1 Andel RU-6704A C-7000	18,00	—	18,00
1 Andel RU-6704A C-7000	26,00	—	26,00

Relación de materiales para presupuesto - Armados

Los apoyos normalizados Andel que figuran en este cuadro se han seleccionado en base a su resistencia mecánica superior en muchos casos a los esfuerzos nominales de la especificación AENOR EA 0015:2003, por lo tanto esta selección no es directamente aplicable a apoyos de la misma denominación UNESA de otros fabricantes.

Cantidad	Armado y cruceta elegida						
	Armado base	Referenc. armado	Longitud crucetas m	Separación crucetas m	Separación conductores m	Referencia cruceta	Cruceta tipo
8	Tresbolillo	TB-12	1,25	1,20	2,40	TB-U80-125	ASC-12
10	Tresbolillo	TB-18	1,25	1,80	3,10	TB-U80-125	ASC-12

Cálculo de eolovanos y gravivanos

Esfuerzos por fase.

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Cota apoyo m	Altura libre m	Desni. poster. m	Vano poster. m	Tipo de condu.	Eolo-vano m	1ª Hipótesis viento Gravi. m	P.ver. daN	Tense daN	2ª Hipótesis Hielo Gravi. m	P.ver. daN	Tense daN	Hielo+Viento Gravi. m	P.ver. daN	Tense daN	Hipótesis de flecha mínima Gravi. m	P.ver. daN	Tense daN
1	Estrel.	——	556,00	10,50	16,58	227,9	Fase	0,00	0,00	0,00	1728,25	2035,31	—	—	—	—	—	0,00	0,00	1437,05
2	Ali-Sus	——	569,80	13,30	4,73	188,2	Fase	0,00	0,00	0,00	1728,25	2035,31	—	—	—	—	—	0,00	0,00	1437,05
3	Ali-Sus	——	574,40	13,42	-9,35	176,6	Fase	0,00	0,00	0,00	1728,25	2035,31	—	—	—	—	—	0,00	0,00	1437,05
4	Ali-Sus	——	566,04	12,43	-5,08	129,9	Fase	0,00	0,00	0,00	1728,25	2035,31	—	—	—	—	—	0,00	0,00	1437,05
5	Ali-Ama	——	563,53	9,86	-1,23	148,9	Fase	0,00	0,00	0,00	1631,25	1899,56	—	—	—	—	—	0,00	0,00	1437,06
6	Áng-Anc	161	562,69	9,47	1,75	233,2	Fase	0,00	0,00	0,00	1740,21	2115,00	—	—	—	—	—	0,00	0,00	1264,66
7	Ali-Sus	——	559,97	13,94	2,01	316,3	Fase	0,00	0,00	0,00	1740,21	2115,00	—	—	—	—	—	0,00	0,00	1264,66
8	Ali-Ama	——	563,43	12,50	14,36	241,7	Fase	0,00	0,00	0,00	1768,47	2092,07	—	—	—	—	—	0,00	0,00	1437,06
9	Ali-Sus	——	580,76	9,52	5,84	121,1	Fase	0,00	0,00	0,00	1768,47	2092,07	—	—	—	—	—	0,00	0,00	1437,06
10	Áng-Anc	180	587,23	8,89	-2,70	112,6	Fase	0,00	0,00	0,00	1537,54	1768,97	—	—	—	—	—	0,00	0,00	1437,05

11	Ali-Ama	—	572,24	21,19	-20,93	318,1	Fase	0,00	0,00	0,00	1704,21	2093,00	—	—	—	—	—	0,00	0,00	1190,75
12	Ali-Sus	—	559,13	13,37	-24,34	314,8	Fase	0,00	0,00	0,00	1704,21	2093,00	—	—	—	—	—	0,00	0,00	1190,75
13	Ali-Ama	—	538,72	9,44	-0,42	142,2	Fase	0,00	0,00	0,00	1613,64	1875,02	—	—	—	—	—	0,00	0,00	1437,05
14	Áng-Anc	167	537,29	10,45	-20,27	370,5	Fase	0,00	0,00	0,00	1687,18	2095,00	—	—	—	—	—	0,00	0,00	1132,94
15	Ali-Ama	—	519,49	7,99	8,27	261,0	Fase	0,00	0,00	0,00	1744,12	2112,00	—	—	—	—	—	0,00	0,00	1286,40
16	Ali-Sus	—	513,59	22,16	-8,75	281,0	Fase	0,00	0,00	0,00	1744,12	2112,00	—	—	—	—	—	0,00	0,00	1286,40
17	Áng-Anc	162	508,12	18,87	15,83	137,0	Fase	0,00	0,00	0,00	1600,87	1857,23	—	—	—	—	—	0,00	0,00	1437,06
18	Ali-Ama	—	534,69	8,13	-8,43	68,5	Fase	0,00	0,00	0,00	1418,62	1601,54	—	—	—	—	—	0,00	0,00	1437,06
19	Ali-Ama	—	520,50	13,90	-49,61	121,9	Fase	0,00	0,00	0,00	1561,64	1802,58	—	—	—	—	—	0,00	0,00	1437,06
20	F.Línea	—	472,73	12,06	—	—	Fase	0,00	0,00	0,00	—	—	—	—	—	—	—	0,00	0,00	—

DOCUMENTO 10

BIBLIOGRAFÍA

Libros de la biblioteca:

'Líneas de Transporte de Energía' (3ª Edición). Luis María Checa.
Ed. Marcombo.
Cálculo y Diseño de Líneas Eléctricas de Alta Tensión. Pascual Simón Comín, Fernando Garnacho Vecino, Jorge Moreno Mohíno, Alberto González Sanz
Reglamento de Alta Tensión e ITC de Alta Tensión.

Asignaturas cursadas:

Instalaciones eléctricas de alta tensión.

Tracción eléctrica

Proyectos TFG:

Línea aérea de media tensión 66 KV doble circuito simplex entre las subestaciones de pedrezuela y Cabanillas de la sierra (Madrid).
Sergio Jiménez rubio
Análisis y simulación de subestaciones de tracción en corriente continua con topología Γ. Juan Miguel Gómez Vinas
Proyecto Ciclo Formativo Grado Superior Instalaciones Electrotécnicas. Luis Olmo Molina

Manuales y Normativas:

Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09, aprobado por Decreto 223/2008, de 15 de febrero, y publicado en el B.O.E. del 19-05-08.
Normas UNE de obligado cumplimiento.
Ley de Evaluación Ambiental de la Andalucía. (Modificada parcialmente por la Ley 2/2004, de 31 de mayo, de Medidas Fiscales y Administrativas). BOE 176, de 24-07-2002.
Ley del Sector Eléctrico. Ley 54/1997, de 27 de noviembre. B.O.E. 28 de noviembre de 1997.
Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.
Manuales técnicos de distribución y clientes de Iberdrola.
Normativa de Endesa y proyectos tipo.