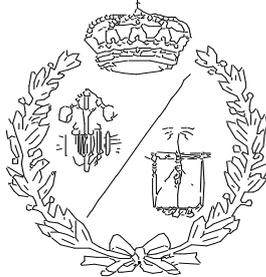


**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN**

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Proyecto Fin de Grado

**Interconexión eléctrica entre las
subestaciones de alimentación de Cabezón de
la Sal y Comillas.**

**Electrical Interconnection between power
supply substations of Cabezón de la Sal and
Comillas.**

Para acceder al Título de

GRADUADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

**Autor: Francisco Javier Grande Sánchez
Tutor: Alfredo Madrazo Maza**

09/2022

RESUMEN

Mediante el uso de los conocimientos adquiridos en la carrera se ha planteado el diseño de una línea eléctrica de media tensión para la interconexión eléctrica de dos subestaciones eléctricas de alimentación para pueblos cercanos. Tras el planteamiento inicial de la línea, se ha procedido a realizar todos los cálculos que justifican las elecciones tomadas durante el planteamiento conforme a los reglamentos que se han seguido.

Palabras clave- Línea eléctrica de media tensión, subestación eléctrica, apoyo metálico, conductor eléctrico, potencia.

ABSTRACT

Using the knowledge acquired in the degree, the design of a medium voltage power line for the electrical interconnection of two power substations for the supply of electricity to nearby towns has been proposed. After the initial approach of the line, all the calculations justifying the choices made during the approach have been carried out in accordance with the regulations that have been followed.

Key words- Medium voltage power line, electrical substation, metallic support, electrical conductor, power.

INDICE

1. Memoria.	(Página 4)
2. Anexo I: Cálculos.	(Página 18)
3. Presupuesto.	(Página 44)
4. Anexo II: Planos.	(Página 63)
5. Estudio de Impacto Ambiental.	(Página 67)
6. Pliego de condiciones generales.	(Página 76)
7. Bibliografía.	(Página 90)

MEMORIA

Índice

- 1. Objetivo y localización del proyecto. (Página 6)**

- 2. Normativa y reglamento a seguir. (Página 6)**

- 3. Datos generales de la línea. (Página 7)**

- 4. Características de los materiales. (Página 9)**
 - 4.1 Apoyos.**
 - 4.2 Dispositivos anti escalada.**
 - 4.3 Protecciones.**
 - 4.4 Puestas a tierra.**
 - 4.5 Conductores.**
 - 4.6 Cimentaciones.**

1. Objetivo y localización del proyecto.

El proyecto tiene como objetivo proyectar y definir una línea eléctrica de media tensión de 30kV que unirá las subestaciones eléctricas de alimentación de Cabezón de la Sal y Comillas.

Tanto a la salida de la subestación de Cabezón de la Sal como a la entrada de la de Comillas, la línea transcurre a través de una canalización subterránea para facilitar el diseño de la misma.

Por su parte, la línea aérea recorre casi en su totalidad zona rural despoblada, por lo tanto, su influencia sobre la población será casi nula.

El trazado de dicha línea aérea se ha previsto para tener el recorrido menor posible teniendo en cuenta el terreno que imposibilita el paso por algunos lugares.

Esta línea se ha proyectado según la normativa de la empresa y los reglamentos vigentes.

2. Normativa y reglamento a seguir.

En la realización del proyecto se ha tenido en cuenta las especificaciones contenidas en lo siguiente:

- Normas técnicas de la empresa distribuidora local.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas suplementarias ITC-LAT 01 a 09 (Real Decreto 223/08, 15 de febrero)
- Real Decreto 1995/2000 de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimiento de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Normalización Nacional. (Normal UNE)
- Reglamento de Líneas de Alta Tensión.
- Sistemas de Puestas a Tierra en instalaciones de alta tensión.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.

3. Datos generales de la línea.

A continuación, se adjuntarán los datos más característicos y datos usados para el posterior cálculo en la línea, tanto de su parte subterránea como la parte aérea.

- Tensión: 30kV
- Longitud total: 300,07 metros de línea subterránea y 7930,88 metros de línea aérea, dando un total de 8230,95 metros de línea eléctrica.
- Categoría: Tercera.
- Zona: A
- Velocidad del viento considerada para los cálculos: 120 kilómetros por hora.
- Frecuencia: 50 hercios.
- Montaje: Circuito simple.
- Conductores por fase: Un conductor por fase.

3.1 Línea subterránea de media tensión (Subestación de Cabezón de la Sal, apoyo número 1)

- Tensión: 30kV
- Longitud total: 100,01 metros.
- Número de circuitos: 1
- Conductor: RHZ1 OL 18/30 kV 3x(1x400) mm² Al + H 16
- Inicio de la línea: Subestación de Cabezón de la Sal.
- Final de la línea: Apoyo metálico número 1 de la línea aérea que se proyecta.
- Protecciones: De tierra y contra sobrecargas en la Subestación de Cabezón de la Sal.

3.2 Línea aérea de media tensión (Apoyo metálico 1 a apoyo metálico 44)

- Tensión: 30kV
- Zona A
- Longitud total: 7930,88 metros.
- Número de circuitos: 1
- Conductor: LA-110
- Número de cantones: 19
- Número de apoyos: 44
- Inicio de la línea: Apoyo metálico número 1.
- Final de la línea: Apoyo metálico número 44.
- Protecciones: De tierra y contra sobrecargas en la Subestación de Cabezón de la Sal.

3.3 Línea subterránea de media tensión (Apoyo número 44, subestación de Comillas)

- Tensión: 30kV
- Longitud total: 200,06 metros.
- Número de circuitos: 1
- Conductor: RHZ1 OL 18/30 kV 3x(1x400) mm² Al + H 16
- Inicio de la línea: Apoyo metálico número 44.
- Final de la línea: Subestación de Comillas.
- Protecciones: De tierra y contra sobrecargas en la Subestación de Cabezón de la Sal.

4. Características de los materiales.

4.1 Apoyos.

Los apoyos de la línea aérea que se utilizarán en este proyecto serán los pertenecientes a la serie C o similares.

En el apartado de cálculos posterior se justificará la elección de cada uno de los apoyos para cumplir las condiciones de las normas y reglamentos vistos anteriormente.

Todos estos apoyos están formados por las siguientes partes.

- Fuste: Parte inferior del apoyo, de forma piramidal en su tronco y con una base cuadrada. Están formados por distintos tramos para conseguir la altura del apoyo deseada. Cada uno de estos tramos está compuesto por distintos montantes de longitud en torno a unos 4 metros, la unión entre ellos se realiza mediante celosía atornillada sencilla.
- Armados: Se realizan mediante la unión atornillada de semicrucetas de distinta longitud, permitiéndose de esta manera una amplia gama de combinaciones.
- Cabeza: Es de forma prismática, con una sección cuadrada. Esta se taladra en diferentes combinaciones para conseguir un único cuerpo soldado.

4.2 Dispositivo anti escalada.

En los apoyos número 1 y número 43, debido a que son en los que hay una conversión aéreo-subterránea, se dispondrán de dispositivos anti escalada, estos cubrirán las 4 caras del apoyo.

Esto se hace para impedir o complicar el acceso a los elementos que estén o puedan estar a tensión y también para impedir el contacto con partes metálicas que estén puestas a tierra.

Este elemento debe estar aislado eléctricamente respecto del apoyo usando para ello los elementos aislantes apropiados. Además de eso este dispositivo debe impedir la escalada hasta una altura de 2,5 metros sobre el suelo.

4.3 Protecciones.

Como se comentó con anterioridad, en el primer y último apoyo de la línea aérea se colocarán seccionadores y dispositivos de protección contra cortocircuitos para ello se utilizarán fusibles.

Estos dispositivos actuarán de dos maneras distintas, como protección contra cortocircuitos y permitiendo la descarga del circuito para labores de mantenimiento cuando sea necesario.

Los fusibles son elementos que limitan la corriente eléctrica, fundiéndose antes de que el cortocircuito alcance su valor máximo para de esta manera proteger el circuito y sus elementos.

Por otro lado, la protección contra sobretensiones vendrá dada por pararrayos, colocados en la misma conversión aéreo-subterránea.

Los pararrayos se conectarán con el mismo conductor que el usado en la línea y sin conectar a tierra para asegurar un buen aislamiento de manera adecuada y coordinada.

4.4 Puestas a tierra.

Los apoyos de la línea aérea deben estar puestos a tierra cumpliendo con las condiciones y requisitos que se verán a continuación.

Estos criterios están incluidos en la ITC-LA-07, donde se especifica cómo se deberá definir la resistencia para la puesta a tierra.

Además de esto, se tomará otro criterio, que dependiendo del tipo de terreno y la ubicación del apoyo podremos dividir en:

4.4.1 Apoyos situados en zona frecuentada.

En estos apoyos la puesta a tierra será constituida mediante picas y anillos, la resistencia propia de esta puesta será siempre menos a 20 ohmios.

4.4.2 Apoyos situados en zona no frecuentada.

En estos apoyos la puesta a tierra será constituida mediante una pica, siendo su resistencia no superior a 100 ohmios. Además de esto, se deberá cumplir que cada 2 kilómetros deberá haber una puesta a tierra con un valor no superior a 20 ohmios.

4.4.3 Apoyos situados en zona de concurrencia pública.

En este apartado también se incluyen los apoyos donde haya conversión aéreo-subterránea, apoyos con seccionamiento y otros como el primer apoyo antes de una subestación.

Al igual que el visto para los apoyos en zona transitada, se constituirá la puesta a tierra con una mezcla de picas y anillo, siendo la resistencia propia de la puesta de un valor inferior a 10 ohmios.

4.4.4 Constitución de las puestas a tierra.

Realizando la puesta a tierra mediante mezcla de picas y anillo, estos se unirán con un cable de cobre de 95 milímetros cuadrados de sección al anillo perimetral (del mismo tipo de cable), este se situará a una distancia de 1 metro de los montantes y se enterrará a una profundidad de, como mínimo, 60 centímetros.

A este se unirán 4 picas de cobre de 18 milímetros de diámetro y una longitud de unos 2 metros.

Se clavarán de manera vertical en puntos opuestos del anillo mencionado anteriormente.

Por seguridad antes de la puesta en marcha de la instalación se deberá comprobar que los valores de las resistencias de las puestas a tierra serán los adecuados en todos y cada uno de los apoyos.

En caso de que no se cumpla con una puesta a tierra de estas características, se procederá a realizar una mejora de la misma, esta mejora se realizará de la siguiente manera siguiendo este orden:

- Pica de cobre de las características nombradas con anterioridad unida por el mismo cable de cobre a uno de los montantes del apoyo.
- El anillo perimetral mencionado con anterioridad.
- Un anillo adicional junto a otras 4 picas, situado a 2 metros de los montantes del apoyo en lugar de a 1 metro.
- Uso de antenas para la mejora mediante picas y cable de las mismas características vistas en previos puntos.

Una vez realizadas todas las puestas a tierra se verificará que la resistencia es la adecuada una vez más conforme a las normativas seguidas.

En la siguiente tabla se recogen agrupadas las puestas a tierra que se usarán en cada uno de los apoyos de esta línea.

Número del apoyo	Zona	Tipo de puesta a tierra
1	Concurrencia pública	Picas y anillo ($R < 10\Omega$)
2	No frecuentada	Picas ($R < 100\Omega$)
3	No frecuentada	Picas ($R < 100\Omega$)
4	No frecuentada	Picas ($R < 100\Omega$)
5	No frecuentada	Picas ($R < 100\Omega$)
6	No frecuentada	Picas ($R < 100\Omega$)
7	No frecuentada	Picas ($R < 100\Omega$)
8	No frecuentada	Picas ($R < 100\Omega$)
9	No frecuentada	Picas y anillo ($R < 20\Omega$)
10	No frecuentada	Picas ($R < 100\Omega$)
11	No frecuentada	Picas ($R < 100\Omega$)
12	No frecuentada	Picas ($R < 100\Omega$)

Interconexión Eléctrica entre las subestaciones de suministro de Cabezón de la Sal y Comillas

13	No frecuentada	Picas ($R < 100\Omega$)
14	No frecuentada	Picas ($R < 100\Omega$)
15	No frecuentada	Picas ($R < 100\Omega$)
16	No frecuentada	Picas ($R < 100\Omega$)
17	No frecuentada	Picas ($R < 100\Omega$)
18	No frecuentada	Picas ($R < 100\Omega$)
19	No frecuentada	Picas ($R < 100\Omega$)
20	No frecuentada	Picas y anillo ($R < 20\Omega$)
21	No frecuentada	Picas ($R < 100\Omega$)
22	No frecuentada	Picas ($R < 100\Omega$)
23	No frecuentada	Picas ($R < 100\Omega$)
24	No frecuentada	Picas ($R < 100\Omega$)
25	No frecuentada	Picas ($R < 100\Omega$)
26	No frecuentada	Picas ($R < 100\Omega$)
27	No frecuentada	Picas ($R < 100\Omega$)
28	No frecuentada	Picas ($R < 100\Omega$)
29	No frecuentada	Picas ($R < 100\Omega$)
30	No frecuentada	Picas ($R < 100\Omega$)
31	No frecuentada	Picas ($R < 100\Omega$)
32	No frecuentada	Picas ($R < 100\Omega$)
33	No frecuentada	Picas y anillo ($R < 20\Omega$)
34	No frecuentada	Picas ($R < 100\Omega$)
35	No frecuentada	Picas ($R < 100\Omega$)
36	No frecuentada	Picas ($R < 100\Omega$)
37	No frecuentada	Picas ($R < 100\Omega$)
38	No frecuentada	Picas ($R < 100\Omega$)
39	No frecuentada	Picas ($R < 100\Omega$)
40	No frecuentada	Picas ($R < 100\Omega$)
41	No frecuentada	Picas ($R < 100\Omega$)
42	No frecuentada	Picas ($R < 100\Omega$)
43	No frecuentada	Picas ($R < 100\Omega$)
44	Concurrencia pública	Picas y anillo ($R < 10\Omega$)

En estas tablas, los apoyos no frecuentados que tienen como puesta a tierra una mezcla de picas y anillo con resistencia menor a 20 ohmios se debe al requerimiento de tener un apoyo cada 2 kilómetros o menos con una puesta a tierra de este tipo en zona no frecuentada.

4.5 Conductores.

4.5.1 Conductor aéreo.

El conductor que se usará en la línea aérea, ya mencionado anteriormente será el LA-110. A continuación, se mostrarán en una tabla sus características junto con las de los aisladores que se usarán.

Tabla para el conductor:

Sección (mm ²)	Aluminio	94,2
	Acero	22
	Total	116,2
Diámetro (mm)	Alma	6
	Acero	2
	Total	14
Carga de rotura (kp)		4310
Peso (kp/m)	Total	0,433
Módulo de elasticidad (kg/mm ²)		8200
Coefficiente de dilatación (mm * 10 ⁻⁶)		17,8
Resistencia a 20°C (Ω/km)		0,3067
Composición del conductor	Alambres de aluminio	30
	Alambres de acero	7

Tabla para los aisladores:

Tipo de aislador	U70BS
Material del aislador	Vidrio
Diámetro (mm)	255
Línea de fuga (mm)	280
Peso (kp)	3,4
Carga de rotura (kp)	7000
Paso (mm)	127
Número de elementos por cadena	2

4.5.2 Conductor subterráneo.

En los dos tramos de línea subterráneos se usará el conductor mencionado con anterioridad, instalado en conductos.

Este conductor cumple las condiciones y normativas expuestas anteriormente, a continuación, en una tabla se recogerán sus características principales.

Tabla para el conductor:

Diámetro del conductor (mm)	23,4
Diametro exterior (mm)	49,9
Peso del conductor (kp/m)	2,571
Reactancia (Ω /km)	0,106
Capacidad (μ F/km)	0,277
Intensidad máxima admisible (A)	445
Resistencia a 20°C (Ω /km)	0,078
Resistencia a 90°C (Ω /km)	0,1

El conductor está recubierto de una capa semiconductor, de manera que se forme un único cuerpo con el aislante y el conductor. De esta manera mediante el efecto corona se genera una superficie equipotencial.

Esta configuración, además mejora la distribución del campo eléctrico en este tipo de conductores.

A continuación, se hablará resumidamente sobre el aislamiento y las pantallas eléctricas, las cubiertas y las conversiones aéreo subterráneas.

- Aislamiento.

Está formado por polietileno reticulado. Este material tiene una buena rigidez dieléctrica, así como un bajo nivel de pérdidas y una buena capacidad aislante. Estos aislantes permiten temperaturas de trabajo de hasta 90°C, por lo que cumplen bien su función, permitiendo hasta 250°C de temperaturas de cortocircuito.

- Pantallas eléctricas.

Estas pantallas están constituidas por una envoltura de pequeños hilos de cobre de 16 mm^2 , esta está aplicada sobre una capa semiconductor para evitar que entre el aislamiento y la pantalla se mantenga una capa de aire ionizable.

Esta capa tiene varios objetivos:

- Mantener el campo eléctrico en el interior del conductor.
- Distribuir simétricamente y de manera radial el esfuerzo eléctrico.
- Mantener al mínimo el peligro de electrocuciones.

- Cubiertas.

La cubierta exterior se realiza con un material llamado VEMEX, este material presenta características de resistencia a bajas temperaturas buenas, además de presentar buena capacidad de resistencia a la deformación por calor. Esta cubierta presenta a su vez un buen aislamiento frente al agua.

- Conversión aéreo subterránea.

Las dos conversiones que hay en la línea que se proyecta, deberán cumplir con las siguientes condiciones:

- En la subida hasta la línea aérea desde la subterránea, el cable debe ir asegurado dentro de un tubo o bandeja, normalmente hecha de hierro galvanizado o de algún material aislante. Este tubo debe tener una muy buena

resistencia a daños mecánicos según la norma UNE EN50102. Las dimensiones de la misma deberán de ser de 2,5 metros de alto y 1,5 veces el diámetro de la terna de conductores.

- Estas conversiones deberán tener protecciones contra sobre intensidades usando para ello pararrayos, mencionados anteriormente.

4.6 Cimentaciones.

Las cimentaciones usadas en esta línea serán mono bloque. El anclaje va hormigonado en un mismo cubo de hormigón. En posteriores apartados se justificará el uso de las cimentaciones.

ANEXO I: CÁLCULOS

Índice

- 1. Cálculos eléctricos de la línea. (Página 20)**
 - 1.1 Aérea.
 - 1.2 Subterránea.

- 2. Cálculo mecánico de los conductores aéreos. (Página 22)**

- 3. Cálculo mecánico de los apoyos metálicos. (Página 23)**
 - 3.1 Distancia de aislamiento eléctrico.
 - 3.2 Vanos reguladores y parábola de distribución de apoyos.
 - 3.3 Vano máximo y posterior selección de armados.
 - 3.4 Tipo de cadena (Suspensión o amarre).
 - 3.5 Justificación de los apoyos.
 - 3.6 Justificación de las cimentaciones.

- 4. Tabla resumen de los apoyos. (Página 42)**

1. Cálculos eléctricos de la línea.

1.1 Línea aérea.

Ya mencionado anteriormente, el conductor que se usará para esta línea será el LA-110. A continuación, se calcularán algunos parámetros para la línea.

- Densidad máxima de corriente.

Se tendrá en cuenta la sección del conductor, y se interpolará con los datos de la tabla número 11 de la ITC-LAT-07, para con esto obtener un resultado de:

$$J = 3,7 \text{ A/mm}^2$$

A este resultado habrá que aplicarle un factor corrector dependiente de la composición del conductor, siendo la del LA-110 una composición 30+7, el factor corrector será 0,916.

Por lo tanto:

$$J_{MaxAdm} = 3,7 * 0,916 = 3,39 \text{ A/mm}^2$$

- Intensidad máxima admisible.

Esta se calculará multiplicando la densidad máxima de corriente por la sección del conductor, teniendo como resultado:

$$I_{MaxAdm} = 3,39 * 116,2 = 393,83 \text{ A}$$

- Intensidad de cortocircuito.

Esta se calculará mediante la potencia de cortocircuito y la tensión más alta de la línea, usando la siguiente ecuación.

$$I_{CC} = \frac{S_{CC}}{\sqrt{3} * U} = \frac{600}{\sqrt{3} * 30} = 11,55 \text{ kA}$$

Siendo S_{CC} (MVA) un dato aportado por la compañía.

- Caída de tensión.

Esta se calculará mediante la Intensidad máxima, la longitud de la línea aérea, la resistencia e reactancia del conductor usando la siguiente ecuación:

$$\Delta U = \sqrt{3} * I_{MaxAdm} * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi) =$$

$$\Delta U = \sqrt{3} * 393,83 * 7,931 * (0,389 * 0,8 + 0,307 * 0,6) = 2680,11V$$

- Potencia a transportar.

Esta se calculará mediante la tensión máxima de la línea, la intensidad máxima, usando la siguiente ecuación:

$$P = \sqrt{3} * V * I_{MaxAdm} * \cos \varphi = \sqrt{3} * 30 * 393,83 * 0,8 = 16371,21kW$$

1.2 Línea subterránea.

A partir de los siguientes datos del conductor usado para las líneas subterráneas:

Reactancia (Ω/km): 0,106

Capacidad ($\mu F/km$): 0,277

Resistencia a 90°C (Ω/km): 0,1

Longitud primer tramo (m): 100,01m

Longitud segundo tramo (m): 200,06m

- Intensidad del conductor.

Esta se calculará mediante la potencia y la tensión más alta de la línea, usando la siguiente ecuación:

$$I = \frac{S}{U * \sqrt{3}} = \frac{5000}{30 * \sqrt{3}} = 96,23 A$$

Siendo S_{CC} (kVA) un dato aportado por la compañía.

- Intensidad de cortocircuito.

Esta se calculará mediante la potencia de cortocircuito y la tensión más alta de la línea, usando la siguiente ecuación:

$$I_{CC} = \frac{S_{CC}}{\sqrt{3} * U} = \frac{600}{\sqrt{3} * 30} = 11,55kA$$

Siendo S_{CC} (MVA) un dato aportado por la compañía.

- Caída de tensión

Para la caída de tensión porcentual, se utilizará la potencia y la longitud de la línea correspondiente, así como la tensión más alta de la línea, también se usarán la resistencia y la impedancia del conductor, mediante la siguiente expresión:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{U^2} * (R + X * \tan \varphi)$$

$$\Delta U\%_1 = \frac{5000 * 0,1}{10 * 30^2} * (0,1 + 0,106 * 0,654) = 0,0095\%$$

$$\Delta U\%_2 = \frac{5000 * 0,2}{10 * 30^2} * (0,1 + 0,106 * 0,654) = 0,019\%$$

- Pérdida de potencia en las líneas subterráneas.

Esta se calculará mediante la resistencia del conductor, la potencia de la línea en cuestión y su longitud, así como con la tensión más alta de la misma.

$$\Delta P\% = \frac{R * P * L}{10 * U^2 * \cos^2 \varphi}$$

$$\Delta P\%_1 = \frac{0,1 * 5000 * 0,1}{10 * 30^2 * 0,8^2} = 0,09\%$$

$$\Delta P\%_2 = \frac{0,1 * 5000 * 0,2}{10 * 30^2 * 0,8^2} = 0,18\%$$

2. Cálculo mecánico de los conductores aéreos.

Los conductores aéreos deberán cumplir ciertas condiciones, las cuales se expondrán a continuación:

- El coeficiente de seguridad del conductor contra la rotura, será mayor o igual que 3.
- El EDS de la línea, es decir, su tensión de trabajo habitual no será superior a un 10,36%.
- Se utilizará este valor en lugar del 15% habitual para dar mayor seguridad a la línea.
- El CHS, el tense de las horas frías, no deberá ser superior a un 20%.

3. Cálculo mecánico de los apoyos metálicos.

2.1 Distancia de aislamiento eléctrico.

En este apartado deberemos extraer de la tabla 15 de la ITC-LAT-07 los valores de D_{el} y D_{pp} .

El primero, D_{el} , nos indica la distancia de aislamiento para el aire mínima, para impedir o dificultar una descarga entre las fases y objetos con potencial de tierra.

El segundo D_{pp} , nos indica la distancia de aislamiento para el aire mínima, para impedir o dificultar una descarga entre fases.

Estos valores serán:

$$D_{el}=0,27$$

$$D_{pp}=0,33$$

3.2 Vanos reguladores y parábola de distribución de apoyos.

A continuación, se calcularán los vanos reguladores para cada uno de los 19 cantones, así como la parábola real que se corresponde con cada uno de ellos, en lugar de la parábola aproximada que se ha usado para estimar la posición y altura de cada uno de los apoyos metálicos.

Para calcular el valor del vano regulador, se usará la siguiente ecuación:

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

Interconexión Eléctrica entre las subestaciones de suministro de Cabezón de la Sal y Comillas

Cantón	Longitud vanos	Vano regulador	Parábola aproximada	Parábola exacta
1	150,05	150,05	1750	1656,14
2	230,05	230,05	1750	1852,84
3	240	211,71	1750	1820,61
	160,25			
4	249,6	249,6	2000	1887'3
5	205,03	205,03	1750	1808,85
6	225,01	225,01	1750	1844,02
7	250,05	250,05	2000	1888,06
8	320	277,88	2000	1919,23
	180,4			
9	178	169,78	1750	1712,97
	182			
	139,99			
10	130	118,23	1500	1515,27
	117			
	103,05			
11	136	137,51	1500	1606,29
	138,99			
12	132	137,86	1500	1607,80
	143,05			
13	204	219,3	1750	1833,97
	244			
	202			
14	180	220,77	1750	1836,56
	162			
	248			
	282			
	230			
	188			
	160			
15	122	143,81	1750	1631,86
	156			
	147,02			

16	234	197,23	1750	1792,02
	196			
	187			
	128,04			
17	200	195,07	1750	1785,80
	208			
	194			
	173,24			
18	200,01	200,01	1750	1800,02
19	75,05	75,05	1250	1216,44

3.3 Vano máximo y posterior selección de armados.

En este apartado, calcularemos el vano máximo que podremos usar en cada uno los cantones, y mediante las opciones que nos da el fabricante, escogeremos uno de los armados de la selección para cumplir con las condiciones de las ecuaciones que se verán y explicarán a continuación.

Para ello, se hará una suposición inicial escogiendo uno de los armados, y a partir de ahí veremos el vano máximo de ese armado, si los vanos del cantón son inferiores a ese vano máximo, el armado será válido, de otro modo escogeremos uno mayor, iterando este proceso hasta que se cumpla.

En caso de no poder cumplirse con ninguno de los armados disponibles, habría que cambiar de distribución de apoyos del cantón para hacer que cumpla.

Todos los armados cumplen las normativas y reglamentos vistos anteriormente.

Las formulas son las siguientes:

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

En esta primera ecuación, las variables serán:

D= Distancia entre conductores

K= Coeficiente de la oscilación de los conductores por el viento, toma el valor de 0,6.

F= Flecha máxima

L= Longitud de la cadena, toma el valor de 0 para amarre y 0,515 metros para suspensión

K'= Coeficiente de la tensión de la línea, en este caso toma el valor de 0,75.

D_{pp} = Ya ha sido definido con anterioridad, con el valor de 0,33.

De esta ecuación despejaremos la F, flecha máxima, a partir de la D del armado como se ha indicado, y esta se introducirá en la siguiente ecuación, de la que despejaremos la X, el vano máximo.

$$F = \frac{\left(\frac{x}{2}\right)^2}{2 * C}$$

En esta segunda ecuación, las variables serán:

x= Vano máximo permitido

2*C= Parábola exacta, calculada con anterioridad.

Provenientes del fabricante, los armados entre los que se escogerán serán los siguientes:

Tipo	d(m)	b(m)	c(m)	Peso(kp)
B1	1,5	0,7	1,15	154
B2	2	1	1,6	208
B3	2,5	1	1,6	241
B4	3	0,9	2	340

A continuación, en la siguiente tabla resumen se mostrarán los resultados de haber realizado el proceso descrito en este punto, dando como lugar a la elección de los armados para todos y cada uno de los apoyos. Para los cálculos supondremos apoyos en suspensión debido a que la condición de longitud de la cadena hace de esto lo más restrictivo.

Interconexión Eléctrica entre las subestaciones de suministro de Cabezón de la Sal y Comillas

Cantón	Apoyo	Armado seleccionado	Vano máximo permitido
1	1	B1	169,06
	2	B2	242,75
2	2	B2	256,76
	3	B2	256,76
3	3	B2	254,52
	4	B2	254,52
	5	B2	254,52
4	5	B2	259,14
	6	B2	259,14
5	6	B2	253,69
	7	B2	253,69
6	7	B2	256,15
	8	B2	256,15
7	8	B2	259,19
	9	B3	330,70
8	9	B3	333,42
	10	B3	333,42
	11	B3	333,42
9	11	B3	246,88
	12	B2	246,88
	13	B2	246,88
	14	B2	246,88
10	14	B2	161,71
	15	B1	161,71
	16	B1	161,71
	17	B1	161,71
11	17	B1	166,49
	18	B1	166,49
	19	B1	166,49
12	19	B1	166,57
	20	B1	166,57
	21	B2	239,18
	21	B2	255,45

Interconexión Eléctrica entre las subestaciones de suministro de Cabezón de la Sal y Comillas

13	22	B2	255,45
	23	B2	255,45
	24	B3	325,93
14	24	B3	326,16
	25	B3	326,16
	26	B3	326,16
	27	B3	326,16
	28	B3	326,16
	29	B3	326,16
	30	B3	326,16
15	31	B3	307,45
	32	B1	167,81
	33	B1	167,81
	34	B2	240,96
16	34	B2	252,51
	35	B2	252,51
	36	B2	252,51
	37	B2	252,51
	38	B2	252,51
17	38	B2	252,07
	39	B2	252,07
	40	B2	252,07
	41	B2	252,07
	42	B2	252,07
18	42	B2	253,07
	43	B2	253,07
19	43	B2	208,04
	44	B1	144,89

3.4 Tipo de cadena. (Suspensión o amarre)

En este punto, se calculará el tipo de cadena de cada uno de los 44 apoyos. Para ello se usarán una serie de ecuaciones que se explicarán a continuación.

Además de eso, se deberá tener en cuenta la siguiente condición, en cada inicio y final de cantón, la cadena será obligatoriamente un amarre.

La ecuación principal será la siguiente:

$$\tan \beta = \frac{\frac{F_{cad\frac{v}{2}}}{2} + F_{cond\frac{v}{2}}}{\frac{P_{cad}}{2} + P_{cond\frac{v}{2}}}$$

El ángulo que obtendremos de esta ecuación lo denominaremos β_{real} , y lo compararemos con el $\beta_{teorico}$, si el primero es menor que el segundo, la cadena será suspensión, en caso contrario será amarre.

El $\beta_{teorico}$ para este caso será:

$$\sin Y = \frac{D_{el}}{L_{cad}} = \frac{0,27}{0,645} = 0,42$$

$$\beta_{teorico} = 90 - \sin^{-1} 0,42 = 90 - 27,5 = 62,5^\circ$$

El resto de variables de la ecuación principal serán:

$$P_{cad} = 13 \text{ kp}$$

$$F_{cad\frac{v}{2}} = \frac{70}{2} * S_{cad} = \frac{70}{2} * 0,255 * 0,645 = 5,75 \text{ kp}$$

$$F_{cond\frac{v}{2}} = \frac{a_1 + a_2}{2} * p_{v/2}$$

$$P_{cond\frac{v}{2}} = p_p * a_{g\frac{v}{2}} = p_p * \left[\left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right) + \frac{T_{\frac{v}{2}}}{P_{\frac{v}{2}}} * \left[\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right] \right]$$

Para calcular la tensión a viento medios, deberemos realizar un cambio de condiciones, partiendo de la condición de tracción máxima a -5° con viento, para ello utilizaremos las siguientes ecuaciones.

$$t_2^2 * (t_2 + A) = B$$

Siendo:

$$A = E * \delta * (\theta_2 - \theta_1) + K$$

$$K = \frac{E * a_1^2 * w^2 * m_1^2}{24 * t_1^2} - t_1$$

$$B = \frac{E * a_2^2 * w^2 * m_2^2}{24}$$

$$w = \frac{p_p}{S} = \frac{0,433}{116,2} = 0,0037$$

En la siguiente tabla resumen se mostrará que tipo de cadenas se ha elegido para cada uno de los 44 apoyos, siguiendo las condiciones y cálculos expuestos.

Apoyo	Tipo de apoyo	β_{real}	$\beta_{teorico}$	Cadena
1	Inicio de línea	-	62,5	Amarre
2	Angulo	-	62,5	Amarre
3	Angulo	-	62,5	Amarre
4	Alineación	41,25	62,5	Suspensión
5	Angulo	-	62,5	Amarre
6	Angulo	-	62,5	Amarre
7	Angulo	-	62,5	Amarre
8	Angulo	-	62,5	Amarre
9	Angulo	-	62,5	Amarre
10	Alineación	47,31	62,5	Suspensión
11	Angulo	-	62,5	Amarre
12	Alineación	47,52	62,5	Suspensión
13	Alineación	49,58	62,5	Suspensión
14	Angulo	-	62,5	Amarre
15	Alineación	49,23	62,5	Suspensión

Interconexión Eléctrica entre las subestaciones de suministro de Cabezón de la Sal y Comillas

16	Alineación	50,63	62,5	Suspensión
17	Angulo	-	62,5	Amarre
18	Alineación	47,07	62,5	Suspensión
19	Angulo	-	62,5	Amarre
20	Alineación	47,96	62,5	Suspensión
21	Angulo	-	62,5	Amarre
22	Alineación	48,03	62,5	Suspensión
23	Alineación	47,79	62,5	Suspensión
24	Angulo	-	62,5	Amarre
25	Alineación	48,3	62,5	Suspensión
26	Alineación	48,2	62,5	Suspensión
27	Alineación	49,23	62,5	Suspensión
28	Alineación	47,28	62,5	Suspensión
29	Alineación	49,06	62,5	Suspensión
30	Alineación	47	62,5	Suspensión
31	Angulo	-	62,5	Amarre
32	Alineación	46,9	62,5	Suspensión
33	Alineación	48,53	62,5	Suspensión
34	Angulo	-	62,5	Amarre
35	Alineación	47,9	62,5	Suspensión
36	Alineación	47,35	62,5	Suspensión
37	Alineación	47,35	62,5	Suspensión
38	Angulo	-	62,5	Amarre
39	Alineación	47,76	62,5	Suspensión
40	Alineación	47,93	62,5	Suspensión
41	Alineación	48,93	62,5	Suspensión
42	Angulo	-	62,5	Amarre
43	Angulo	-	62,5	Amarre
44	Final de línea	-	62,5	Amarre

3.5 Justificación de los apoyos.

En este apartado calcularemos que tipo de apoyo necesitaremos, entre C-500 y C-9000, conforme a las cuatro hipótesis reglamentarias, para que siguiendo los reglamentos la línea sea lo más segura posible y evitar posibles daños o imperfectos debido a las tensiones mecánicas en los apoyos metálicos.

A continuación, se expondrán las cuatro hipótesis y en qué casos deberá aplicarse cada una de ellas, además se deberá hacer una división dependiendo de qué tipo de apoyo sea (Inicio/Final de línea, alineación, ángulo).

- Inicio/Final de línea.
 - Primera hipótesis, esfuerzos debido al viento.

En esta hipótesis calcularemos los esfuerzos tanto verticales, como transversales como longitudinales bajo condiciones de viento, para ello se usarán estas igualdades.

Cargas verticales:

$$CV = p_{cond} + p_{cad} + p_{cruc}$$

Siendo p_{cad} tres veces el peso de la cadena, y p_{cruc} indicado en las especificaciones del permanente.

$$p_{cond} = n * p_p * a_{gv}$$
$$a_{gv} = \left[\left(\frac{a_1}{2} \right) + \left(\pm \frac{T_{v1}}{p_v} * \frac{d_1}{a_1} \right) \right]$$

Cargas transversales:

$$CT = n * p_v * \frac{a_1}{2}$$

Cargas longitudinales:

$$CL = n * T_v$$

- La tercera hipótesis no se aplica en este tipo de apoyos.
- Cuarta hipótesis, rotura de uno de los conductores.

En esta hipótesis calcularemos los esfuerzos tanto verticales, como transversales como longitudinales bajo condiciones de viento con un conductor menos, para ello se usarán estas igualdades.

Cargas verticales:

$$CV = p_{cond} + p_{cad} + p_{cruc}$$

Siendo p_{cad} tres veces el peso de la cadena, y p_{cruc} indicado en las especificaciones del permanente.

$$p_{cond} = (n - 1) * p_p * a_{gv}$$
$$a_{gv} = \left[\left(\frac{a_1}{2} \right) + \left(\pm \frac{T_{v1}}{p_v} * \frac{d_1}{a_1} \right) \right]$$

Cargas longitudinales:

$$M_t = L_b * T_v$$

Siendo L_b la longitud del brazo del armado.

- Apoyos en alineación.
- Primera hipótesis, esfuerzos debido al viento.

En esta hipótesis calcularemos los esfuerzos tanto verticales, como transversales como longitudinales bajo condiciones de viento, para ello se usarán estas igualdades.

Cargas verticales:

$$CV = p_{cond} + p_{cad} + p_{cruc}$$

Siendo p_{cad} tres veces el peso de la cadena, y p_{cruc} indicado en las especificaciones del permanente.

$$p_{cond} = n * p_p * a_{gv}$$
$$a_{gv} = \left[\left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right) + \left(\pm \frac{T_{v1}}{p_v} * \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{T_{v2}}{p_v} * \frac{d_2}{a_2} \right) \right]$$

Cargas transversales:

$$CT = n * p_v * \left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right)$$

Las cargas longitudinales no se aplican en esta hipótesis en este tipo de apoyos.

- Tercera hipótesis, esfuerzo por desequilibrio de tracciones.

En esta hipótesis calcularemos los esfuerzos por desequilibrio de tracciones en las condiciones más desfavorables, debido a que estamos en zona A, estas serán en viento, por lo que las cargas verticales serán iguales a las de la primera hipótesis.

Cargas verticales:

$$CV = p_{cond} + p_{cad} + p_{cruc}$$

Siendo p_{cad} tres veces el peso de la cadena, y p_{cruc} indicado en las especificaciones del permanente.

$$p_{cond} = n * p_p * a_{gv}$$
$$a_{gv} = \left[\left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right) + \left(\pm \frac{T_{v1}}{p_v} * \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{T_{v2}}{p_v} * \frac{d_2}{a_2} \right) \right]$$

Cargas longitudinales: Las calcularemos según lo indicado en la ITC-LAT 07, indicando que en este tipo de apoyo estas cargas tendrán un valor del 8% de las tracciones longitudinales de todos los conductores del apoyo. Esto será en forma de igualdad lo siguiente:

$$CL = n * 0,08 * T_v$$

- Cuarta hipótesis, esfuerzos por rotura de conductor.

Esta hipótesis no aplicará, ya que según las normativas y reglamentaciones que estamos siguiendo, en este tipo de apoyos no se deberá aplicar cuando el coeficiente de seguridad sea igual o mayor a 3, cuando la carga de rotura del conductor sea inferior a 6600 kp, y cada 3 kilómetros de línea o menos haya un anclaje, al cumplir estas tres condiciones al mismo tiempo, no necesitaremos calcular esta hipótesis.

- Apoyos en ángulo. (Cambio de cantón)
- Primera hipótesis, esfuerzos debido al viento.

En esta hipótesis calcularemos los esfuerzos tanto verticales, como transversales como longitudinales bajo condiciones de viento, para ello se usarán estas igualdades.

Cargas verticales:

$$CV = p_{cond} + p_{cad} + p_{cruc}$$

Siendo p_{cad} seis veces el peso de la cadena debido a ser un amarre, y p_{cruc} indicado en las especificaciones del permanente.

$$p_{cond} = n * p_p * a_{gv}$$

$$a_{gv} = \left[\left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right) + \left(\pm \frac{T_{v1}}{p_v} * \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{T_{v2}}{p_v} * \frac{d_2}{a_2} \right) \right]$$

Cargas transversales:

$$CT = n * \left[(T_{v1} + T_{v2}) * \sin \frac{\alpha}{2} + \left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right) * p_v * \left(\cos \frac{\alpha}{2} \right)^2 \right]$$

- Tercera hipótesis, esfuerzo por desequilibrio de tracciones.

En esta hipótesis calcularemos los esfuerzos por desequilibrio de tracciones en las condiciones más desfavorables, debido a que estamos en zona A, estas serán en viento, por lo que las cargas verticales serán iguales a las de la primera hipótesis.

Cargas verticales:

$$CV = p_{cond} + p_{cad} + p_{cruc}$$

Siendo p_{cad} tres veces el peso de la cadena, y p_{cruc} indicado en las especificaciones del permanente.

$$p_{cond} = n * p_p * a_{gv}$$

$$a_{gv} = \left[\left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right) + \left(\pm \frac{T_{v1}}{p_v} * \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{T_{v2}}{p_v} * \frac{d_2}{a_2} \right) \right]$$

Cargas longitudinales y transversales: Las calcularemos según lo indicado en la ITC-LAT 07, indicando que en este tipo de apoyo estas cargas tendrán un valor del 15% de las tracciones unilaterales de todos los conductores del apoyo. Esto será en forma de igualdad lo siguiente para cada una de ellas:

$$CT = n * 1,85 * T_{vmax} * \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$CL = n * 0,15 * T_{vmax} * \cos \frac{\alpha}{2}$$

Una vez hechos los cálculos, se deberán sumar ambos términos.

- Cuarta hipótesis, esfuerzos por rotura de conductor.

Esta hipótesis no aplicará, ya que según las normativas y reglamentaciones que estamos siguiendo, en este tipo de apoyos no se deberá aplicar cuando el coeficiente de seguridad sea igual o mayor a 3, cuando la carga de rotura del conductor sea inferior a 6600 kp, y cada 3 kilómetros de línea o menos haya un anclaje, al cumplir estas tres condiciones al mismo tiempo, no necesitaremos calcular esta hipótesis.

Una vez realizado este proceso para todos los apoyos, se deberá de realizar un ajuste en los resultados de las Cargas transversales y longitudinales, esto es debido al tipo de armado que estamos usando, que debido a su forma el punto de aplicación de las fuerzas modifica un poco el valor de la carga.

Este ajuste será el siguiente en valor:

$$F_{eq} = \frac{F * (h + 4,2)}{4,2}$$

Siendo h:

$$h = \frac{2 * c + b}{3}$$

Siendo b y c las dimensiones del armado del apoyo en cuestión,

Después de todo este proceso, deberemos comparar con la UNE 207017 y en las tablas de cargas y coeficientes de seguridad en un apoyo de celosía, con las condiciones y valores obtenidos, calcular que apoyo debemos usar.

Las condiciones son las siguientes:

$$V_1 + k * H_1 \leq V + k * H$$

$$V_1 \leq 3 * V$$

$$H_1 \leq H$$

Siendo k=5, los valores V y H serán de tabla y los demás los obtenidos mediante los cálculos. Se escogerán la carga vertical y horizontal mayor en cada caso.

En la siguiente tabla se recogerán los datos y resultados usados en el proceso de justificación de los apoyos que se usarán.

Apoyo	Tipo	CV máximo	CH máximo	Momento máximo	Apoyo escogido
1	Inicio/Fin	543,07	3333,07	2079,05	C-7000
2	Angulo	734,45	1609,56	-	C-2000
3	Angulo	804,53	1987,82	-	C-3000
4	Alineación	506,71	706,16	-	C-1000
5	Angulo	547,86	1883,24	-	C-2000
6	Angulo	360,52	2084,21	-	C-3000
7	Angulo	460,52	2843,57	-	C-3000
8	Angulo	809,75	3291,81	-	C-4500
9	Angulo	707,93	3350,25	-	C-4500
10	Alineación	612,18	882,85	-	C-1000
11	Angulo	435,26	3081,32	-	C-4500
12	Alineación	481,76	635,14	-	C-1000
13	Alineación	443,53	568,1	-	C-1000
14	Angulo	240,85	1588,65	-	C-2000
15	Alineación	343,93	423,21	-	C-500
16	Alineación	321,32	377,03	-	C-500
17	Angulo	640,61	2859,17	-	C-3000
18	Alineación	372,6	471,17	-	C-500
19	Angulo	272,69	816,83	-	C-1000
20	Alineación	368,06	471,27	-	C-500

Interconexión Eléctrica entre las subestaciones de suministro de Cabezón de la Sal y Comillas

21	Angulo	733,56	1866,85	-	C-2000
22	Alineación	537,04	790,4	-	C-1000
23	Alineación	538	786,87	-	C-1000
24	Angulo	557,41	1332,38	-	C-2000
25	Alineación	497,31	293,74	-	C-500
26	Alineación	543,19	289,74	-	C-500
27	Alineación	612,47	289,74	-	C-500
28	Alineación	620,47	289,74	-	C-500
29	Alineación	541,44	289,74	-	C-500
30	Alineación	515,37	289,74	-	C-500
31	Angulo	661,18	1482,63	-	C-2000
32	Alineación	396,15	476,32	-	C-500
33	Alineación	212,35	519,19	-	C-1000
34	Angulo	428,57	2511,14	-	C-3000
35	Alineación	525,95	758,64	-	C-1000
36	Alineación	498,93	675,72	-	C-1000
37	Alineación	453,16	555,75	-	C-1000
38	Angulo	415,46	2326,1	-	C-3000
39	Alineación	512,49	719,83	-	C-1000
40	Alineación	507,20	709,24	-	C-1000
41	Alineación	476,48	647,92	-	C-1000
42	Angulo	608,86	2695,56	-	C-3000
43	Angulo	406,44	1596,06	-	C-2000
44	Inicio/Fin	241,75	3107,58	1938,4	C-7000

3.6 Justificación de las cimentaciones.

En este punto, se realizarán los cálculos necesarios para saber si las cimentaciones son válidas, para ello nos basaremos en las cimentaciones mono bloque de hormigón de las que hemos hablado con anterioridad, y para saber si son válidas aplicaremos el criterio de vuelco del método de Sulzberger.

Las igualdades que usaremos para realizar los cálculos de este método son las siguientes:

$$M_v = F * \left(h_v + \frac{2}{3} * h \right) + F_v * \left(\frac{H}{2} + \frac{2}{3} * h_l \right)$$

$$M_r = M_1 + M_2$$

$$M_1 = 139 * k * a * h^4$$

$$M_2 = 880 * h * a^3 + 0,4 * a * p$$

De aquí obtenemos lo siguiente, para que una cimentación sea válida se ha de cumplir lo siguiente:

$$M_r \geq M_v$$

Siendo las variables:

F: Esfuerzo nominal del apoyo.

H: Altura total del apoyo.

hl: Altura libre del apoyo.

h: Profundidad usada para la cimentación.

Fv: Esfuerzo generado por el viento sobre el apoyo.

k= Coeficiente de compresibilidad para el terreno.

a: Anchura de la cimentación usada.

p: Peso total del apoyo.

M1: Momento por el empotramiento lateral.

M2: Momento por las cargas laterales.

Interconexión Eléctrica entre las subestaciones de suministro de Cabezón de la Sal y Comillas

En la siguiente tabla resumen, se adjuntarán los datos usados para el cálculo de cada cimentación, así como los resultados obtenidos. En caso de no ser válida una cimentación, se cogerá una mayor, indicándose también en la tabla.

Apoyo	V	F	H	h	hl	Fv	k	a	p	Mv-Mr
1	7,42	7000	16	2,45	13,75	1192	12	1,74	1593	33201,2
2	2,22	2000	14	2,01	12,14	493	12	1,05	582	16318,1
3	2,47	3000	14	2,2	11,8	740	12	1,06	719	21217,66
4	2,02	1000	16	1,76	14,24	247	12	1,07	461	11705,46
5	2,67	2000	16	2,05	14,09	493	12	1,13	682	19551,17
6	3,01	3000	16	2,24	13,86	740	12	1,16	866	25924,2
7	3,01	3000	16	2,24	13,86	740	12	1,16	866	25924,2
8	2,86	4500	14	2,41	11,59	1110	12	1,09	946	28004,86
9	3,32	4500	16	2,47	13,53	1092	12	1,16	1097	34984,06
10	2,02	1000	16	1,76	14,24	242	12	1,07	461	11792,93
11	2,86	4500	14	2,41	11,59	1092	12	1,09	1097	28375,78
12	1,75	1000	14	1,72	12,28	247	12	1,01	400	9817,83
13	2,02	1000	16	1,76	14,24	247	12	1,07	461	11705,46
14	3,1	2000	18	2,08	18,1	493	12	1,22	804	22446,73
15	1,78	500	16	1,53	14,67	132	12	1,06	413	7720,48
16	1,78	500	16	1,53	14,67	132	12	1,06	413	7720,48
17	3,01	3000	16	2,24	13,86	794	12	1,16	866	24993,24
18	1,52	500	14	1,75	12,71	132	12	1,01	356	14145,13
19	2,02	1000	16	1,76	14,24	265	12	1,07	461	11390,59
20	2,09	500	18	1,55	16,65	132	12	1,16	472	9301,34
21	2,67	2000	16	2,05	14,09	493	12	1,13	682	19551,17
22	1,75	1000	14	1,72	12,28	247	12	1,01	400	9817,83
23	1,75	1000	14	1,72	12,28	247	12	1,01	400	9817,83
24	1,84	2000	14	2,01	12,14	725	12	1,05	582	13576,45
25	1,52	500	14	1,49	12,71	120	12	1,01	356	6684,81
26	1,52	500	14	1,49	12,71	120	12	1,01	356	6684,81
27	1,52	500	14	1,49	12,71	120	12	1,01	356	6684,81
28	1,52	500	14	1,49	12,71	120	12	1,01	356	6684,81

Interconexión Eléctrica entre las subestaciones de suministro de Cabezón de la Sal y Comillas

29	1,52	500	14	1,49	12,71	120	12	1,01	356	6684,81
30	1,52	500	14	1,49	12,71	120	12	1,01	356	6684,81
31	2,62	2000	16	2,05	14,09	485	12	1,13	682	19790,32
32	1,78	500	16	1,53	14,67	132	12	1,06	413	7720,48
33	2,37	1000	18	1,79	16,21	265	12	1,15	544	13526,56
34	3,01	3000	16	2,24	13,86	740	12	1,16	866	25924,2
35	1,75	1000	14	1,72	12,28	247	12	1,01	400	9817,83
36	1,75	1000	14	1,72	12,28	247	12	1,01	400	9817,83
37	1,75	1000	14	1,72	12,28	247	12	1,01	400	9817,83
38	2,47	3000	14	2,2	11,8	740	12	1,06	719	21217,66
39	1,75	1000	14	1,72	12,28	247	12	1,01	400	9817,83
40	1,75	1000	14	1,72	12,28	247	12	1,01	400	9817,83
41	1,75	1000	14	1,72	12,28	247	12	1,01	400	9817,83
42	2,47	3000	14	2,2	11,8	740	12	1,06	719	21217,66
43	1,84	2000	14	2,01	12,14	493	12	1,05	582	17078,1
44	4,49	7000	14	2,45	11,75	1192	12	1,53	1359	39958,94

4. Tabla resumen de los apoyos.

En la siguiente tabla resumen, se mostrarán los apoyos de la línea aérea, con el correspondiente tipo de apoyo usado en cada uno de ellos, el tipo de cadena que tienen y su altura. Todas estas características calculadas según la normativa correspondiente.

Número del apoyo	Tipo de apoyo	Tipo de cadena	Altura del apoyo
1	C-7000	Amarre	16
2	C-2000	Amarre	14
3	C-3000	Amarre	14
4	C-1000	Suspensión	16
5	C-2000	Amarre	16
6	C-3000	Amarre	16
7	C-3000	Amarre	16
8	C-4500	Amarre	14
9	C-4500	Amarre	16
10	C-1000	Suspensión	16
11	C-4500	Amarre	14
12	C-1000	Suspensión	14
13	C-1000	Suspensión	16
14	C-2000	Amarre	18
15	C-500	Suspensión	16
16	C-500	Suspensión	16
17	C-3000	Amarre	16
18	C-500	Suspensión	14
19	C-1000	Amarre	16
20	C-500	Suspensión	18

Interconexión Eléctrica entre las subestaciones de suministro de Cabezón de la Sal y Comillas

Número del apoyo	Tipo de apoyo	Tipo de cadena	Altura del apoyo
21	C-2000	Amarre	16
22	C-1000	Suspensión	14
23	C-1000	Suspensión	14
24	C-2000	Amarre	14
25	C-500	Suspensión	14
26	C-500	Suspensión	14
27	C-500	Suspensión	14
28	C-500	Suspensión	14
29	C-500	Suspensión	14
30	C-500	Suspensión	14
31	C-2000	Amarre	16
32	C-500	Suspensión	16
33	C-1000	Suspensión	18
34	C-3000	Amarre	16
35	C-1000	Suspensión	14
36	C-1000	Suspensión	14
37	C-1000	Suspensión	14
38	C-3000	Amarre	14
39	C-1000	Suspensión	14
40	C-1000	Suspensión	14
41	C-1000	Suspensión	14
42	C-3000	Amarre	14
43	C-2000	Amarre	14
44	C-7000	Amarre	14

PRESUPUETO

Índice

1. Cuadro de precios.	(Página 46)
1.1 Excavaciones y accesos subterráneos.	
1.2 Conductor de la línea subterránea.	
1.3 Conversión aérea subterránea.	
1.4 Apoyos y armados de la línea aérea.	
1.5 Conductor de la línea aérea.	
1.6 Puestas a tierra.	
1.7 Aislamientos, protecciones y herrajes.	
1.8 Letreros de señalización.	
2. Presupuestos parciales.	(Página 54)
3. Presupuesto de ejecución de material.	(Página 57)
4. Presupuesto de ejecución por contrata.	(Página 58)
5. Coste de los materiales.	(Página 59)
6. Estructurado de la obra.	(Página 61)

1. Cuadro de precios.

A continuación, se adjuntará cada uno de los materiales que necesitaremos para realizar este proyecto, indicando su precio unitario, así como el coste de la mano de obra necesaria para la completa instalación de los mismos, todos los precios unitarios y estimaciones han sido obtenidos a partir del cuadro de precios número dos.

1.1 Excavaciones y accesos subterráneos.

Elementos	Precio unitario
Los materiales, herramientas y la mano de obra para la realización de las zanjas, excavaciones y accesos de la línea subterránea.	143,06 euros la unidad

1.2 Conductor de la línea subterránea.

Elementos	Precio unitario
Materiales necesarios para las terminaciones interiores de los conductores subterráneos.	75,66 euros la unidad
Materiales necesarios para las terminaciones exteriores de los conductores subterráneos.	129,3 euros la unidad
Mano de obra para la realización de las terminaciones interiores.	29,91 euros la unidad
Mano de obra para la realización de las terminaciones exteriores.	114,75 euros la unidad
Conductor RHZ1 OL 18/30 kV 3x(1x400) mm ² Al + H 16 y el resto de materiales usados junto a él en el tendido.	13,29 euros la unidad
Tendido del conductor subterráneo y mano de obra del mismo.	3,06 euros la unidad

1.3 Conversión aérea subterránea.

Elementos	Precio unitario
Materiales propios de las conversiones, incluyendo pararrayos tubos grapas herrajes etc	409,93 euros la unidad
Mano de obra, incluyendo trasporte y acopio e instalación	64,37 euros la unidad

1.4 Apoyos y armados de la línea aérea.

Elementos (Apoyo C-7000 / 14 metros)	Precio unitario
Acero galvanizado reglamentario	1,5 euros la unidad
Trasporte	138,8 euros la unidad
Excavación	96,53 euros la unidad
Cimentación	164,97 euros la unidad
Armado e izado	0,41 euros la unidad
Elementos (Apoyo C-7000 / 16 metros)	Precio unitario
Acero galvanizado reglamentario	1,5 euros la unidad
Trasporte	138,8 euros la unidad
Excavación	96,53 euros la unidad
Cimentación	164,97 euros la unidad
Armado e izado	0,41 euros la unidad
Elementos (Apoyo C-4500 / 14 metros)	Precio unitario
Acero galvanizado reglamentario	1,5 euros la unidad
Trasporte	138,8 euros la unidad
Excavación	96,53 euros la unidad
Cimentación	164,97 euros la unidad
Armado e izado	0,41 euros la unidad

Interconexión Eléctrica entre las subestaciones de suministro de Cabezón de la Sal y Comillas

Elementos (Apoyo C-4500 / 16 metros)	Precio unitario
Acero galvanizado reglamentario	1,5 euros la unidad
Trasporte	138,8 euros la unidad
Excavación	96,53 euros la unidad
Cimentación	164,97 euros la unidad
Armado e izado	0,41 euros la unidad
Elementos (Apoyo C-3000 / 14 metros)	Precio unitario
Acero galvanizado reglamentario	1,5 euros la unidad
Trasporte	138,8 euros la unidad
Excavación	96,53 euros la unidad
Cimentación	164,97 euros la unidad
Armado e izado	0,41 euros la unidad
Elementos (Apoyo C-3000 / 16 metros)	Precio unitario
Acero galvanizado reglamentario	1,5 euros la unidad
Trasporte	138,8 euros la unidad
Excavación	96,53 euros la unidad
Cimentación	164,97 euros la unidad
Armado e izado	0,41 euros la unidad
Elementos (Apoyo C-2000 / 14 metros)	Precio unitario
Acero galvanizado reglamentario	1,5 euros la unidad
Trasporte	138,8 euros la unidad
Excavación	96,53 euros la unidad
Cimentación	164,97 euros la unidad
Armado e izado	0,41 euros la unidad
Elementos (Apoyo C-2000 / 16 metros)	Precio unitario
Acero galvanizado reglamentario	1,5 euros la unidad
Trasporte	138,8 euros la unidad
Excavación	96,53 euros la unidad
Cimentación	164,97 euros la unidad

Interconexión Eléctrica entre las subestaciones de suministro de Cabezón de la Sal y Comillas

Armado e izado	0,41 euros la unidad
Elementos (Apoyo C-2000 / 18 metros)	Precio unitario
Acero galvanizado reglamentario	1,5 euros la unidad
Trasporte	138,8 euros la unidad
Excavación	96,53 euros la unidad
Cimentación	164,97 euros la unidad
Armado e izado	0,41 euros la unidad
Elementos (Apoyo C-1000 / 14 metros)	Precio unitario
Acero galvanizado reglamentario	1,5 euros la unidad
Trasporte	138,8 euros la unidad
Excavación	96,53 euros la unidad
Cimentación	164,97 euros la unidad
Armado e izado	0,41 euros la unidad
Elementos (Apoyo C-1000 / 16 metros)	Precio unitario
Acero galvanizado reglamentario	1,5 euros la unidad
Trasporte	138,8 euros la unidad
Excavación	96,53 euros la unidad
Cimentación	164,97 euros la unidad
Armado e izado	0,41 euros la unidad
Elementos (Apoyo C-1000 / 18 metros)	Precio unitario
Acero galvanizado reglamentario	1,5 euros la unidad
Trasporte	138,8 euros la unidad
Excavación	96,53 euros la unidad
Cimentación	164,97 euros la unidad
Armado e izado	0,41 euros la unidad
Elementos (Apoyo C-500 / 14 metros)	Precio unitario
Acero galvanizado reglamentario	1,5 euros la unidad
Trasporte	138,8 euros la unidad
Excavación	96,53 euros la unidad

Interconexión Eléctrica entre las subestaciones de suministro de Cabezón de la Sal y Comillas

Cimentación	164,97 euros la unidad
Armado e izado	0,41 euros la unidad
Elementos (Apoyo C-500 / 16 metros)	Precio unitario
Acero galvanizado reglamentario	1,5 euros la unidad
Trasporte	138,8 euros la unidad
Excavación	96,53 euros la unidad
Cimentación	164,97 euros la unidad
Armado e izado	0,41 euros la unidad
Elementos (Apoyo C-500 / 18 metros)	Precio unitario
Acero galvanizado reglamentario	1,5 euros la unidad
Trasporte	138,8 euros la unidad
Excavación	96,53 euros la unidad
Cimentación	164,97 euros la unidad
Armado e izado	0,41 euros la unidad
Elementos (Armado B1)	Precio unitario
Acero galvanizado reglamentario	1,5 euros la unidad
Trasporte	138,8 euros la unidad
Armado e izado	0,41 euros la unidad
Elementos (Armado B2)	Precio unitario
Acero galvanizado reglamentario	1,5 euros la unidad
Trasporte	138,8 euros la unidad
Armado e izado	0,41 euros la unidad
Elementos (Armado B3)	Precio unitario
Acero galvanizado reglamentario	1,5 euros la unidad
Trasporte	138,8 euros la unidad
Armado e izado	0,41 euros la unidad

1.5 Conductor de la línea aérea.

Elemento	Precio unitario
Conductor LA-110	2914,09 euros la unidad
Conductor en concepto de flechas	87,36 euros la unidad
Coste del tendido	1200 euros la unidad
Tonelada de transporte	58,55 euros la unidad
Cruzamientos, apertura de calle etc	699,87 euros la unidad

1.6 Puestas de tierra.

Elementos	Precio unitario
Picas cilíndricas	6,68 euros la unidad
Excavado y rellenado	19,05 euros la unidad
Cartucho y soldadura	1,66 euros la unidad
Metros de cable PVC	0,36 euros la unidad
Metros de conductor de cobre	5,6 euros la unidad
Accesorios tipo SIMEC	2,8 euros la unidad
Tornillos y similares	2,91 euros la unidad
Transporte, acopio, instalación etc	45,48 euros la unidad

1.7 Aislamientos protecciones y herrajes.

Elementos (Seccionador)	Precio unitario
Seccionador	17230 euros por unidad
Mano de obra e instalación del seccionador	1300 euros por unidad
Elementos (Método anti escalada)	Precio unitario
Materiales propios a los métodos anti escalada reglamentarios	201,45 euros por unidad

Mano de obra e instalación de los métodos anti escalada	45,46 euros por unidad.
Elementos (Cadenas de amarre)	Precio unitario
Horquilla de bola HB-16	5,83 euros la unidad
Aisladores U70BS (3 por cadena)	47,79 euros la unidad
Rotula corta R16	10,76 euros la unidad
Grapa de amarre GA-2	15,33 euros la unidad
Trasporte y mano de obra	30,84 euros la unidad
Elementos (Cadenas de suspensión)	Precio unitario
Horquilla de bola HB-16	5,83 euros la unidad
Aisladores U70BS (3 por cadena)	47,79 euros la unidad
Rotula corta R16	10,76 euros la unidad
Grapa de suspensión GS-2	19,08 euros la unidad
Trasporte y mano de obra	30,84 euros la unidad

1.8 Letreros de señalización.

Elementos (Placas de peligro)	Precio unitario
Placa de peligro	5,98 euros la unidad
Trasporte y mano de obra	11,92 euros la unidad
Elementos (Placas de numeración)	Precio unitario
Placa de numeración	4,59 euros la unidad
Trasporte y mano de obra	11,92 euros la unidad

2. Presupuestos parciales.

En este apartado se indicará la cantidad de unidades de cada elemento que se tiene, además de calcular el sub total que nos costará cada uno de los apartados expuestos con anterioridad.

Elemento	Precio unitario	Unidades	Sub total de precio
1.1	Excavaciones y accesos subterráneos		
Los materiales, herramientas y la mano de obra para la realización de las zanjas, excavaciones y accesos de la línea subterránea.	143,06 euros la unidad	300	42918 euros
1.2	Conductor de la línea subterránea		
Materiales necesarios para las terminaciones interiores de los conductores subterráneos.	75,66 euros la unidad	3	226,98 euros
Materiales necesarios para las terminaciones exteriores de los conductores subterráneos.	129,3 euros la unidad	3	387,3 euros
Mano de obra para la realización de las terminaciones interiores.	29,91 euros la unidad	3	89,73 euros
Mano de obra para la realización de las terminaciones exteriores.	114,75 euros la unidad	3	344,25 euros

Interconexión Eléctrica entre las subestaciones de suministro de Cabezón de la Sal y Comillas

Conductor RHZ1 OL 18/30 kV 3x(1x400) mm ² Al + H 16 y el resto de materiales usados junto a él en el tendido.	13,29 euros la unidad	900 unidades	11961 euros
Tendido del conductor subterráneo y mano de obra del mismo.	3,06 euros la unidad	900 unidades	2754 euros
1.3	Conversión aérea subterránea		
Materiales propios de las conversiones, incluyendo pararrayos tubos grapas herrajes etc	409,93 euros la unidad	2 unidades	819,86 euros
Mano de obra, incluyendo transporte y acopio e instalación	64,37 euros la unidad	2 unidades	128,74 euros
1.4	Apoyos y armados		
Apoyos C-7000 /16 m	5312,44 euros la unidad	1 unidad	5312,44 euros
Apoyos C-7000 / 14 m	3900,77 euros la unidad	1 unidad	3900,77 euros
Apoyos C-4500 / 16 m	3083,67 euros la unidad	1 unidad	3083,67 euros
Apoyos C-4500 / 14 m	2658,45 euros la unidad	2 unidades	5316,9 euros
Apoyos C-3000 / 16m	2532,32 euros la unidad	4 unidades	10129,28 euros
Apoyos C-3000 / 14 m	2095,15 euros la unidad	3 unidades	6285,45 euros
Apoyos C-2000 / 18 m	2362,81 euros la unidad	1 unidad	2362,81 euros

Interconexión Eléctrica entre las subestaciones de suministro de Cabezón de la Sal y Comillas

Apoyos C-2000 / 16 m	2002,15 euros la unidad	3 unidades	6006,45 euros
Apoyos C-2000 / 14 m	1620,92 euros la unidad	3 unidades	4862,76 euros
Apoyos C-1000 / 18 m	1716,87 euros la unidad	1 unidad	1716,87 euros
Apoyos C-1000 / 16 m	1457,84 euros la unidad	4 unidades	5831,35 euros
Apoyos C-1000 / 14 m	1264,25 euros la unidad	9 unidades	11378,27 euros
Apoyos C-500 / 18 m	1493,39 euros la unidad	1 unidad	1493,39 euros
Apoyos C-500 / 16 m	1294,44 euros la unidad	3 unidades	3883,33 euros
Apoyos C-500 / 14 m	1112,18 euros la unidad	7 unidades	7785,26 euros
1.5	Conductor de la línea aérea		
Conductor LA-110	2914,09 euros la unidad	23,793 unidades	69231,92 euros
Conductor en concepto de flechas	87,36 euros la unidad	23,793 unidades	2078,56 euros
Coste del tendido	1200 euros la unidad	1 unidad	1200 euros
Tonelada de transporte	58,55 euros la unidad	23,793 unidades	1393,19 euros
Cruzamientos, apertura de calle etc	699,87 euros la unidad	1 unidad	699,87 euros
1.6	Puestas a tierra		
Puestas a tierra	78,89 euros la unidad	44 unidades	3471,16 euros
1.7	Aislantes, protecciones y herrajes		
Seccionador	17230 euros por unidad	2 unidades	34540 euros

Interconexión Eléctrica entre las subestaciones de suministro de Cabezón de la Sal y Comillas

Mano de obra e instalación del seccionador	1300 euros por unidad	2 unidades	2600 euros
Elementos (Método anti escalada)	Precio unitario		
Materiales propios a los métodos anti escalada reglamentarios	201,45 euros por unidad	2 unidades	402,9 euros
Mano de obra e instalación de los métodos anti escalada	45,46 euros por unidad.	2 unidades	90,92 euros
1.8	Placas de peligro y numeración		
Placa de peligro	5,98 euros la unidad	44 unidades	263,12 euros
Trasporte y mano de obra	11,92 euros la unidad	44 unidades	524,48 euros
Placa de numeración	4,59 euros la unidad	44 unidades	201,96 euros
Trasporte y mano de obra	11,92 euros la unidad	44 unidades	524,48 euros

3. Presupuesto de ejecución de material.

En este apartado se adjuntará una tabla resumiendo el coste de cada uno de los puntos vistos anteriormente.

Elemento	Precio
1.1 Excavaciones y accesos subterráneos	42918 euros
1.2 Conductor de la línea subterránea	15763,26 euros
1.3 Conversión aérea subterránea	948,6 euros
1.4 Apoyos y armados	79349 euros
1.5 Conductor de la línea aérea	74603,54 euros
1.6 Puestas a tierra	3471,16 euros
1.7 Aislantes, protecciones y herrajes	37633,82
1.8 Placas de peligro y numeración	1514,04
Total	322593,9 euros

Todos los materiales que se mencionan en las tablas previas, han sido nombrados y especificados a lo largo del proyecto junto con sus características más relevantes.

El total del presupuesto de ejecución material, asciende a trescientos veintidós mil quinientos cincuenta y cuatro euros con nueve céntimos de euro.

4. Presupuesto de ejecución por contrata.

Presupuesto de ejecución por contrata	
Descripción	Coste
Presupuesto de ejecución material	322593,9 €
Gastos generales (13%)	41937,21 €
Dirección de obra (3%)	9677,82 €
Beneficio industrial (6%)	19355,63 €
Presupuesto por contrata	393564,56 €
IVA (21%)	82648,56 €
Total del presupuesto de ejecución por contrata	476213,12 €

El total del presupuesto de ejecución por contrata, asciende a un total de cuatrocientos setenta y seis mil doscientos trece euros con doce céntimos de euro.

5. Coste de los materiales.

A continuación se adjuntará una tabla con el coste solo de los materiales, con la única excepción de añadirles los gastos generales y el beneficio neto de la obra.

Artículo	Unidades	Precio Unitario	Sub total
Terminaciones interiores conductor subterráneo	3	75,66	226,98
Terminaciones exteriores conductor subterráneo	3	129,3	387,9
Conductor subterráneo	900	13,29	11961
Mecanismos anti escalada	2	201,45	402,9
Conversión aéreo subterránea	2	409,93	819,86
Seccionadores	2	17270	34540
Placas de peligro	44	5,98	263,12
Placas de numeración	44	4,59	201,96
Conductor LA-110	23,793	6,72	69231,92
Conductor LA-110 en concepto de flechas	0,714	6,72	2078,56
Tomas de tierra	44	19,65	864,6
Apoyo C-7000 / 16	1	3613,58	3613,58
Apoyo C-7000 / 14	1	2768,72	2768,72
Apoyo C-4500 / 16	1	2193,2	2193,2
Apoyo C-4500 / 14	2	1890,81	3781,62
Apoyo C-3000 / 16	4	1795,56	7182,24
Apoyo C-3000 / 14	3	1485,98	4457,94
Apoyo C-2000 / 18	1	1346,68	1346,68
Apoyo C-2000 / 16	3	1142,33	3427

Interconexión Eléctrica entre las subestaciones de suministro de Cabezón de la Sal y Comillas

Apoyo C-2000 / 14	3	978,83	2922
Apoyo C-1000 / 18	1	1212,42	1212,42
Apoyo C-1000 / 16	4	1029,35	4117,4
Apoyo C-1000 / 14	9	892,7	8034,3
Apoyo C-500 / 18	1	1052,78	1051,78
Apoyo C-500 / 16	3	913,15	2739,45
Apoyo C-500 / 14	7	784,75	5493,25
Cadenas de amarre	114	64,38	7339,32
Cadenas de suspensión	72	83,46	6009,12
Armados B1	10	231	2310
Armados B2	23	312	7176
Armados B3	11	361,5	3976,5
Precio total		202131,3 €	
Gastos generales (13%)		26277,07 €	
Beneficios netos (6%)		12127,88 €	
Presupuesto total de materiales		240536,25 €	

El total del presupuesto de materiales asciende a doscientos cuarenta mil quinientos treinta y seis euros con veinticinco céntimos de euro.

6. Estructurado de la obra.

- Presupuesto de la mano de obra.

Se calculará restante al presupuesto de ejecución material el coste de los materiales.

$$MO = 322593,9 - 240536,25 = 82057,65 \text{ €}$$

A continuación, se desglosará el coste de la brigada de obra, la cual constará de un encargado de obra y de 6 operarios.

1 encargado de obra	11 €/h
1 operarios	9€/h
Sub total	65€/h

A esto habrá que sumarle las dietas de cada uno de ellos

Media dieta	15€/día
Coste por hora	1,875€/h
Sub total	13,125€/h

Esto nos da un coste total por hora de 78,125€

Calcularemos el número total de horas de las que constará la obra dividiendo el presupuesto de mano de obra por el coste horario de la brigada.

$$Horas_{trabajo} = \frac{MO}{Coste_{hora}} = \frac{82057,65}{78,125} = 1050,34 \text{ horas}$$

Calcularemos el número total de semanas que nos llevará la obra dividiendo este número de horas entre la jornada laboral de ocho horas por día, y cinco días de trabajo semanales.

$$Semanas_{obra} = \frac{Horas_{trabajo}}{8*5} = 26,26 \text{ semanas}$$

Interconexión Eléctrica entre las subestaciones de suministro de Cabezón de la Sal y Comillas

Por lo tanto, el total de días de trabajo serán aproximando, 131 días. Por lo que para la brigada completa nos da un total de 7336 horas de trabajo durante ese periodo.

A continuación, se adjuntará una tabla con el reparto provisional de tareas y el tiempo que se requerirá para cada una de ellas a nivel estimado.

Tarea	Día de inicio	Duración en días	Día de finalizado
Replanteo	1	4	4
Preparación de accesos	5	12	16
Excavación de apoyos y zanja subterránea	17	16	32
Retirada de tierras y escombros de ambas líneas	33	10	42
Hormigonado	43	20	62
Trasporte y acopio de apoyos	63	3	75
lizado de apoyos	66	26	91
Tendido conductor aéreo	92	18	119
Tendido conductor subterráneo	110	6	115
Puestas a tierra	116	12	127
Puesta de cartelería	128	1	129
Remates	130	1	131

ANEXO II: PLANOS

Índice

1. Emplazamiento. (Página 65)
2. Perfil longitudinal de la línea aérea. (Página 66)

1. Emplazamiento.

En este punto se adjuntará el emplazamiento de la línea aérea, marcando su inicio y su final respectivamente.

La línea, como ya se ha comentado, empezará en la subestación de Cabezón de la Sal, finalizando en la de Comillas.



En rojo se ha marcado la subestación inicial, y en azul la final, la línea pasa entre el Monte Corona, a la izquierda de la imagen y los montes cercanos a la CA-356 a la derecha de la imagen.

Siendo la vía que va junto a la línea en bastante parte del trayecto la CA-135.

2. Perfil longitudinal de la línea aérea.

En un archivo PDF adjunto, se puede observar el perfil de la línea aérea, junto con todos los conductores y apoyos utilizados, y la planta del mismo perfil, donde se indican los obstáculos que presentará la línea a lo largo de todo su trayecto.

Debajo de la planta, se incorporará también cotas del nivel y la distancia al punto de origen cada kilómetro de línea.

En este perfil se incorpora toda la información de los apoyos utilizados, así como sus armados, dando toda la información necesaria.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Índice

1. Localización y finalidad.	(Página 69)
2. Duración de la obra y presupuesto.	(Página 69)
3. Inventario ambiental.	(Página 69)
4. Evaluación de los impactos.	(Página 71)
5. Alteraciones generadas.	(Página 72)
6. Valoración de los impactos generados.	(Página 73)
7. Medidas correctoras tomadas.	(Página 75)
8. Valoración final.	(Página 75)

1. Localización y finalidad.

Como se ha indicado a lo largo del proyecto, el objetivo es proyectar una línea de 30 kV que conecte eléctricamente las subestaciones de Cabezón de la Sal y Comillas, todo el recorrido de la línea aérea es en zona no urbana, por lo que el conductor que se usará será desnudo en todo su trayecto.

Se ha definido el trayecto para que afecte en menor medida posible a las poblaciones cercanas, evitando su paso por ellas si se pudiera.

Este trayecto ha sido lo menor posible en longitud, pero a su vez cumpliendo con todas las normativas y llevándolo por zonas de fácil acceso que faciliten a su vez las labores de construcción.

2. Duración de la obra y presupuesto.

La duración prevista de las obras de construcción en su totalidad es de 131 días laborables. Esta será realizada por una brigada de seis operarios y el jefe de obra. Las obras se realizarán una vez se apruebe el Estudio de Impacto Ambiental.

El presupuesto de la obra, tal y como se indica en su apartado correspondiente del proyecto, será de 476213,12 €.

3. Inventario ambiental.

- General.

Como se ha visto en los planos, la zona por donde transitará la línea, tiene una cota mínima de algo más de cien metros sobre el nivel del mar, llegando a sobrepasar los doscientos en algunos de sus puntos.

Se indicó con anterioridad que transcurre con bastante cercanía a la CA-135, siendo esta la vía de comunicación y transporte más importante en la zona.

La economía de la zona está basada en agricultura, ganadería y una cantera, haciéndose lo posible durante la proyección de la línea para evitar interferir en las cercanías de estos lugares.

- **Clima.**

El clima de la zona será correspondiente al clima mediterráneo templado, siendo la temperatura media de la zona a lo largo del año entre diez y veinte grados centígrados, siendo el mes más caluroso agosto con una temperatura de entre dieciséis y veintitrés grados centígrados.

Las precipitaciones medias oscilan entre los diecisiete (en agosto) y los ochenta (en noviembre) milímetros de precipitaciones.

Además de esto, se deberá tener en cuenta que el periodo más seco, será entre junio y agosto, ambos incluidos.

- **Vegetación.**

Se ha intentado en medida de lo posible evitar daños zonas de densa vegetación, siendo la mayor parte de la vegetación del lugar donde está proyectada la línea del tipo herbáceo, típico de los prados, además de algunos setos o matorral bajo, y algunos pequeños cúmulos de roble, pino común y hayas.

Estas vegetaciones no sufren ningún tipo de pérdidas significativas a lo largo del recorrido de la línea, ni se ven especialmente alteradas, siendo lo más significativo la pérdida de tierra debida a las cimentaciones y a alteraciones temporales debido al paso de vehículos pertenecientes a las obras durante el periodo de 131 días descrito con anterioridad.

Para finalizar, el desarrollo y construcción de la obra no afecta a ninguna especie tanto de hierba flor o árbol, que se encuentren protegidos.

- **Fauna.**

La fauna de toda la zona se basa principalmente en la propia de la ganadería, siendo esta en su mayoría de vacas, ovejas y caballos con los cuales se desarrolla la actividad económica, además de esto se podrán encontrar en la zona animales en libertad, desde los más pequeños tales como lagartos y lagartijas, pasando por algunos anfibios tales como ranas, aves comunes como el agateador común y llegando a poder encontrarse en la zona algún que otro ejemplar de corzo y jabalí, proveniente del cercano Monte Corona. También es posible encontrar zonas, sobre todo las de matorral y bosque bajo, animales como roedores, erizos, topes y similares.

Al igual que con la flora, la realización de este proyecto se realizará de manera que no afecte de manera importante a ninguna de estas especies.

- Hábitats y zonas protegidas.

El proyecto de la línea no atraviesa ni está dentro de ningún paisaje o elementos singulares que se encuentren protegidos, se ha tenido especial cuidado con este punto, ya que hubo otras opciones que se barajaron para el trayecto de la línea pero que se desecharon por atravesar espacios de estas características.

- Paisajes.

Los paisajes característicos por los cuales transitará la línea serán los siguientes:

- Bosque de árboles autóctonos. Se sitúa en las zonas de mayor relieve y más escarpados, siendo zonas de difícil acceso.
- Agrario. Están en las zonas más llanas y en las zonas donde hay mayor cantidad de humedad y precipitaciones, siendo estas condiciones más favorables para el cultivo o consumo del ganado.

4. Evaluación de impactos.

Dividiremos este apartado en tres más pequeños, cada uno perteneciente a las subsecciones anteriores de vegetación, fauna y paisajes.

- Vegetación.

Como se ha indicado con anterioridad, no hay especies vegetales protegidas ni de carácter singular, por lo tanto, el impacto en estas será nulo, mientras que en la zona de pastos y la zona de bosque bajo y matorral, el impacto en estos será bajo.

- Fauna.

De la misma manera, también se ha mencionado que no hay especies de animales protegidas ni de carácter singular en el recorrido de la línea, por lo que el impacto en estas será nulo, nuevamente se hará lo posible por que las especies más comunes que si pueden verse afectadas por la obra lo sean en lo menos posible, siendo el impacto en estas bajo.

- Paisaje.

Debido a la magnitud de la obra, sí que se trasforma de una manera bastante notable el paisaje de la zona, habiendo un impacto notable en la naturalidad de la zona, esto se amortigua de cierta manera debido a como es la zona y su vegetación, lo que es llamado la fragilidad de la zona, que es la capacidad de la zona para absorber los cambios que la línea provoca en ella.

El impacto en el paisaje de la zona es medio.

5. Alteraciones generadas.

A continuación, se adjuntará una tabla con las alteraciones a las que el ambiente se verá sometidas durante las distintas fases del proyecto, indicando en cada una de ellas el grado de afección que tienen.

- Durante la fase de construcción.

Acceso a pistas y accesos.	Bajo
Poda de la zona de la cimentación	Bajo
Excavación de las cimentaciones	Bajo
Acopio de materiales	Bajo
Hormigonado	Bajo
Armado e izado	Bajo
Seguridad	Nulo
Tendido de los conductores	Bajo
Ruidos	Bajo

Estas bajas incidencias y afecciones al lugar se deben a que en su mayoría se podrán realizar utilizando la infraestructura ya propia del lugar, sin necesidad de construcción de adicionales, en el caso de los residuos, se realizará su acumulación en una zona designada para minimizar su impacto en el lugar.

- Durante la fase de explotación.

Afección en el paisaje	Medio
Riesgo de incendio	Bajo
Ruido	Bajo
Impacto en fauna	Bajo

En el caso de los tres primeros puntos, las medidas de seguridad tomadas en la proyección y construcción de la línea serán suficientes para evitar esos incidentes, como por ejemplo gracias al uso de las tomas de tierra como medida de seguridad.

En el caso del impacto en la fauna, se refiere sobre todo al impacto que puede tener respecto a las aves, las cuales pueden sufrir electrocuciones o choques contra la infraestructura. Si esto se detecta, se tomarán medidas correctoras para evitarlo, pero debido a las características de los materiales y apoyos usados es improbable.

6. Valoración de los impactos generados.

En este punto del proyecto se valorará la gravedad de los impactos generados, así como la compatibilidad debida a los mismos del proyecto con el lugar donde se quiere realizar.

Esta valoración se hará respecto a los siguientes baremos.

- Impacto nulo: Este tipo de impactos no es relevante o si afección es tan baja que apenas es apreciable en el lugar.
- Impacto bajo: Este tipo de impactos no altera de manera significativa el medio ambiente ni la flora ni fauna del lugar.
- Impacto medio: Este tipo de impactos hace que en conjunto o una de las partes del medio si se vea alterada de manera importante, pero es posible volver al punto inicial con las medidas adecuadas.
- Impacto alto: Este tipo de impactos tiene un impacto grave en el lugar, haciendo que haya efectos permanentes sobre el medio ambiente.
- Impacto muy alto: Este tipo de impactos hace que el conjunto de sus acciones sobre el medio ambiente tenga consecuencias de termino irreparable.

Interconexión Eléctrica entre las subestaciones de suministro de Cabezón de la Sal y Comillas

A continuación, se adjuntará en una tabla los impactos del proyecto y su nivel conforme al baremo anterior.

	Nulo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Fase de construcción		x			
Apertura de pistas y accesos		x			
Despeje cimentaciones		x			
Excavaciones		x			
Acopios		x			
Cimentados		x			
Armado e izado		x			
Franja de seguridad	x				
Ruidos		x			
Fase de explotación		x			
Fauna		x			
Riesgo de incendio		x			
Ruidos		x			
Intrusión en el paisaje			x		

7. Medidas correctoras tomadas.

Con respecto a la fauna que puede verse afectada por el trazado de la línea se tomarán las siguientes medidas llegado el momento:

Si la afección es debida a electrocuciones se aislará el cable hasta la distancia que se vea necesaria para evitar estas electrocuciones.

Si son debido a impactos contra apoyos u otros elementos de la línea, se realizarán medidas para facilitar la visibilidad de estos elementos y evitar así la poca visibilidad.

Con respecto al paisaje, se evitarán dejar escombros en el lugar, llevándolos a los puntos designados o en el caso de las tierras si se puede se esparcirán en el mismo lugar, además de esto se ha evitado y evitará la modificación o alteración de las pistas cercados y demás elementos propios del paisaje del lugar. Si se debe realizar algún cambio de estos durante las obras, se intentará devolver a su estado original una vez acabadas.

Se habrá de tener especial cuidado con vertidos o acopios para evitar que sean arrastrados por las precipitaciones o puedan verse afectados acuíferos.

Se habrá de verificar que la emisión de ruidos se encuentra dentro de los niveles esperados y permitidos, además se intentará evitar en medida de lo posible la emisión de polvo.

8. Conclusión final.

Como conclusión final de este estudio, se considera que debido al bajo nivel de afección que presenta el proyecto frente al medio donde se realizará la obra, es un proyecto compatible con ese dicho medio.

PLIEGO DE CONDICIONES

Índice

- 1. Pliego de condiciones generales. (Página 78)**
 - 1.1 Objetivo del pliego y donde se aplica.
 - 1.2 Disposiciones generales.
 - 1.3 Disposición y organización en la obra.

- 2. Pliego de condiciones respecto a la Línea Aérea. (Página 81)**
 - 2.1 Objetivo del pliego y donde se aplica.
 - 2.2 Ejecución de la línea aérea.
 - 2.3 Materiales.
 - 2.4 Condiciones respecto a la recepción de la obra.

- 3. Pliego de condiciones respecto a la Línea Subterránea. (Página 85)**
 - 3.1 Objetivo del pliego y donde se aplica.
 - 3.2 Ejecución de la línea subterránea.
 - 3.3 Materiales.
 - 3.4 Condiciones respecto a la recepción de la obra.

1. Pliego de condiciones general.

1.1 Objetivo del pliego y donde se aplica.

En este punto inicial, aplicado en la construcción tanto de la línea aérea como subterránea, nos indica los requisitos y condiciones a los que se debe de ajustar la instalación de este tipo de instalaciones, de las características indicadas en el documento visto con anterioridad.

1.2 Disposiciones generales.

Es obligatorio el cumplimiento de la norma UNE 24042, "Contratación de obras, condiciones generales"

Además de eso, a quien se le designe el contrato del proyecto deberá estar en el grupo, sub grupo y categoría adecuadas, que deberá corresponderte con el proyecto que se esté llevando a cabo.

- Condiciones facultativas legales.
 - Artículo 1544 del Código Civil.
 - Estatuto de los Trabajadores, Ley 8/1980 del 10 de marzo.
 - Artículos 8 y 40 de la Ley 8/1988 del 7 de abril.
 - Ordenanza sobre Seguridad e Higiene en el trabajo.

- Seguridad en el trabajo.

El contratista deberá ofrecer lo necesario para el correcto funcionamiento y mantenimiento de todas las máquinas y herramientas en sus necesarias condiciones de seguridad.

Si los trabajadores u operarios tienen que trabajar en equipos con tensión o cerca de los mismos, deberán asegurarse de disponer de la ropa adecuada, evitando el uso de ropa o herramientas con partes de metal innecesarias.

El director de obra puede cesar a los empleados que estén poniendo un riesgo para la seguridad de la obra, ya sea a sí mismos o a otros compañeros. Además de esto, puede

suspender temporalmente la obra si se detectan peligros o irregularidades respecto a los puntos anteriores y que sean corregibles.

- Seguridad pública.

Se deberán tomar en cuenta las mayores precauciones posibles en las operaciones y el uso de todos los materiales.

Se deberán mantener seguros que protejan de manera adecuada a los empleados y obreros contra los daños, responsabilidad civil como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

1.3 Disposición y organización de la obra.

El contratista deberá organizar las obras de la manera más eficaz, para que las realizaciones de las obras se realicen de la mejor manera bajo las indicaciones del director de obra.

- Respecto a los datos de la obra.

Se deberán entregar al contratista los planos y datos de la obra que sean necesarios, así como este pliego de condiciones, pudiendo sacar copias de los datos y planos.

Este debe hacerse responsable de la buena conservación de los documentos originales, que deberán ser devueltos al finalizar la obra.

Tras un plazo máximo de dos meses, después de la finalización de las obras, se deberán actualizar los planos y documentos, añadiendo las características propias de la obra ya finalizada a los mismos.

No se podrán realizar alteraciones en los datos fijados en el proyecto salvo bajo aprobación previa del director de obra.

- Respecto al replanteo de la obra.

El director de obra deberá realizar un replanteo de la misma tras entregar la documentación necesaria al contratista, prestando especial atención a los puntos singulares

de la obra. De este replanteo se deberá realizar un duplicado firmado donde constaran los datos entregados al contratista.

- Respecto a la recepción del material.

La vigilancia y mantenimiento de los materiales recibidos debe estar realizado por el contratista, el director de obra deberá dar el tiempo necesario y los materiales necesarios para la correcta ejecución de la obra.

- Respecto a la organización

El contratista deberá actuar como el patrono legal, ocupándose de la obligación de abonar los salarios y el resto de cargas a los trabajadores, así como aceptando todas las responsabilidades correspondientes.

Como se ha mencionado con anterioridad en este pliego ya, el contratista estará a cargo del cumplimiento de la seguridad necesaria.

Se deberá dar cuenta diaria del avance de las obras, así como de recepción de materiales, personal de la obra, gastos de alquiler de herramientas etc.

- Respecto a la ejecución de las obras.

El contratista no deberá usar personal que no esté a su cargo salvo para obras accesorias al proyecto.

Además de esto, deberá tener al frente de los operarios a uno suficientemente especializado, bajo aprobación del director de obra.

- Respecto a la subcontratación de terceros.

Salvo que el propio proyecto indique lo contrario, se podrán realizar subcontrataciones a terceros, bajo las siguientes condiciones:

- Las subcontrataciones no excedan de la mitad del presupuesto total del proyecto.
- Se debe dar conocimiento por escrito al director de obra de la subcontrata en cuestión.

- Respecto al plazo de la obra.

Vendrá dado en el contrato y comenzará el tiempo de manera posterior a la finalización del replanteo mencionado con anterioridad.

El contratista está obligado a cumplir estos plazos vistos en el contrato. Estos plazos no podrán variar salvo cuando haya modificaciones que así lo requieran por el director de obra debido a requisitos de la propia obra.

El director de obra dará las prórrogas estrictamente necesarias, para el cumplimiento de los plazos si hay causas ajenas que no permitan su cumplimiento.

- Respecto a los periodos de garantía.

Estará señalado en el contrato, y una vez finalizada la obra y hasta la recepción definitiva, el contratista deberá aún ser el encargado de mantener la obra, estando a su cargo las reparaciones que debieran ser hechas.

- Respecto a la recepción definitiva de las obras.

Una vez se termina el plazo de garantía escrito en el contrato, se procederá a la recepción definitiva de las obras, junto con el director de obra y el contratista, levantándose el acta dicha con anterioridad, quedando firmada por ambos.

2 Pliego de condiciones respecto a la Línea Aérea.

5. Objetivo del pliego y donde se aplica.

En el pliego de la línea aérea, se hablará de las condiciones que deberán tenerse en cuenta para la ejecución de la obra de la línea aérea de media tensión del proyecto. Estas obras también hacen referencia al suministro y posterior instalación de los materiales en la construcción de dichas líneas.

2.2 Ejecución de la línea aérea.

- Respecto a las excavaciones.

Deberán ser de pared vertical y ajustarse lo mejor posible a las especificaciones dadas. Si debido a factores externos es debido variar el volumen de la excavación, esta acción deberá ser consultada con el director de obra.

Debido a posibles accidentes y peligros, el contratista deberá asegurarse de que las excavaciones estén el menor tiempo posible abiertas, evitando así posibles caídas etc.

Si debido a las condiciones del terreno, como por ejemplo uno muy rocoso, es necesario el uso de explosivos para realizar parte del trabajo de excavación, deberá ser el contratista el encargado de obtener los permisos necesarios para realizar estas acciones.

- Respecto al transporte y acopio a pie de excavación.

El contratista deberá tener en cuenta todo lo necesario para que el transporte de los armados sea el adecuado, sin que estos reciban golpes o sean arrastrados, dañando su integridad.

Deberá también ocuparse de su almacenaje y posterior transporte a la obra, en el caso de que estos sean metálicos y vengán desmontados, es aconsejable numerar las piezas para evitar confusiones durante el montaje.

- Respecto a las cimentaciones.

Se deberá intentar que la mezcla sea lo más homogénea posible, haciendo el mezclado en hormigonera de ser posible, sino sobre chapas metálicas. El cemento y los elementos áridos que se utilicen deberán ser medidos con los instrumentos adecuados.

Se deberá dejar un conductor que sobresalga de la cimentación por si es necesario realizar un conexionado a tierra en el apoyo.

Además de esto, el macizo deberá sobresalir 10 centímetros del suelo, y deberá tener una forma de acabado en punta de diamante.

- Respecto al armado de los apoyos.

Se deberá hacer teniendo en cuenta la enumeración mencionada con anterioridad, además de corroborar la coherencia entre las uniones de piezas, cada una de las uniones será hecha con tornillos reglamentarios que cumplan todas las normativas mencionadas con anterioridad.

Si surgen defectos durante el armado se deberá notificar al director de obra, no se podrá enderezar ningún elemento doblado o deformado salvo consentimiento del director de obra.

- Respecto al izado de apoyos.

Se deberá realizar de forma que no haya elementos que soporten más carga de la que deben soportar, y estos deben ser inferiores a su límite elástico máximo.

Después del izado de los apoyos, se apretarán los tornillos dando a las tuercas la presión correcta para cada caso, los tornillos además deberán sobresalir entre dos y cuatro pasos de rosca.

- Respecto al tendido y tensado de conductores.

Se deberán evitar todo tipo de nudos, enredos, torsiones, aplastamientos o roturas de alambres en el momento de tendido y tensado.

En caso de necesitar desenrollar las bobinas de conductor sobre el terreno, este deberá de ser no áspero, y en lugares sin polvo, para evitar daños en los conductores o empeorar las cualidades aislantes del mismo.

Salvo que el director de obra indique lo contrario, no deberán realizarse las operaciones de tendido hasta quince días más tarde de las operaciones de cimentación en apoyos con ángulo o anclaje.

Las condiciones de temperatura y viento deberán ser adecuadas para la correcta y segura realización del tendido y tensado.

- Respecto a la puesta a tierra.

Las líneas deberán ser puestas a tierra de manera adecuada, de acuerdo con los valores y normativas vistos con anterioridad.

- Respecto al reposicionamiento del terreno.

Todos los sobrantes de tierra u hormigón deberán ser extendidas en el terreno, si el propietario da su consentimiento, de otro modo deberá ser llevado al vertedero, todo esto está bajo cargo del contratista.

- Respecto a la señalización y numeración.

Se deberán numerar los apoyos como indica la norma, esta numeración está entregada por el director de obra, esta numeración debe ser legible desde nivel de suelo.

Además de esto, todos los apoyos deben de tener una señalización contra el riesgo eléctrico, esta señalización debe ser visible desde el suelo, pero a una altura suficiente que no permita que sea quitada desde el mismo.

2.3 Materiales.

- Respecto a la adquisición de materiales.

Como ya se mencionó anteriormente, solo podrán utilizarse materiales aceptados por el director de obra, si el director de obra considera que es necesario hacer más ensayos o análisis, se realizarán a pesar de no estar incluidos en el pliego.

- Respecto a los herrajes.

Serán de un modelo y tipo que cumpla con todas las especificaciones y normativas mencionadas a lo largo del proyecto. Todos ellos deberán estar galvanizados.

- Respecto a los apoyos.

Los apoyos metálicos deberán estar formados por partes laminadas de acero, seleccionados para cumplir con todas las especificaciones y normas ya mencionados con anterioridad en el pliego y normativas.

- Respecto a aisladores y conductores.

Los aisladores deberán cumplir con las especificaciones dadas en el conjunto de normativas y recomendaciones recogidas a lo largo del proyecto.

Los conductores deberán seguir la recomendación UNESA 3.403-E y con el resto de normativas y recomendaciones ya especificadas.

2.4 Condiciones respecto a la recepción de la obra.

Tanto durante como una vez acabada la obra, el director de obra podrá realizar verificaciones para asegurarse que los trabajos que están o han sido realizados cumplen con

todo lo visto a lo largo del proyecto. Esta verificación debe realizarse por cuenta del contratista.

Otra cosa que debe de medirse una vez acaba la obra ha de ser la puesta a tierra, así como las pruebas de aislamiento.

El director de obra debe constatar por escrito al contratista comunicándole su aprobación y conformidad con respecto a la instalación de todo esto mencionado.

3 Pliego de condiciones respecto a la Línea Subterránea.

6. Objetivo del pliego y donde se aplica.

Los puntos de este pliego se aplicarán a todo el suministro de materiales, instalación de los mismos, de las redes de media y baja tensión subterráneas.

Este pliego nos indica las condiciones que han de verse cumplidas para la ejecución de las obras de las líneas subterráneas.

3.2 Ejecución de la línea subterránea.

- Con respecto al trazado de la línea y apertura de zanjas.

Se deberá, en medida de lo posible, realizar el trazado de la línea subterránea en terreno público, como bajo aceras o carreteras.

También deberán evitarse los ángulos elevados, siendo el trazado lo menos curvo posible.

Previo a comenzar el trabajo, se deberá marcar en el terreno los lugares donde se ubicarán las zanjas, marcando su longitud y anchura, se habrán de marcar también otras acometidas para evitar mayores problemas. Además, se harán calas de reconocimiento para confirmar que el trazado es el correcto.

Se deberá realizar todo este proceso respecto a las normativas municipales y se deberán usar las protecciones necesarias para asegurar la seguridad del proceso.

Durante el proceso de apertura, las zanjas han de ser verticales, de la profundidad ya calculada. En caso de ser posible se dejará un espacio de cincuenta centímetros entre la zanja y el lugar donde se acumulan las tierras extraídas.

- Con respecto a la canalización.

Si el cable va en parte o por completo de su recorrido en un tubo, este deberá de ser de superficie interna lisa, siendo su diámetro interior no inferior a 1,6 veces el diámetro del conductor.

Estos deberán estar hormigonados en todo su recorrido o con las uniones recibidas con cemento, si esto es así el nivelado de la zanja deberá ser realizado con sumo cuidado.

Se deberán evitar en medida de lo posible acumulaciones de agua o distintos gases, esto se puede lograr mediante el uso de pozos de escape.

Si se dan tramos rectos, cada veinte metros se dejarán zonas abiertas para realizar el tendido de manera más sencilla con posterioridad, estas zonas se taparán una vez realizado el tendido.

- Con respecto al transporte de las bobinas de conductor.

Se deberá hacer en el medio de transporte adecuado tanto la carga como la descarga, realizando la descarga mediante una barra que pase por el orificio central de la bobina.

No se deberá contener la bobina con cuerdas, cables o cadenas, así mismo no se puede dejar caer la bobina desde el vehículo de transporte.

Al igual que no indicado anteriormente, si se rueda la bobina deberá hacerse con las condiciones mencionadas anteriormente.

Si el tendido es en un terreno con pendiente, este se hará en sentido descendente para facilitar su tendido. Durante el tendido la bobina estará en alto con una barra pasando por su orificio central y soportes adecuados para mantenerla en esta posición.

- Respecto al tendido de cables.

Al igual que en el tendido aéreo, debe ser realizado con sumo cuidado para evitar cualquier tipo de daño y deformación en el conductor, además se ha de tener en cuenta que el radio de diámetro del conductor no puede ser más de veinte veces su diámetro una vez ha sido completada la instalación.

Si los cables son tendidos de manera manual los operarios se han de posicionar de manera uniforme en todo el trayecto del tendido.

Obligatoriamente deben usarse rodillos para realizar el tendido, de esta manera no se dañará el conductor durante estas operaciones, tomando además precauciones para evitar golpes, torsiones y cualquier esfuerzo importante.

En zonas frías deberá tenerse en cuenta que por debajo de cero grados el aislante se vuelve muy rígido, por lo que no se permitirá el tendido por debajo de estas temperaturas.

Durante las operaciones de tendido también se realizarán revisiones a lo largo de toda la zanja, observando y limpiando la zanja en caso de que se encuentren piedras o similares en el trayecto, para evitar daños.

- Con respecto a protecciones, señalizaciones e identificación.

Este tipo de líneas, deben estar aseguradas contra los posibles hundimientos de tierras, desprendimientos y golpes de cuerpos duros, o choques, para esto se requerirá del uso de protecciones ya mencionadas con anterioridad en puntos previos.

En lo conforme a la señalización, los conductores deben estar señalizados de acuerdo a la recomendación UNESA 0205, con una cinta para su fácil visualización.

Si hubiera varios conductores distintos superpuestos, se habría de identificar cada uno de ellos.

Además de estas identificaciones, se debe especificar el año de fabricación, sus características y quien fabricó dicho conductor.

- Con respecto a cierre de zanjas.

Una vez se ha realizado el tendido y la posterior identificación y señalización, se hará el relleno de las zanjas, esto se hará con la misma tierra de la propia excavación, apisonándola sobre los huecos. Los primeros centímetros deben realizarse de manera manual.

Cada capa del apisonado debe tener un espesor de unos diez centímetros, y posteriormente, en caso necesario debido al tipo de terreno, ser humedecidas.

El material sobrante será trasportado a vertederos en caso de ser necesario.

- Con respecto a las puestas a tierra.

Se deberán realizar puestas a tierra al menos en los extremos del conductor de las líneas subterráneas.

Si los cables son unipolares o las pantallas están aisladas con una cubierta no metálica, solo será necesario una puesta a tierra en uno de los extremos.

- Con respecto a las tensiones trasferidas a M.T.

En el caso de que ocurra un fallo a tierra lejano a las protecciones y para evitar posibles peligros provenientes de esto, las pantallas se colocarán cada cuarenta o cincuenta metros de separación entre ellas.

- Con respecto a montajes diversos.

Se deberán seguir las instrucciones y normas de montaje de los distintos herrajes, cajas de terminales etc, las uniones de M.T. de las cajas de terminales a seccionadores o interruptores, se deberán de usar vanos cortos para evitar grandes esfuerzos que puedan provocar cortocircuitos entre las distintas fases.

3.3 Materiales.

Todos los materiales deberán de ser entregados por el director de obra al contratista salvo que se indique lo contrario en el propio pliego de condiciones particulares.

Nuevamente no se deberán usar materiales que no hayan sido aprobados por el director de obra.

Al igual que en las líneas aéreas se realizarán los ensayos y pruebas que el director de obra considere oportuno, aunque estos no vengan en el propio pliego de condiciones.

Todos los materiales deberán cumplir con todas las normativas y recomendaciones UNESA y normas UNE ya mencionadas con anterioridad en el proyecto.

3.4 Condiciones respecto a la recepción de la obra.

Se deberá realizar una verificación posterior a la finalización de la obra, al igual que en la línea aérea, esta correrá a cargo del contratista y deberá ser aprobada por el director de la obra.

Una vez hecho esto se realizará la recepción de la obra, en la cual se incluirá la medición de conductividad, resistencia y pruebas de aislamiento tanto de las tomas de tierra como de los conductores.

Nuevamente esto deberá ser firmado por el director de obra y el contratista y se realizará un duplicado de la misma.

BIBLIOGRAFIA

La bibliografía utilizada en la realización de este proyecto ha sido la siguiente:

- Mapas.
 - <http://www.viesgodistribucion.com>
 - <http://www.mapas.cantabria.es>
 - <https://www.ign.es/iberpix2/visor/>

- Conductores.
 - https://www.imedexsa.es/wp-content/uploads/2019/07/CATALOGO-GENERAL_2012.pdf
 - http://www.centercable.com/doc/CC/CABLE_ALUMINIO_ACERO_LA110_038022.pdf
 - [http://www.cabletelandalucia.com/assets/rhz1-\(s\)-al-top-cable.pdf](http://www.cabletelandalucia.com/assets/rhz1-(s)-al-top-cable.pdf)

- Normativa.
 - Normas técnicas de la empresa distribuidora local.
 - Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas suplementarias ITC-LAT 01 a 09 (Real Decreto 223/08, 15 de febrero).
 - Real Decreto 1995/2000 de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimiento de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
 - Normalización Nacional. (Normal UNE)
 - Reglamento de Líneas de Alta Tensión.
 - Sistemas de Puestas a Tierra en instalaciones de alta tensión.
 - Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.

- Otros.
 - Proyectos tipo Iberdrola.
 - Proyectos tipo Viesgo.