



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)

GRADO EN INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

ESPECIALIDAD ELÉCTRICA

**LÍNEA DE 220kV DE DOBLE CIRCUITO ENTRE LAS
SUBESTACIONES 1 Y 2 DE RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA EN
CÓRDOBA**

Autor: Juan Nozaleda Pastor

Director: Pablo Mercado Bautista

Madrid
Junio 2014

Autorizada la entrega del proyecto del alumno:

Juan Nozaleda Pastor



Autoriza la entrega del proyecto cuya información no es de carácter confidencial

EL DIRECTOR DEL PROYECTO:

Pablo Mercado Bautista

Fdo.:

Fecha 11/6/2014



VºBº del Coordinador de Proyectos

Fernando de Cuadra

Fdo.:

Fecha 11/6/2014



AGRADECIMIENTOS

Aprovecho la oportunidad para agradecer a todas las personas que me han apoyado durante estos años.

En primer lugar a mis padres, a quienes se lo debo todo y me han apoyado, junto con mis hermanos, desde el principio en este reto; tanto en los buenos como en los malos momentos.

A Pablo, mi director de proyecto, por ofrecerme la oportunidad de hacer este proyecto tan propio de la especialidad eléctrica y que me permite culminar el grado con la posibilidad de entrar en el mundo laboral.

A Alejandra, que siempre ha estado ahí, incluso cuando las cosas se ponían difíciles y me ha animado sin dudar.

A mis compañeros y amigos, que siempre consiguen que todo sea mucho más fácil de llevar por imposible que parezca.

Doy gracias a Dios por estar aquí.

LÍNEA DE ALTA TENSIÓN DE 220kV DOBLE CIRCUITO ENTRE LAS SUBESTACIONES 1 Y 2 EN CÓRDOBA

Autor: Nozaleda Pastor, Juan

Coordinador: Mercado Bautista, Pablo

RESUMEN DEL PROYECTO

El sistema eléctrico de potencia es el conjunto de elementos que tienen la capacidad de generar, transportar, distribuir y consumir la energía eléctrica; bajo criterios establecidos de seguridad, fiabilidad, y eficacia económica; todo ello sometido a leyes físicas precisas.

En la actualidad, la energía no se puede almacenar a gran escala. De modo que la cantidad de energía generada debe ser igual a la cantidad de energía consumida, en todo momento.

Normalmente, las centrales de generación están alejadas de los grandes centros de consumo, por lo que es necesario crear líneas de tensión que comuniquen generación y consumo; y centros de transformación que aumenten o reduzcan la tensión para reducir pérdidas.

El resultado de esto, es la infraestructura del sistema eléctrico de potencia, formada por distintos tipos de centrales, subestaciones y redes. En concreto, con motivo del aumento de la demanda, se hace necesaria una mejora de la fiabilidad de la red de transporte. Es por ello que se ha diseñado la presente línea en el municipio de Torrecampo, entre las subestaciones 1 y 2.

Dicha línea consta de dos tramos, uno aéreo y otro subterráneo:

Tramo aéreo:

La línea consta de tres alineaciones. Se encuentra en zona B ya que la altura está comprendida entre los 500 y los 1000 metros sobre el nivel del mar. La línea parte de la subestación 1, en Torrecampo, y finaliza en la subestación 2, cerca de Conquista, ambos municipios pertenecen a la provincia de Córdoba. La línea discurre por terreno rural, a pesar de ello, se ha optado por hacer un tramo subterráneo en las proximidades de la subestación 1 de cara a la posible expansión del municipio.

El trazado se ha diseñado respetando los requisitos medioambientales, tratando de evitar atravesar cualquier tipo de zona protegida, como los LIC's o las ZEPA's ; y las especificaciones técnicas que exige el RLAT.

Una vez decidido el trazado, se llevó a cabo un estudio topográfico mediante el cual se ha representado el perfil del terreno por el que va a discurrir la línea, con el objetivo de poder cumplir los anteriormente mencionados requisitos del RLAT.

El conductor elegido es LA-455 (Condor), el cable de guarda es un 48 fo, y los aisladores son E-120P-146

Los apoyos elegidos para la construcción de la línea son del fabricante Made Torres, en concreto los del tipo Gran Cóndor. Además se ha optado por elegir los tres tipos más altos, haciendo generalmente vanos largos salvo en los casos de cruzamientos con otras líneas, donde ha sido preciso reducir los vanos para poder cumplir con las distancias de seguridad, pues al tratarse de una línea de 220kV de nueva construcción, ésta debe ser la que pase por encima de todas las demás. El criterio determinante para situar los apoyos (y determinar sus alturas) ha sido el de la mínima distancia al suelo en el caso más desfavorable, en este caso la hipótesis de tracción máxima de hielo más viento, que es la que provoca la máxima flecha.

La cruceta instalada es la del tipo N1, que cumple en todos los casos las distancias de seguridad entre fases; fases y cables de guarda; y fases y partes puestas a tierra, que se exigen en el RLAT.

Tramo subterráneo:

El tramo subterráneo comienza en el apoyo 1 y va hasta la subestación 1 directamente enterrado en tresbolillo con conductor XLPE-AI-1000/220.

Las pantallas de los conductores irán puestas a tierra en ambos extremos, es decir, el conexionado de las pantallas será *Both-ends*. Este tipo de conexión tiene la ventaja de ser más simple y se ha escogido debido a la escasa longitud del tramo.

ABSTRACT

The electric power system is the join of different elements that have the ability of generating, transporting, distributing and consuming the electricity; under established safety, reliability and economic efficiency criteria; all subject to precise physical laws.

Currently, the energy can't be stored on large scale. Therefore, the quantity of energy produced has to be the same as the energy consumed, at every moment.

Typically, the generation power plants are far away from the big consumption points, so it is necessary to create electric lines that communicate generation and consumption; and transformation points that increase or decrease the voltage in order to reduce losses.

The result is the infrastructure of the electric power system, consisting on different types of generation plants, substations and networks. Specifically, due to the increase in demand, is necessary to improve the reliability of the transmission system. That is why it is designed this line in the town of Torrecampo, between substations 1 and 2.

The line consists of two sections, air section and underground section:

Air section:

The line consists of three alignments. It is located in B zone as the height is between 500 and 1000 meters above sea level. The line starts at substation 1, in Torrecampo, and ends at substation 2, near Conquista; both towns belong to province of Cordoba. The line runs through rural land, nevertheless, it has been decided to make underground section in the vicinity of the substation 1, facing the possible expansion of the village.

The layout has been designed in compliance with environmental requirements, trying to avoid crossing any protected area, such as IC's or ZEPA's; and the technical specifications required by RLAT.

The selected conductor is LA-455 (Condor), earth cable is 48 fo, and insulators are E-120P-146.

The chosen towers for the construction of the line belong to manufacturer MADE TORRES, specifically, the type Gran Condor. Furthermore the towers selected have been the three tallest kinds, doing generally large vains, except when crosses with other lines, where it has been needed to reduce the vains in order to accomplish the security distances, as the voltage of the line is 220kV, this one must be the one that overrides the other lines. The

criterion that allows us to locate the towers has been the one of minimum distance in the worst case, in this case, it has been the maximum traction of ice and wind.

The cross-piece installed is N1 type, that true in all cases with the security distances that require the RLAT.

Underground section:

The underground section starts at tower 1 and goes to substation 1 directly buried in trefoil disposition using XLPE-Al-1000/220 conductor.

The screen of conductors goes to earth using *Both-Ends* technique. The advantage of this technique is that is more simple and it has been chosen due to the short length.

Contenido

PARTE I MEMORIA	5
Capítulo 1 Introducción	6
1.1 Estudio de las tecnologías existentes	6
1.2 Motivación	6
1.3 Objetivos	6
1.4 Metodología	7
1.5 Recursos empleados	8
Capítulo 2 Descripción general	9
2.1 Descripción del trazado de la línea	9
2.2 Coordenadas de los apoyos	10
2.3 Descripción de la instalación	11
Capítulo 3 Cálculos	20
3.1 Cálculos eléctricos	20
3.1.3 Cálculos eléctricos totales de la línea	38
3.2 Cálculos mecánicos	40
3.3 Puesta a tierra	73
3.4 Cálculo de aisladores	75
3.5 Distancias de seguridad	77
3.6 Cálculo de herrajes	80
PARTE II PLANOS	81
Capítulo 1 Planos	82
PARTE III PLIEGO DE CONDICIONES	101
Capítulo 1 Línea aérea	102
1.1 Objeto y campo de aplicación	102
1.2 Replanteo y medición	102
1.3 Ejecución del trabajo	102
1.4 Materiales	114
1.5 Recepción de obra	115
Capítulo 2 Línea subterránea	117
2.1 Objeto y campo de aplicación	117

2.2 Replanteo y medición.....	117
2.3 Ejecución del trabajo.....	117
2.4 Materiales	125
2.5 Recepción de obra.....	125
Capítulo 3 Condiciones ambientales y de seguridad y salud	127
3.1 Condiciones ambientales	127
3.2 Condiciones de seguridad y salud	128
PARTE IV ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	129
Capítulo 1 Objeto	130
Capítulo 2 Datos de la obra	130
2.1 Descripción de los trabajos	130
Capítulo 3 Identificación de riesgos y análisis.....	131
3.5 Reuniones de seguridad en obra.....	143
3.6 Botiquín	144
3.7 Formación a los trabajadores.....	144
3.8 Paralización de los trabajos.....	145
3.9 Libro de incidencias.....	145
PARTE V PRESUPUESTO	147
Capítulo 1 Mediciones.....	148
1.1 Equipamiento eléctrico tramo aéreo	148
1.2 Equipamiento eléctrico tramo subterráneo.....	150
1.3 Ejecución del material de obra.....	151
Capítulo 2 Presupuestos.....	152
2.1 Maquinaria y equipamiento eléctrico	152
2.2 Ejecución material de la obra.....	153
2.3 Resumen presupuesto.....	154

PARTE I
MEMORIA

Capítulo 1 Introducción

1.1 Estudio de las tecnologías existentes

El sistema eléctrico de potencia es el conjunto de elementos que tienen la capacidad de generar, transportar, distribuir y consumir la energía eléctrica; bajo criterios establecidos de seguridad, fiabilidad, y eficacia económica; todo ello sometido a leyes físicas precisas.

En la actualidad, la energía no se puede almacenar a gran escala. De modo que la cantidad de energía generada debe ser igual a la cantidad de energía consumida, en todo momento.

Normalmente, las centrales de generación están alejadas de los grandes centros de consumo, por lo que es necesario crear líneas de tensión que comuniquen generación y consumo; y centros de transformación que aumenten o reduzcan la tensión para reducir pérdidas.

El resultado de esto, es la infraestructura del sistema eléctrico de potencia, formada por distintos tipos de centrales, subestaciones y redes. En concreto, la línea que se diseña en este proyecto pertenece a la red de transporte; una red en alta tensión, mallada, fiable, segura, que garantiza la calidad y continuidad del suministro.

Los conductores y sus elementos de soporte son los principales componentes que constituyen una línea y ambos elementos están expuestos a las condiciones del medio, por ello será necesario calcular las estructuras para que aguanten ante las situaciones más desfavorables.

1.2 Motivación

La principal motivación del presente proyecto es conseguir una red nacional mallada que sea más fiable y pueda hacer frente a cualquier imprevisto o falta.

1.3 Objetivos

El objetivo del presente proyecto es describir y analizar las características más significativas, desde el punto de vista eléctrico y mecánico, de la línea de 220kV, situada en la

provincia de Córdoba, que va desde la subestación 1 de Red Eléctrica de España, hasta la subestación 2 de Red Eléctrica de España, ambas en la población de Torrecampo.

El diseño de dicha línea se ve condicionado por el Reglamento de Línea de Alta tensión y por los requisitos impuestos en el enunciado del proyecto:

- Tensión: 220kV
- Número de circuitos: Dos
- Número de subconductores: Uno
- Longitud tramo aéreo: 10km aproximadamente.
- Longitud tramo subterráneo: 2km aproximadamente

De modo que a la hora de realizar el proyecto, los objetivos serán:

- Elección del trazado de la línea: tras un estudio de la zona (medioambiental y topográfico) se realizará el trazado que cumpla los mejores requisitos medioambientales y técnicos.
- Implantación de apoyos: cuya situación será el resultado de un cálculo iterativo en el que las restricciones son las distancias al suelo así como la cantidad de apoyos.
- Cálculo mecánico de conductores: se diseñará la línea según las máximas tracciones admisibles.
- Cálculo eléctrico de conductores: se calcularán los parámetros fundamentales tanto del tramo aéreo como del tramo subterráneo.
- Cálculo mecánico de apoyos y cimentaciones: se elegirán los apoyos y cimentaciones adecuados para soportar las cargas en las condiciones impuestas por el RLAT.
- Puestas a tierra
- Planos
- Presupuesto: que recogerá los gastos exclusivamente de los materiales necesarios para el montaje de la línea.
- Pliego de condiciones

1.4 Metodología

Desde el inicio del proyecto ha ido habiendo reuniones semanales con el director del proyecto para resolver las dudas que surgieran.

1.5 Recursos empleados

Para la realización del proyecto ha sido necesario un estudio previo de la zona, que se ha realizado a través de:

- Estudio ambiental: se han descargado los documentos de LIC's y ZEPA's de una página del gobierno con el fin de evitar atravesar las zonas protegidas.
- Estudio topográfico: desde otra página del gobierno (www.ign.es/PNOA) se han descargado los documentos necesarios para analizar el perfil del terreno por el que discurre la línea. Dichos documentos son MTN 05.

Para realizar ambos estudios ha sido preciso el uso de un programa llamado gvSIG que permite exportar los archivos a AutoCAD, programa con el cual se han realizado los planos del presente proyecto. En concreto, se han descargado en el gvSIG los archivos catastrales y el Raster 25000 de www.ign.es y a continuación se exportaron a AutoCAD.

Como se ha mencionado anteriormente, también ha sido necesario el RLAT, que marca las pautas para realizar el proyecto.

Para la realización de los cálculos se ha utilizado el programa Excel, que ha permitido introducir modificaciones en dichos cálculos sin necesidad de repetir todo.

Para realizar el estudio del tramo subterráneo se ha usado el "Proyecto tipo de líneas de alta tensión de Unión Fenosa"

Capítulo 2 Descripción general

2.1 Descripción del trazado de la línea

La línea de 220 kV del presente proyecto consta de un tramo aéreo cuya longitud es de 8419,86 metros y de un tramo subterráneo cuya longitud es de 602,37 metros; resultando una línea con una longitud total de 9022,23 metros que discurre por terreno rural del municipio de Torrecampo, en Córdoba.

A continuación se muestran los cruzamientos que existen a lo largo de la línea:

Nº alineación	Apoyo inicial	Apoyo final	Longitud [m]	Cruzamiento
1	1	2	225,32	línea 66kV
1	3	4	135,55	línea 66kV
2	5	6	211,2	línea 66kV
3	9	10	231,85	línea 66kV
3	21	22	123,98	línea 220kV

2.2 Coordenadas de los apoyos

Las coordenadas UTM de los apoyos a instalar en la línea en el sistema geodésico de referencia ETRS89 son:

Nº Apoyo	Tipo	Xutm	Yutm	Z
1	Gran Cóndor	357.780,2345	4.259.133,0442	523,09
2	Cóndor 7000	358.218,9590	4.259.236,5629	511,45
3	Cóndor 5000	358.535,2337	4.259.311,1891	541,85
4	Cóndor 27000	358.821,6054	4.259.378,7596	536,02
5	Cóndor 7000	359.152,4406	4.259.236,5608	555,18
6	Cóndor 7000	359.540,3933	4.259.069,8118	561,27
7	Cóndor 7000	359.811,8295	4.258.953,1438	538,41
8	Cóndor 18000	360.187,7400	4.258.791,5708	537,09
9	Cóndor 7000	360.461,2246	4.258.558,5060	550,89
10	Cóndor 7000	360.814,1543	4.258.257,7378	559,84
11	Cóndor 7000	361.126,4626	4.257.991,5873	543,95
12	Cóndor 7000	361.387,7710	4.257.768,8992	550,17
13	Cóndor 7000	361.834,4427	4.257.388,2435	585,16
14	Cóndor 7000	362.064,7311	4.257.191,9908	591,73
15	Cóndor 7000	362.384,5076	4.256.919,4758	569,12
16	Cóndor 7000	362.709,4999	4.256.642,5160	569,55
17	Cóndor 7000	363.053,7678	4.256.349,1293	584,84
18	Cóndor 9000	363.462,0756	4.256.001,1676	616,77
19	Cóndor 7000	363.874,4450	4.255.649,7446	627,85
20	Cóndor 7000	364.234,8097	4.255.342,6403	640,70
21	Cóndor 5000	364.462,7130	4.255.148,4200	639,07
22	Cóndor 33000	364.650,0649	4.254.988,7579	642,87

2.3 Descripción de la instalación

La instalación queda definida por las siguientes características:

2.3.1 Tramo aéreo

2.3.1.1 Características generales

Sistema.....	Corriente alterna trifásica
Frecuencia [Hz].....	50
Tensión nominal [kV].....	220
Tensión más elevada de la red [kV].....	245
Categoría.....	Especial
Nº de circuitos.....	2
Nº de conductores aéreos por fase.....	1
Tipo de conductor aéreo.....	LA-455
Tipo de cable de guarda.....	48 fo
Potencia máxima de transporte por circuito aéreo [MVA].....	307
Número de apoyos.....	22
Longitud [km].....	8,42
Zona de aplicación.....	Zonza B
Tipo de aislamiento.....	Vidrio
Cimentaciones.....	Fraccionadas
Puesta a tierra.....	Anillo/difusión
Nº de apoyos suspensión.....	18
Nº de apoyos ángulo.....	3
Nº de apoyos fin de línea.....	2

2.3.1.2 Características de los materiales

2.3.1.2.1 Conductores

El conductor aéreo empleado consiste en un cable formado por hilos concéntricos de aluminio con alma de acero con las siguientes características:

Tipo.....	LA-455
Material.....	Acero-Aluminio
Diámetro completo [mm].....	27,72
Sección total [mm ²].....	454,5
Masa [kg/m].....	457
Carga de rotura [N].....	129400
Módulo de elasticidad [kg/ mm ²].....	6700
Coefficiente de dilatación lineal [°C ⁻¹].....	1,95·10 ⁻⁵
Resistencia eléctrica a 20°C en DC [Ω/km].....	0,07191
Intensidad nominal [A].....	800

2.3.1.2.2 Cable de guarda

Se ha empleado un cable de guarda con fibra óptica cuya función primaria es la de proteger la línea aérea frente a descargas atmosféricas, garantizando una disipación eficaz de las corrientes de cortocircuito. Sus características son las siguientes:

Tipo.....	OPGW 48
Material.....	Acero galvanizado-Aluminio
Diámetro completo [mm].....	15
Sección total [mm ²].....	120,2
Masa [kg/km].....	476
Carga de rotura [N].....	61000

Módulo de elasticidad [N/ mm ²]	80100
Coefficiente de dilatación lineal [°K ⁻¹]	18,2·10 ⁻⁶
Resistencia eléctrica a 20°C en DC [Ω/km]	0,323
Intensidad nominal [A]	800

2.3.1.3 Aisladores

Los aisladores se instalan entre el conductor desnudo y las partes del apoyo puestas a tierra, con el objetivo de fijar los conductores mecánicamente al apoyo a la vez que aíslan el circuito, cumpliendo las normas UNE 21 114 y UNE 21 124.

Se ha optado por instalar aisladores de vidrio templado por la gran resistencia que ofrecen así como por el bajo envejecimiento de los mismos.

2.3.1.4 Herrajes

Su principal misión es la fijación tanto del aislamiento al apoyo, como de del aislamiento al conductor. En el caso de la presente línea serán de hierro forjado galvanizado en caliente y estarán protegidos contra la corrosión. Además, cumplirán lo indicado en la norma UNE 21 006.

2.3.1.5 Apoyos

Los apoyos que se instalarán pertenecen al fabricante IMEDEXSA, y el tipo escogido varía según las solicitaciones de cada apoyo. En concreto se han escogido apoyos tipo Cóndor 5000/7000/9000/18000/33000 y Gran Cóndor ya que son los que más se ajusta tanto a los esfuerzos que sufrirán las cabezas, como a las alturas de seguridad requeridas por el reglamento en la ITC-07.

2.3.1.6 Cimentaciones

Las cimentaciones serán de hormigón en masa de tipo monobloque o fraccionadas de dimensiones variables dependiendo de los esfuerzos, y el tipo de fuste, tal y como marca el catálogo del fabricante.

2.3.1.7 Puesta a tierra

La puesta a tierra de los apoyos se realizará con electrodos de difusión vertical y/o con anillo cerrado alrededor del apoyo.

Para el cumplimiento reglamentario relativo a la tensión de contacto en apoyos frecuentados, el apoyo se recubrirá con placas aislantes o irá protegido por obra de fábrica de

ladrillo hasta una altura de 2,5 metros, de forma que se impida la escalada al apoyo, garantizando en cualquier caso la tensión de paso admisible. Así mismo, estas medidas hacen cumplir el apartado 2.4.2 de la ITC-07 del RLAT en cuanto a las medidas para dificultar la escalada por el apoyo.

Para identificar los apoyos en los que se deben garantizar los valores admisibles de tensión de contacto según el apartado 7.3.4.2 de la ITC-07, se establece la siguiente clasificación de apoyos según su ubicación:

- Apoyo frecuentado. Los situados en lugares de acceso público y donde la presencia de personas ajenas a la instalación eléctrica es frecuente: donde se espere que las personas se queden durante tiempo relativamente largo, algunas horas al día durante varias semanas, o por un tiempo corto pero muchas veces al día; sin incluir los lugares que se ocupan ocasionalmente como bosques, campo abierto, campos de labranza, etc.
- Apoyo no frecuentado. Los situados en lugares que no son de acceso público o donde el acceso de personas es poco frecuente.

2.3.1.8 Numeración y señalización

Todos los apoyos irán provistos de una placa de señalización en la que se indicará: el número de orden que le corresponda, el fabricante, la función, denominación según el fabricante y el año de fabricación.

La placa de señalización de “riesgo eléctrico” se colocará en el apoyo a una altura visible y legible desde el suelo, pero suficiente para que no pueda ser retirada desde el suelo (4 metros).

2.3.1.9 Amortiguadores

Se instalarán amortiguadores con el fin de proteger los conductores y otros componentes de los efectos perjudiciales que puedan ocasionar los fenómenos de vibración eólica.

En los cables de fase se instalarán uno por conductor y vano hasta 500 metros, y dos por conductor y vano en los mayores de 500 metros. Para el cable de tierra se instalarán dos por vano

2.3.2 Tramo subterráneo

2.3.2.1 Características generales

Sistema.....	Corriente alterna trifásica
Frecuencia [Hz].....	50
Tensión nominal [kV].....	220
Tensión más elevada de la red [kV].....	245
Nº de circuitos.....	2
Nº de conductores subterráneos por fase.....	1
Cable.....	XLPE-Al-1000/220
Potencia máxima de transporte por circuito [MVA].....	312,46
Tipo de canalización.....	Hormigonada bajo tubo
Longitud [m].....	602,37
Tipo de aislamiento.....	XLPE
Conexión de las pantallas.....	Both-ends

2.3.2.2 Descripción de la instalación

Según el apartado 4 de la ITC-06 del RLAT, para instalaciones con una tensión mayor a 30kV el proyectista determinará y justificará en cada caso las condiciones de la instalación y distancias. De modo que se ha optado por una instalación hormigonada bajo tubo de tal forma que los cables de cada terna irán posicionados en un plano vertical, con una separación de ejes de 0,5 metros.

Para ello será necesaria una excavación de 1250 mm de profundidad y 600 mm de anchura, resultando una profundidad mínima del cable superior de 0,97 metros. Además, la disposición se realizará de la siguiente manera:

- Los tubos irán hormigonados en todo el recorrido.
- Una vez formado el encofrado se rellenará la zanja con tierra procedente de la misma excavación si ésta reúne las condiciones exigidas por las normas, reglamentos y ordenanzas municipales correspondientes; o con tierra de aportación si fuese

necesario. En cualquier caso, será preciso lograr una compactación del 95% del Proctor Modificado.

- Se colocará una placa protectora a 1 metro de profundidad y una cinta de señalización de color amarillo a 350 mm de profundidad.

El paso aéreo subterráneo se llevará a cabo en el apoyo 1, hacia la subestación 1.

2.3.2.3 Características de los materiales

2.3.2.3.1 Conductores

Las características del conductor subterráneo son:

Material de conductor	Aluminio
Material de aislamiento	XLPE
Intensidad máxima admisible [A]	820
Sección de conductor [mm ²]	1000
Sección de la pantalla [mm ²]	185
Diámetro del conductor [mm]	37.9
Diámetro exterior del cable [mm]	104.9
Masa [kg/m]	10.7
Espesor aislamiento [mm]	23
Capacidad [μF/km]	0.19
Inductancia [mH/km]	0.39
Resistencia [Ω/km]	0.0291

2.3.2.3.2 Empalmes y terminales

Los empalmes y terminales de los conductores subterráneos se efectuarán siguiendo métodos que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento, utilizando los materiales adecuados y de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Las líneas se tenderán en tramos de la mayor longitud posible, de forma que el número de empalmes necesarios sea el mínimo.

Los empalmes y terminales no deberán disminuir en ningún caso las características eléctricas y mecánicas del cable.

2.3.2.3.3 Puesta a tierra

Habrà que conectar a tierra los siguientes elementos:

- Bastidores de los elementos de protección
- Apoyos y pararrayos autoválvulas, en el paso aéreo-subterráneo.
- Pantallas metálicas de los cables, empalmes y terminales, según el sistema de conexión elegido para cada caso, tal y como se indica en el apartado siguiente

2.3.2.3.4 Conexión de las pantallas de los cables

Los cables disponen de una pantalla sobre la que se inducen tensiones, por lo que es necesario un sistema de conexión de puesta a tierra. En el caso de la presente línea se ha optado por el sistema both-ends, ya que se trata de un tramo subterráneo de poca longitud.

Este método consiste en conectar las pantallas de los cables a tierra en ambos extremos de la línea y sus características son las siguientes:

- Sistema de conexión sencillo de bajo coste
- Régimen de servicio continuo, con bajas tensiones entre fases y a tierra; y con muy bajas tensiones inducidas en la pantalla.
- Pérdida de potencia en la pantalla y calentamiento del cable.

2.3.2.3.5 Disposición de la puesta a tierra

Los elementos que constituyen la puesta a tierra son:

- Elementos de conexión a tierra de las pantallas: Se realizará la conexión directa de las pantallas a tierra mediante un puente desmontable, con conductor de cobre de 185mm²
- Línea de tierra: Es el elemento que une el electrodo de puesta a tierra con los elementos que se desean poner a tierra. Consiste en un cable desnudo de cobre de 185mm²
- Electrodo de puesta a tierra: Los electrodos de puesta a tierra consistirán en picas de 2 metros de largo unidas por 4 metros de cable de cobre de 95mm² en cuyo punto medio se unirá mediante soldadura la línea de tierra.

2.3.2.3.6 Apoyo paso aéreo-subterráneo

En el apoyo de paso de aéreo a subterráneo se instalarán los terminales de cable aislado y los pararrayos-autoválvulas de cada una de las fases.

La conexión entre botella terminal y autoválvula siempre será lo más corta posible, y en ningún caso superará los 3 metros, situándose preferentemente la autoválvula entre la línea aérea y el terminal del cable.

Los cables irán grapados al apoyo, asegurando una distancia entre los puntos de fijación para evitar desplazamientos de los cables por efectos electromagnéticos o electrodinámicos.

Con el fin de evitar robos o manipulaciones, las cajas de seccionamiento se instalarán sobre el fuste de la torre a una altura superior o igual a 4 metros.

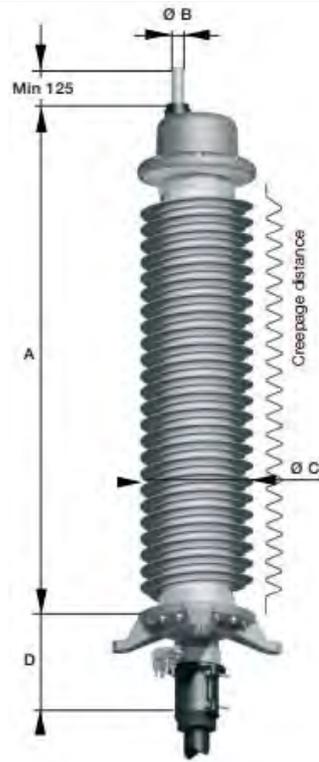
La puesta a tierra de los conductores subterráneos se realizará mediante una unión con la puesta a tierra de las autoválvulas, a partir de la cual, se continuará con un único cable de puesta a tierra.

Tanto los conductores subterráneos como los cables de puesta a tierra deberán estar protegidos desde el suelo hasta una altura de 2,10 metros mediante una envolvente de fábrica de ladrillo enfoscado en la cara exterior. Asimismo, se instalará una bandeja metálica de chapa galvanizada que cubrirá desde el final del ladrillo hasta una longitud de 2,40 metros.

2.3.2.3.7 Botellas terminales y autoválvulas

Las botellas terminales empleadas serán de la marca ABB, del tipo APECB 2456 P. Con este tipo de botellas terminales de composite se consigue la unión requerida entre el tramo aéreo y el tramo subterráneo.

Tensión más elevada [kV]	Tensión nominal [kV]	Distancia de fuga [mm]	Peso [kg]
245	220	9360	290

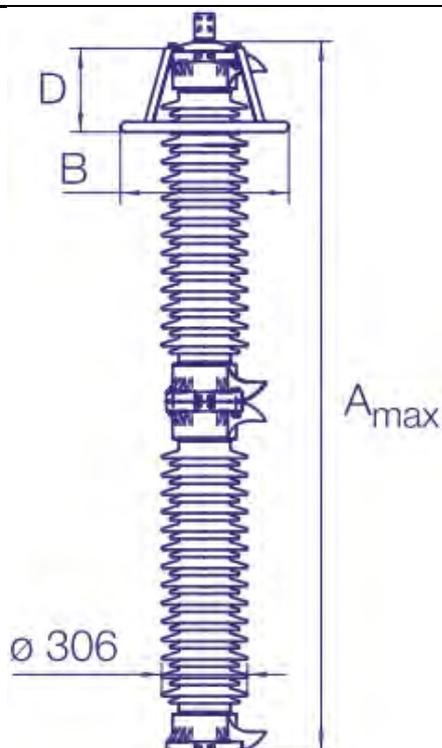


Dimensiones:

A [mm]	B [mm]	C [mm]	D [mm]
3030	40/50/54/60	490	235

Las autoválvulas serán también de la marca ABB, del tipo EXILIM Q. Cada unidad está formada por una envolvente de porcelana que contiene una sola columna de bloques de ZnO, que hace de resistencia variable con la tensión, de forma que ante una sobretensión atmosférica, conduzca la corriente hacia el suelo.

Tensión más elevada [kV]	Tensión nominal [kV]	Distancia de fuga [mm]	Peso [kg]
245	220	7717	270



Dimensiones:

A _{max} [mm]	B [mm]	C [mm]	D [mm]
2915	800	-	500

Aislamiento externo			
1.2/50ms en seco [kVpico]	50 Hz húmedo (60s) [kVrms]	60 Hz húmedo (10s) [kVrms]	25/2500ms en húmedo [kVpico]
1360	656	632	1078

Capítulo 3 Cálculos

3.1 Cálculos eléctricos

3.1.1 Cálculos eléctricos tramo aéreo

3.1.1.1 Características generales de la instalación

Tensión nominal [kV].....	220
Longitud del tramo aéreo [km]	8
Número de circuitos.....	2
Número de conductores por fase.....	1
Frecuencia [Hz].....	50
Zona.....	B

3.1.1.2 Características del conductor

Nombre		Cóndor	
		LA 455	
Sección	Aluminio [mm ²]	402,3	
	Acero [mm ²]	52,2	
	Total [mm ²]	454,5	
Composición	Aluminio	Número de alambres	54
		Diámetro [mm]	3,08
	Acero	Número de alambres	7
		Diámetro [mm]	3,08
Diámetro	Alma [mm]	9,24	
	Conductor [mm]	27,72	
Carga de rotura [N]		129400	
Resistencia eléctrica a 20°C DC [Ω /km]		0,07191	
Masa [kg/m]		457	
Módulo de elasticidad [kg/mm ²]		6700	
Coeficiente de dilatación lineal [$^{\circ}\text{C}^{-1} \cdot 10^{-5}$]		1,95	

Corriente nominal [A]	800
-----------------------	-----

3.1.1.3 Resistencia

El valor de la resistencia del conductor, por unidad de longitud y en función de la temperatura, se calcula:

$$R_{\theta} = R'_{\theta} \cdot (1 + y_s)$$

R_{θ} = Resistencia del conductor con corriente alterna a la temperatura $\theta^{\circ}\text{C}$ [Ω/km]

R'_{θ} = Resistencia del conductor con corriente continua a la temperatura $\theta^{\circ}\text{C}$ [Ω/km]

y_s = Factor de efecto pelicular

Como se aprecia en la ecuación, el valor de la resistencia en corriente alterna es mayor que en corriente continua. Esto se debe al efecto pelicular, el cual hace que haya unas densidades de corriente en la corona externa mayores que en interior del conductor.

El cálculo del factor de efecto pelicular se realiza según la teoría de Kelvin, siguiendo la ecuación:

$$y_s = \frac{x_s^4}{192 + (0,8 \cdot x_s^4)}$$

Donde

$$x_s^4 = \frac{8 \cdot \pi \cdot f \cdot 10^{-7}}{R'_{\theta}}$$

f= frecuencia (50Hz)

R'_{θ} = Resistencia del conductor con corriente continua a la temperatura $\theta^{\circ}\text{C}$ [Ω/km]

El valor de la resistencia por unidad de longitud en corriente continua a temperatura θ viene dado por la ecuación:

$$R'_{\theta} = R'_{20} \cdot [1 + \alpha_{20}(\theta - 20)]$$

R'_{θ} =Resistencia del conductor con corriente continua a la temperatura $\theta^{\circ}\text{C}$ [Ω/km]

R'_{20} =Resistencia del conductor con corriente continua a la temperatura 20°C [Ω/km]

α_{20} =Coeficiente de variación a 20°C de la resistividad en función de la temperatura [$^{\circ}\text{C}$]

En este caso se ha tomado α como $4 \cdot 10^{-3} (1/\text{K})$ al ser un conductor formado por aluminio-acero.

θ = Temperatura de servicio [$^{\circ}\text{C}$]

Teniendo en cuenta todo lo definido, y que el valor de la resistencia del conductor a 20°C en corriente continua es:

$$R'_{20} = 0.07191 \Omega/\text{km}$$

Se han obtenido los siguientes resultados:

Temperatura	R' [Ω/km]	x_s	y_s	R [Ω/km]
20	0.0719	0.0418033	1.59052E-08	0.0719100
50	0.0805	0.0395004	1.26796E-08	0.0805392
75	0.0877	0.0378469	1.06861E-08	0.0877302
85	0.0906	0.0372413	1.00184E-08	0.0906066

3.1.1.4 Reactancia

En un conductor recorrido por una corriente alterna y sinusoidal se crea una fuerza electromagnética proporcional a la velocidad de la variación de la corriente, cuyo efecto es el de originar la dificultad al paso de la corriente. Dicho efecto se cuantifica con la reactancia; la reactancia por kilómetro, X_k , se calcula:

$$X_k = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L_k$$

Donde L_k es el coeficiente de inducción mutua por kilómetro:

$$L_k = \frac{1}{m} \cdot \left(\frac{\mu}{2n} + 4,605 \cdot \log \frac{DMG}{r_{eq}} \right) \cdot 10^{-4}$$

L_k : Coeficiente de autoinducción por kilómetro [H/km]

μ : Permeabilidad magnética del conductor; $\mu=1$ en el caso de conductores de aluminio-acero

n : Número de conductores por fase

m : Número de circuitos

DMG: Distancia media geométrica entre ejes de fases [mm]

r_{eq} : Radio, o radio equivalente en el caso de más de un conductor por fase [mm]

La distancia media geométrica, DGM, depende de la cabeza del apoyo y se calcula de la siguiente forma en el caso de la presente línea:

$$DMG = \sqrt[3]{D_1 \cdot D_2 \cdot D_3}$$

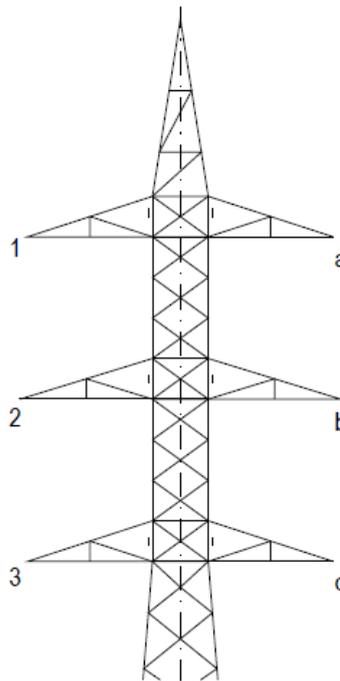
Donde:

$$D_1 = \frac{\sqrt[3]{d_{12} \cdot d_{1b} \cdot d_{13} \cdot d_{1c}}}{d_{1a}}$$

$$D_2 = \frac{\sqrt[3]{d_{21} \cdot d_{2a} \cdot d_{23} \cdot d_{2c}}}{d_{2b}}$$

$$D_3 = \frac{\sqrt[3]{d_{31} \cdot d_{3a} \cdot d_{32} \cdot d_{3b}}}{d_{3c}}$$

d_{jk} : representa las distancias entre los ejes de los conductores según la siguiente figura:



Con la configuración de la imagen anterior, se obtienen los siguientes resultados:

Cruceta	d12=d23 [mm]	d13=d2b [mm]	d1a=d3c [mm]	d1b=d2a=d2c=d3b [mm]	d1c=d3a [mm]
N1	5670.00	11200.00	9400.00	11723.91	14621.90

Cruceta	D1 [mm]	D2 [mm]	D3 [mm]	DMG [mm]	r[mm]
N1	11099.69	5935.23	11099.69	9009.20	13.86

Finalmente quedan unos valores de autoinducción y de reactancia para cada circuito:

Cruceta	Coefficiente de autoinducción [F/km]	Reactancia [Ω/km]
N1	0.010888	3.42

3.1.1.5 Conductancia

Si el aislamiento del conductor fuera perfecto, no habría corriente alguna entre los conductores y el apoyo. Al no ser perfecto, aparece esa corriente que circula por la superficie del aislador y con ella unas pérdidas. La conductancia por kilómetro, G_k , se calcula:

$$G_k = \frac{p}{U^2} \cdot 10^{-3}$$

p: Pérdida de potencia que se produciría en cada fase de la línea [kW/km].

Tiempo húmedo: p= de 1 a 3W

Tiempo seco: p= de 5 a 20W

U: Diferencia de potencial entre conductor y tierra [kV]

En la siguiente tabla se muestra la conductancia de la línea para cada circuito:

	Conductancia [μ S/km]	Conductancia [μ S]
Tiempo húmedo	6.19835E-08	5.21892E-07
Tiempo seco	4.13223E-07	3.48E-06

3.1.1.6 Capacidad

La capacidad por unidad de longitud viene dada por la expresión:

$$C_k = \frac{24,2}{\log \frac{DMG}{r_{eq}}} \cdot 10^{-7}$$

DMG: Distancia media geométrica

r_{eq} : Radio equivalente

La siguiente tabla muestra la capacidad de la línea para cada circuito según la cruceta empleada en la presente línea:

Cruceta	DMG [mm]	Capacidad [F/km]	Capacidad [F]
N1	9009.20	3.7363E-09	3.15E-08

3.1.1.7 Susceptancia

La susceptancia de una línea por unidad de longitud y por fase se calcula:

$$B_k = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C_k$$

f: Frecuencia de la red (50Hz)

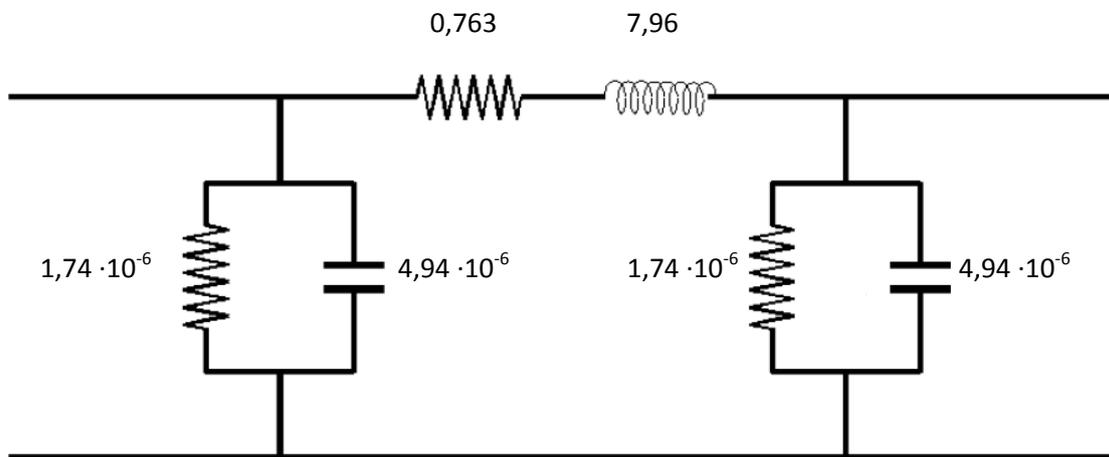
C_k : Capacidad por unidad de longitud [F/km]

En la siguiente tabla se muestra la susceptancia de la línea para cada circuito:

Cruceta	Susceptancia [S/km]	Susceptancia [S]
N1	1.17379E-06	9.88318E-06

3.1.1.8 Equivalente en π de la línea

A partir de los parámetros calculados anteriormente se puede establecer un modelo equivalente de la línea para su explotación en régimen permanente según se muestra en la figura:



3.1.1.9 Caída de tensión

La caída de tensión se calcula como:

$$\Delta U(\%) = \frac{P \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R + X \cdot \operatorname{tg} \varphi)$$

ΔU : Caída de tensión [%]

X: Reactancia por fase, por kilómetro [Ω /km]

R: Resistencia por fase, por kilómetro [Ω /km]

φ : Ángulo de fase

L: Longitud de la línea [km]

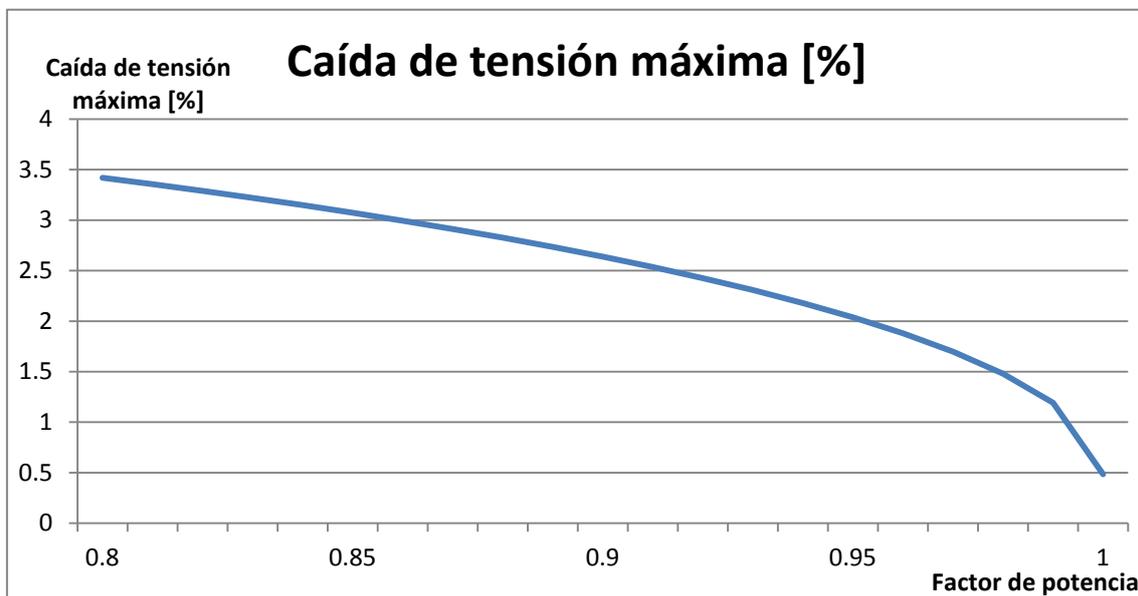
P: Potencia a transportar [kW]

U: Tensión nominal [kV]

A continuación se muestran los máximos valores (máxima potencia transmisible) de caída de tensión para distintos factores de potencia:

coseno	Caída de tensión máxima [%]
0.8	3.42
0.85	3.07
0.9	2.64
0.95	2.04
1	0.48

Gráficamente:



3.1.1.10 Potencia máxima de transporte

La potencia máxima de transporte se calcula como:

$$P = n \cdot \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{m\acute{a}x} \cdot \cos\varphi$$

n: Número de circuitos

$I_{m\acute{a}x}$: Intensidad máxima [A]

$\cos\varphi$: Factor de potencia

Donde la intensidad máxima se calcula a partir de la densidad de corriente máxima. La densidad máxima de corriente para cada conductor en régimen permanente de corriente

alterna y 50Hz se deduce a partir de la tabla 11 de densidades máximas de corriente del apartado 4.2.1 de la ITC-07 del RLAT.

En dicho apartado se indica que para conductores de aluminio-acero se debe tomar en la tabla el valor de la densidad de corriente correspondiente a su sección total como si fuera de aluminio, multiplicando el valor por un coeficiente de reducción que depende de la composición. En este caso, al tratarse de un LA-455, la composición es de 54 alambre de aluminio y 7 alambres de acero, por lo que el coeficiente es de 0,95.

La sección de la presente línea no se corresponde con ninguna de la que aparece en la mencionada tabla del RLAT, por lo que fue preciso interpolar, resultando una densidad final de:

$$\sigma_{Al-455} = 1,7746 A/mm^2$$

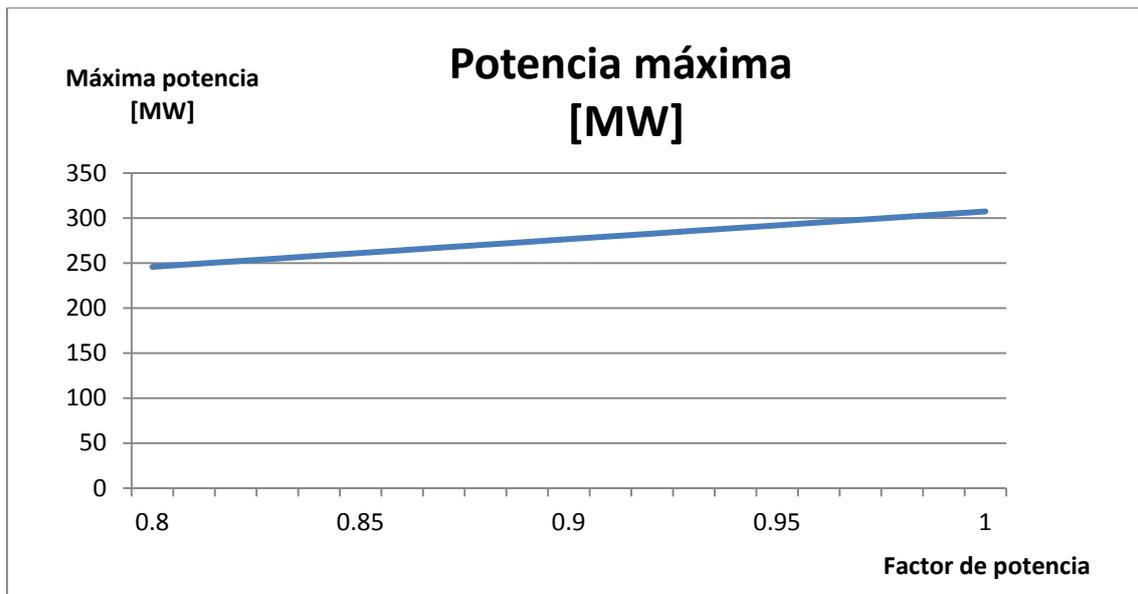
Una vez obtenida la densidad de corriente máxima, la máxima intensidad que puede circular por el cable se calcula como el producto de la sección del conductor por la densidad de corriente máxima:

$$I_{m\acute{a}x} = S \cdot \sigma_{m\acute{a}x} = 806,56 A$$

A continuación se muestra una tabla con la potencia máxima de transporte de cada circuito según el factor de potencia:

Factor de potencia	Potencia máxima [MW]
0.8	245.87
0.85	261.24
0.9	276.61
0.95	291.97
1	307.34

Gráficamente:



3.1.1.11 Efecto corona

Si un conductor de una línea eléctrica adquiere un potencial lo suficientemente elevado como para superar la rigidez dieléctrica del aire, éste pierde su capacidad aislante al quedar ionizado, pasando a conducir corrientes de fuga. Es decir, el aire se hace conductor y en casos de oscuridad, este efecto se puede apreciar visual y auditivamente.

Debido a esto, y a las pérdidas que se generan, hay que evitar este efecto, vigilando la tensión crítica disruptiva (tensión a la cual el gradiente del campo eléctrico es igual a la rigidez dieléctrica del aire), U_C :

$$U_C = \frac{29,8}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{3} \cdot m_C \cdot \delta \cdot m_t \cdot r_{eq} \cdot 2,302 \cdot \log \frac{DMG}{r_{eq}}$$

m_C : Coeficiente de rugosidad del conductor, cuyo valor es (0,83-0,87) para cables

m_t : Coeficiente de meteorológico, cuyo valor es:

$m_t=1$ para tiempo seco

$m_t=0,8$ para tiempo húmedo

r_{eq} : radio equivalente del conductor [cm]

δ : Factor de corrección de la densidad del aire:

$$\delta = \frac{3,921 \cdot h}{273 + \theta}$$

h : Presión barométrica en centímetros columna de mercurio

θ : Temperatura en grados centígrados, correspondiente a la altitud del punto que se considere

Para calcular la presión barométrica se recurre a la fórmula de Halley:

$$\log h = \log 76 - \frac{y}{18336}$$

En el caso de la presente línea, se ha empleado una altura de 518 por ser la más desfavorable, correspondiente al apoyo 2.

Operando:

$$\log h = \log 76 - \frac{518}{18336}$$

Resulta: $h=6,37$

El factor de corrección de la densidad del aire depende de la temperatura, por ello se ha calculado para las temperaturas extremas esperadas en la zona:

-Temperatura máxima: 40°C

-Temperatura mínima: -5°C

El factor de corrección de la densidad del aire resulta:

$$\delta_{m\acute{a}x} = \frac{3,921 \cdot 6,37}{273 + 40}$$

$$\delta_{m\acute{i}n} = \frac{3,921 \cdot 6,37}{273 - 5}$$

Las tensiones críticas disruptivas máxima y mínima para tiempo húmedo (pues es la condición más desfavorable) son las que se muestran en la siguiente tabla:

	40°C	-5°C
U_c	1940.34kV	2266.15kV

Como las tensiones esperadas son menores que las tensiones críticas disruptivas, no habrá efecto corona.

3.1.1.12 Pérdidas de potencia

Las pérdidas de potencia totales en una línea son la suma de las pérdidas debidas al efecto Joule y al efecto corona.

Como se ha demostrado anteriormente, el efecto corona depende de las condiciones climatológicas, de la tensión de la línea, de la altura sobre el nivel del mar, del conductor y de la configuración, y en este caso no afecta.

Las pérdidas de potencia debidas al efecto Joule se calculan a partir de la siguiente ecuación:

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

ΔP : Pérdidas de potencia respecto a la potencia a transportar [%]

R: Resistencia por fase, por kilómetro [Ω /km]

φ : Ángulo de fase

L: Longitud de la línea [km]

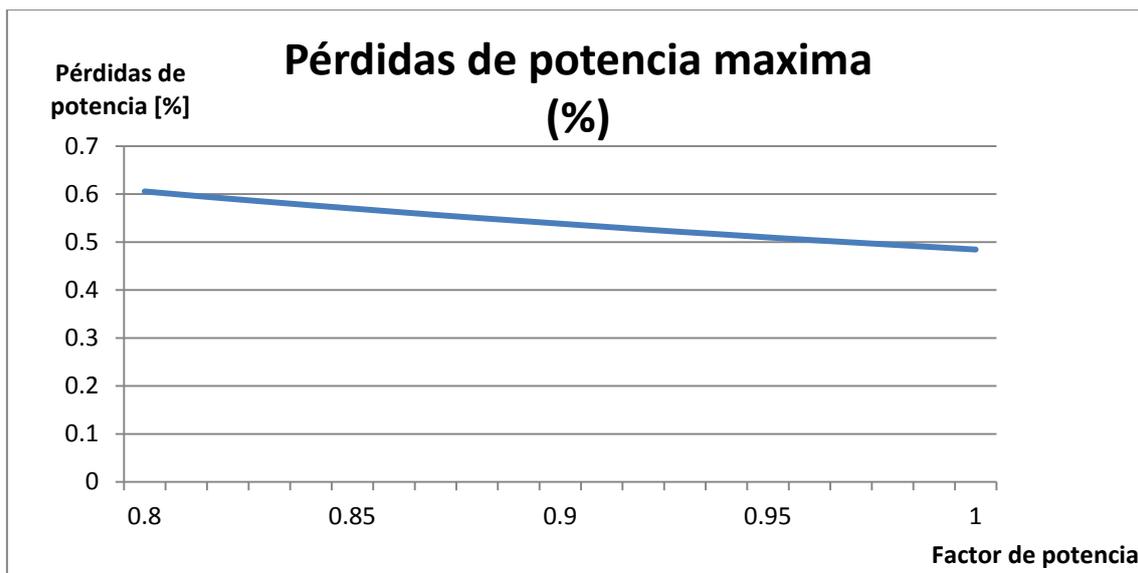
P: Potencia a transportar [kW]

U: Tensión nominal [kV]

A continuación se muestra una tabla con los distintos valores de las pérdidas de potencia según distintos valores del factor de potencia:

Factor de potencia	Pérdidas de potencia máxima (%)
0.8	0.605545851
0.85	0.569925507
0.9	0.538262979
0.95	0.509933348
1	0.484436681

Gráficamente:



3.1.2 Cálculos eléctricos tramo subterráneo

3.1.2.1 Características generales de la instalación

Tensión [kV]	220
Frecuencia [Hz]	50
Longitud [m]	602,37
Conexión pantallas	Both-ends
Circuitos	2
Configuración	Tresbolillo
Separación en ejes de fases	50 cm

3.1.2.2 Datos del cable

Material de conductor	Aluminio
Material de aislamiento	XLPE
Intensidad máxima admisible [A]	820
Sección de conductor [mm ²]	1000
Sección de la pantalla [mm ²]	185
Diámetro del conductor [mm]	37.9
Diámetro exterior del cable [mm]	104.9
Masa [kg/m]	10.7
Espesor aislamiento [mm]	23
Capacidad [μF/km]	0.19

Inductancia [mH/km]	0.39
Resistencia [Ω /km]	0.0291

3.1.2.3 Resistencia

El valor de la resistencia del conductor, por unidad de longitud y en función de la temperatura, se calcula:

$$R_{\theta} = R'_{\theta} \cdot (1 + y_s + y_p)$$

R_{θ} = Resistencia del conductor con corriente alterna a la temperatura $\theta^{\circ}\text{C}$ [Ω /km]

R'_{θ} = Resistencia del conductor con corriente continua a la temperatura $\theta^{\circ}\text{C}$ [Ω /km]

y_s = Factor de efecto pelicular

y_p = Factor de proximidad

El valor de la resistencia por unidad de longitud en corriente continua a temperatura θ viene dado por la ecuación:

$$R'_{\theta} = R'_{20} \cdot [1 + \alpha_{20}(\theta - 20)]$$

R'_{θ} =Resistencia del conductor con corriente continua a la temperatura $\theta^{\circ}\text{C}$ [Ω /km]

R'_{20} =Resistencia del conductor con corriente continua a la temperatura 20°C [Ω /km]

α_{20} =Coeficiente de variación a 20°C de la resistividad en función de la temperatura [$^{\circ}\text{C}$]

En este caso se ha tomado α como $4 \cdot 10^{-3} (1/\text{K})$ al ser un conductor formado por aluminio-acero.

θ = Temperatura de servicio [$^{\circ}\text{C}$]

Teniendo en cuenta todo lo definido, y que el valor de la resistencia del conductor a 20°C en corriente continua es:

$$R'_{20} = 0.0291 \Omega/\text{km}$$

Se han obtenido los siguientes resultados:

Temperatura	R' [Ω /km]	x_s	y_s	R [Ω /km]
20	0.0291	0.065714081	9.71253E-08	0.029100003
50	0.032592	0.06209397	7.74277E-08	0.032592003
75	0.035502	0.059494733	6.52549E-08	0.035502002
85	0.036666	0.058542756	6.11775E-08	0.036666002

3.1.2.4 Reactancia

En un conductor recorrido por una corriente alterna y sinusoidal se crea una fuerza electromagnética proporcional a la velocidad de la variación de la corriente, cuyo efecto es el

de originar la dificultad al paso de la corriente. Dicho efecto se cuantifica con la reactancia; la reactancia por kilómetro, X_k , se calcula:

$$X_k = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L_k$$

Donde L_k es el coeficiente de inducción mutua por kilómetro:

$$L_k = \left(0,5 + 2 \cdot \log \frac{2 \cdot D_m}{d} \right) \cdot 10^{-4}$$

L_k : Coeficiente de autoinducción por kilómetro [H/km]

B_m : Separación media geométrica entre fases [mm]

d : Diámetro del conductor [mm]

Siendo la inductancia 0.39mH/km, queda un valor de reactancia para cada circuito de:

$$X_k = 0,12246 \Omega/km$$

3.1.2.5 Capacidad

La capacidad por unidad de longitud viene dada por la expresión:

$$C_k = \frac{\varepsilon}{\log \frac{D_a}{d}} \cdot 10^{-7}$$

D_a : Diámetro exterior del aislamiento [mm]

d : Diámetro del conductor [mm]

ε : Permitividad relativa del aire, con valor 2,5

Finalmente resulta un valor de capacidad por fase, por kilómetro de:

$$C_k = 0,27 \mu F/km$$

3.1.2.6 Resistencias térmicas

Los diferentes elementos del cable y el medio exterior oponen una resistencia a la propagación del calor producido en el interior del cable por las pérdidas. Esta resistencia depende de la resistividad térmica de los distintos materiales y de los espesores de los mismos.

Para calcular estos valores de resistencia térmica se sigue el guión marcado en la Norma UNE 21144-2-1:1997.

Los valores de resistencia térmica entre el conductor y la pantalla (T1) y la de la cubierta exterior (T3) son propios de cada cable y dependen únicamente de las dimensiones

del cable y de la resistividad térmica del aislante o la cubierta. El valor de la resistencia térmica del medio exterior (T4) depende de la instalación realizada (al aire, directamente enterrada o bajo tubo) y de las características del terreno.

Para la presente línea se han obtenido los siguientes resultados:

T1 [Km/W]	T3 [Km/W]	T4 [Km/W]
3.5	0.13	2

3.1.2.7 Intensidad máxima admisible

La intensidad máxima admisible por un cable, es aquella que provoca el calentamiento del conductor hasta la temperatura máxima de trabajo en régimen permanente (90°C).

El conductor y su envolvente aislante se calientan debido al calor producido por:

- Pérdidas por efecto Joule en el conductor
- Pérdidas dieléctricas del aislante
- Pérdidas por efecto Joule debidas a la corriente por la pantalla

El calor producido en el conductor es evacuado a través de las distintas capas aislantes hasta la cubierta y transmitido al medio exterior.

El cálculo de la intensidad admisible se realiza aplicando el punto 1.4.1 de la Norma UNE 21144-1-1:1997, utilizando los valores de resistencia del conductor, pérdidas dieléctricas, y resistencia térmica calculados en los apartados anteriores.

Las condiciones normales de instalación son las siguientes:

Temperatura del suelo	25°C
Resistividad térmica del suelo	1Km/W
Temperatura del aire ambiente	40°C

La máxima intensidad admisible resulta 820 A

3.1.2.8 Potencia máxima

La máxima potencia e transporte se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$P_{m\acute{a}x} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{m\acute{a}x} \cdot \cos\varphi$$

U: Tensión de la línea [kV]

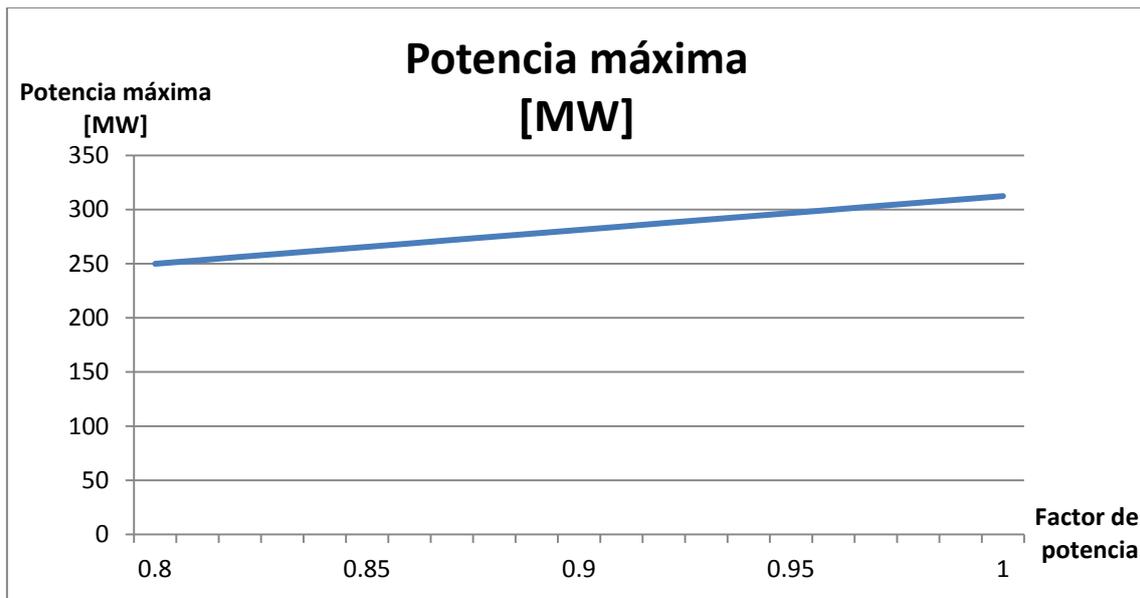
$I_{\text{máx}}$: Intensidad máxima admisible [kA]

$\text{Cos}\phi$: Factor de potencia

A continuación se muestra la máxima potencia de transporte según el factor de potencia:

Factor de potencia	Potencia máxima [MW]
0.8	249.970
0.85	265.593
0.9	281.216
0.95	296.839
1	312.462

Gráficamente:



3.1.2.9 Pérdidas de potencia

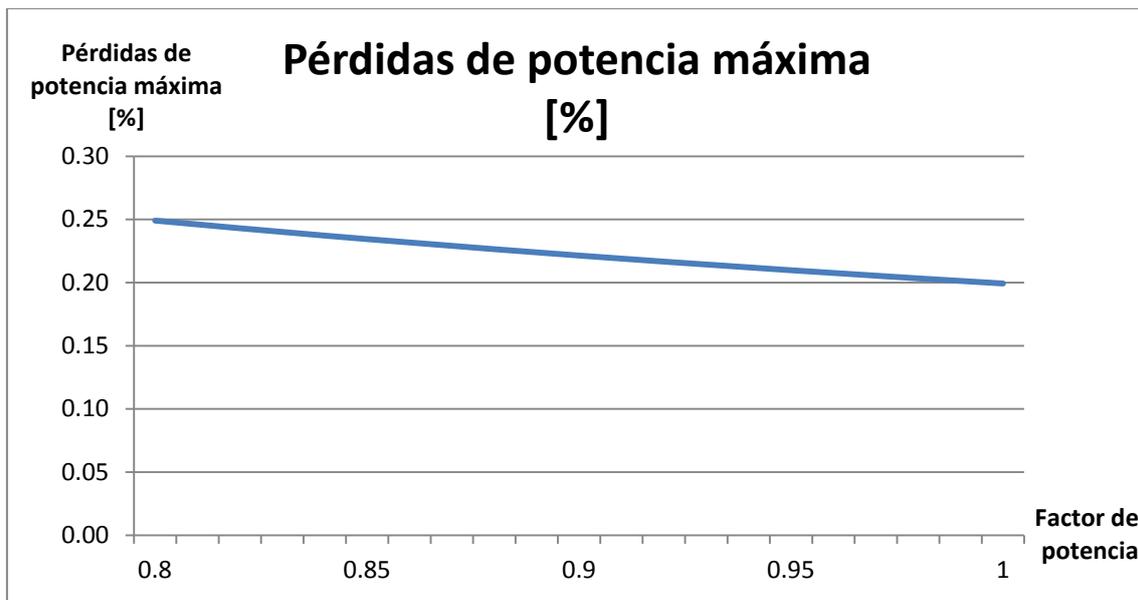
La pérdida de potencia activa que se da en una línea se calcula:

$$\Delta P\% = \frac{R \cdot (1 + \lambda)}{10 \cdot U^2 \cdot \cos\varphi} \cdot P \cdot L$$

Sustituyendo, obtenemos las pérdidas de potencia en función del factor de potencia, como se muestra en la siguiente tabla:

Factor de potencia	Pérdidas de potencia máxima (%)
0.8	0.249132418
0.85	0.23447757
0.9	0.221451038
0.95	0.20979572
1	0.199305934

Gráficamente:



3.1.2.10 Caída de tensión

La caída de tensión en función del factor de potencia se calcula:

$$\Delta U\% = \frac{\sqrt{(R \cdot (1 + \lambda))^2 + X_k^2}}{10 \cdot U^2 \cdot \cos\varphi} \cdot P \cdot L$$

ΔU : Caída de tensión en porcentaje

P: Potencia transportada [W]

R: Resistencia del conductor [Ω/km]

λ : Coeficiente de pérdidas en la pantalla

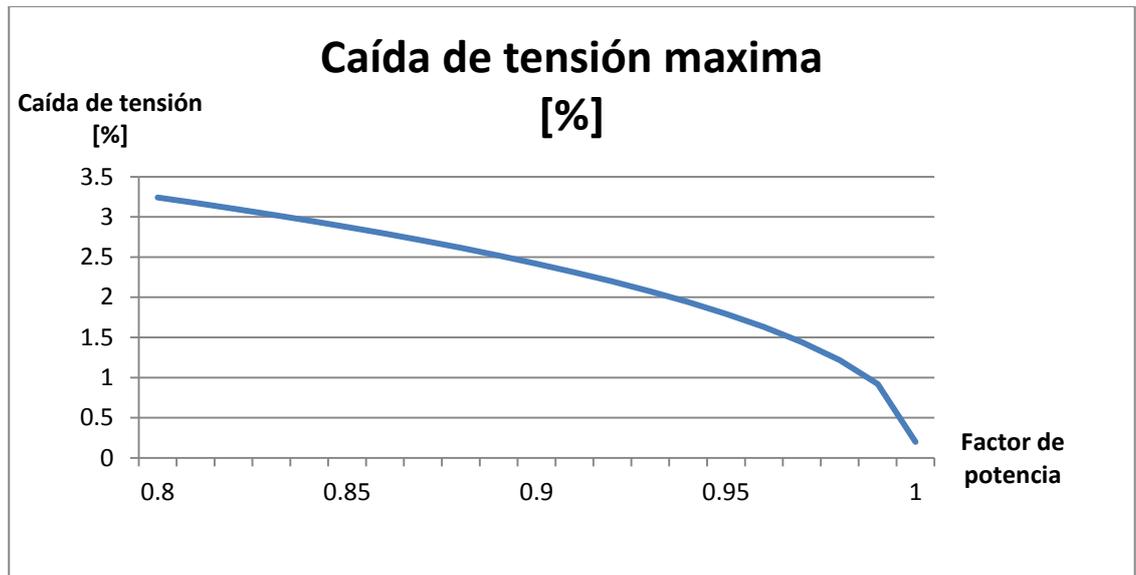
X_k : Reactancia inductiva de la línea [Ω/km]

L: Longitud de la línea [km]

Finalmente resulta:

Factor de potencia	Caída de tensión máxima [%]
0.8	3.241
0.85	2.875
0.9	2.418
0.95	1.793
1	0.199

Gráficamente:



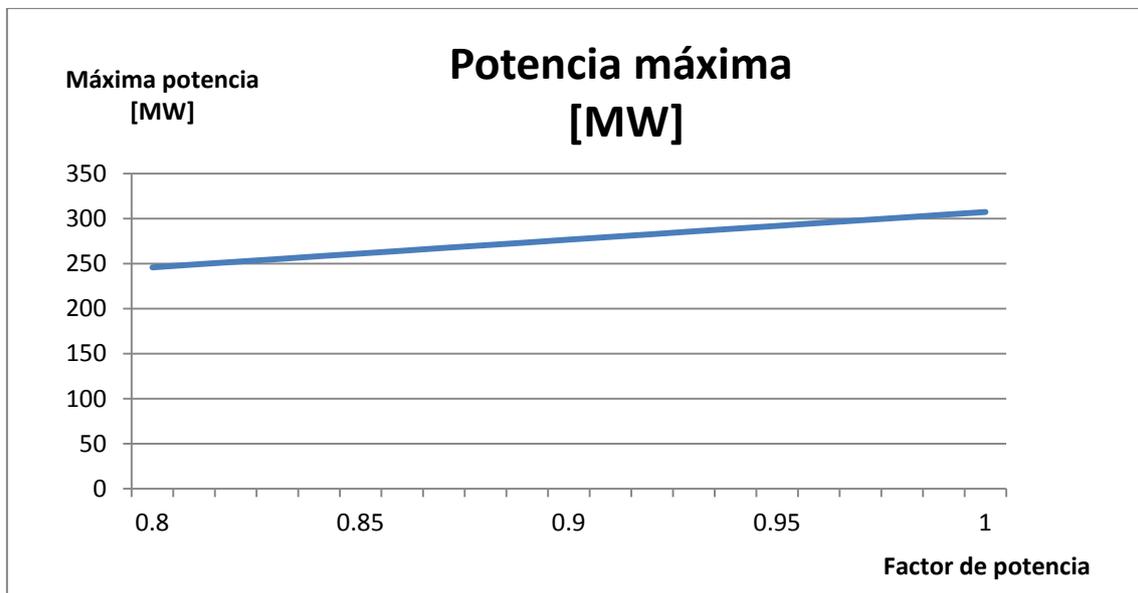
3.1.3 Cálculos eléctricos totales de la línea

3.1.3.1 Potencia máxima de transporte

Viene limitada por el tramo aéreo, de modo que la potencia máxima en función de factor de potencia será:

Factor de potencia	Potencia máxima [MW]
0.8	245.87
0.85	261.24
0.9	276.61
0.95	291.97
1	307.34

Gráficamente:

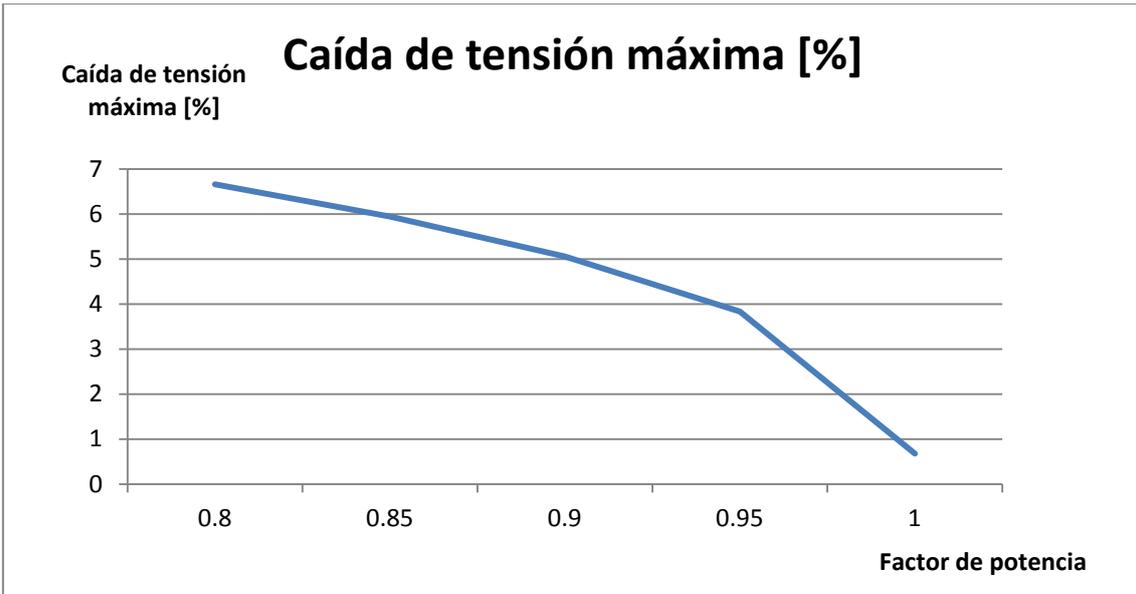


3.1.3.2 Caída de tensión

La caída de tensión total de la línea en función del factor de potencia es:

coseno	Caída de tensión máxima [%]
0.8	6.661
0.85	5.945
0.9	5.058
0.95	3.833
1	0.679

Gráficamente

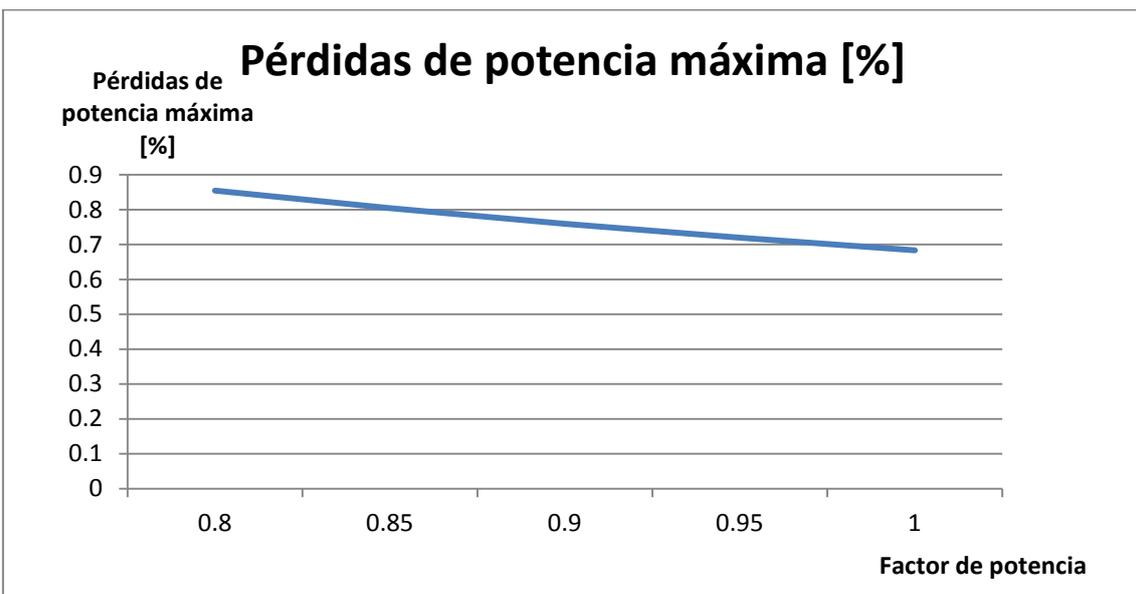


3.1.3.3 Pérdidas de potencia

Las pérdidas de potencia totales serán:

Factor de potencia	Pérdidas de potencia máxima (%)
0.8	0.8545
0.85	0.8042
0.9	0.7595
0.95	0.7195
1	0.6835

Gráficamente:



3.2 Cálculos mecánicos

3.2.1 Cálculo mecánico de cables

3.2.1.1 Características de la línea

Tensión nominal [kV]	220
Categoría	Especial
Zona de aplicación	B
Longitud tramo aéreo[km]	8,42
Velocidad del viento [km/h]	120-140
Longitud de la cadena de aisladores [mm]	2628
Masa de la cadena de aisladores [kg]	86,4
Circuitos	2
Subconductores	1

3.2.1.2 Características del conductor

Nombre		Cóndor	
		LA 455	
Sección	Aluminio [mm ²]	402,3	
	Acero [mm ²]	52,2	
	Total [mm ²]	454,5	
Composición	Aluminio	Número de alambres	54
		Diámetro [mm]	3,08
	Acero	Número de alambres	7
		Diámetro [mm]	3,08
Diámetro	Alma [mm]	9,24	
	Conductor [mm]	27,72	
Carga de rotura [N]		129400	
Resistencia eléctrica a 20°C DC		0,07191	
Masa [kg/m]		457	
Módulo de elasticidad [kg/mm ²]		6700	
Coeficiente de dilatación lineal [°C ⁻¹ ·10 ⁻⁵]		1,95	
Corriente nominal [A]		800	

3.2.1.3 Características del cable de guarda

Sección [mm ²]	120.2
Radio [mm]	7.5
Diámetro[mm]	15
Masa [kg/m]	0.476
Módulo de elasticidad, E [kg/mm ²]	8010
Carga de rotura, CR [N]	61000
Coeficiente de dilatación lineal [°C ⁻¹]	0.0000182

Subconductores, n	1
-------------------	---

3.2.1.4 Acciones a considerar

El cálculo mecánico de conductores se realizará bajo la acción de las cargas y sobrecargas que se indican a continuación:

- Carga permanente: carga vertical debida al propio peso de los conductores, que hace que el conductor forme una curva entre cada par de apoyos, originando una flecha máxima para cada vano.
- Los cambios de temperatura hacen que el cable se contraiga o se dilate, lo que provoca que las tracciones y las flechas cambien. La variación de longitud entre dos temperaturas diferentes se calcula:

$$L_1 - L_2 = L_0 \cdot \alpha \cdot (\theta_1 - \theta_2)$$

L_0 : Longitud del cable a 0°C [m]

θ : Temperatura considerada [°C]

α : Coeficiente de dilatación lineal [°C⁻¹]

3.2.1.4.1 Límite estático

El límite estático de tracción máxima admisible lo limita la carga de rotura. El RLAT impone un coeficiente de seguridad mayor o igual a 3, en este caso se ha optado por aplicar un coeficiente de seguridad igual a 3,5. Por lo tanto la tracción máxima admisible será:

$$\frac{129400}{3,5} = 36971,43N$$

En el caso del cable de guarda se ha optado por imponer un coeficiente de seguridad igual a 3, resultando una tracción máxima:

$$\frac{61000}{3} = 20333,33N$$

Por requerimientos de la zona en la que se encuentra la línea, el RLAT obliga a considerar tres hipótesis a l ahora de hacer el cálculo mecánico: sobrecarga de hielo, sobrecarga de hielo más viento, y sobrecarga de viento.

Hipótesis	Temperatura [°C]	Espesor manguito [mm]	Velocidad viento [km/h]
Tracción máxima viento	-10	0.00	140
Tracción máxima hielo	-15	10.52	0
Tracción máxima hielo + viento	-15	10.52	60

Sobrecarga debida al viento: un cable aéreo tendido entre dos apoyos se ve expuesto a la acción del viento que incide sobre él. Dicha acción o presión se calcula:

$$q = K \cdot \left(\frac{v_v}{120} \right)^2$$

v_v : Velocidad del viento [km/h]

K: factor cuyo valor es 50 si se trata de un cable de más de 16 mm de diámetro, o 60 si se trata de un cable de menos de 16 mm de diámetro

La resultante del peso se calculará el peso resultante aplicando el teorema de Pitágoras:

$$P = \sqrt{P_{vertical}^2 + P_{viento}^2}$$

Sobrecarga debida al hielo: como la instalación está situada en zona B, hay que tener en cuenta la acción del hielo sobre los conductores, pues el hielo va a incrementar la flecha máxima. Según el RLAT, la sobrecarga del hielo en zona B se calcula:

$$m_h = 0,18 \cdot \sqrt{d}$$

m_h : Sobrecarga debida al hielo

d: diámetro del conductor [mm]

En este caso, el peso resultante se calcula:

$$P_{vertical} = P_{hielo} + P_{cable}$$

3.2.1.4.2 Límite dinámico

Según el apartado 3.2.2 de la ITC-07, para calcular las tracciones mecánicas de los conductores y cables de guarda deben tenerse en cuenta posibles fenómenos vibratorios que pueden acortar la vida útil de los componentes.

Por ellos surge el concepto del EDS, que se define como la tensión a la que está sometido un cable la mayor parte del tiempo correspondiente a la temperatura media (en el caso de España se trata de 15°C), o temperaturas próximas a ella y considerando el cable sin sobrecarga. Dicha tensión debe permanecer entre los valores de 16% y 24% de la carga para la que se diseña.

3.2.1.4.3 Flecha máxima de conductores y cable de guarda

Según el apartado 3.2.3 de la ITC-07 del RLAT, se determinará la flecha máxima de conductores y cables de tierra en las siguientes hipótesis:

HIPÓTESIS DE VIENTO: Se tendrá en cuenta el propio peso del cable y una sobrecarga de viento bajo una temperatura de 15°C.

HIPÓTESIS DE HIELO: Será igual que la hipótesis de viento, pero bajo una temperatura de 0°C.

HIPÓTESIS DE TEMPERATURA: Se tendrá en cuenta la acción del propio peso del cable bajo una temperatura de 85°C.

3.2.1.4.4 Flecha mínima de conductores y cable de guarda

Se tendrá en cuenta la acción del propio peso del cable bajo una temperatura de -15°C

3.2.1.5 Tabla de resultantes según las hipótesis

A continuación se muestran las tablas de resultantes tanto del cable de guarda como del conductor, para las distintas hipótesis:

3.2.1.5.1 Tabla de resultantes para el conductor LA-455

Hipótesis	Temperatura (°C)	Sobrecarga hielo		Sobrecarga viento				Peso conductor (N/m)	Resultante (N/m)
		Espesor manguito (mm)	Peso hielo (N/m)	Velocidad viento (km/h)	Presión viento (N/m ²)	Diámetro incluido manguito (mm)	Sobrecarga viento (N/m)		
Tracción máxima viento	-10	0.00	0.00	140	680.56	27.72	18.87	14.57	23.84
Tracción máxima hielo	-15	10.52	9.48	0	0.00	48.76	0.00	14.57	24.05
Tracción máxima hielo + viento	-15	10.52	9.48	60	125.00	48.76	6.09	14.57	24.81
EDS	15	0.00	0.00	0	0.00	27.72	0.00	14.57	14.57
Flecha máxima temperatura 1	50	0.00	0.00	0	0.00	27.72	0.00	14.57	14.57
Flecha máxima temperatura 2	85	0.00	0.00	0	0.00	27.72	0.00	14.57	14.57
Flecha máxima viento	15	0.00	0.00	120	500.00	27.72	13.86	14.57	20.11
Flecha máxima hielo	0	10.52	9.48	0	0.00	48.76	0.00	14.57	24.05
Flecha mínima	-15	0.00	0.00	0	0.00	27.72	0.00	14.57	14.57
Desviación de cadenas	-5	0.00	0.00	85	250.87	27.72	6.95	14.57	16.14
Control de vibraciones	-5	0.00	0.00	0	0.00	27.72	0.00	14.57	14.57

3.2.1.5.2 Tabla de resultantes para el cable de guarda OPGW

Hipótesis	Temperatura (°C)	Sobrecarga hielo		Sobrecarga viento				Peso conductor (N/m)	Resultante (N/m)
		Espesor manguito (mm)	Peso hielo (N/m)	Velocidad viento (m/s)	Presión viento (N/m ²)	Diámetro incluido manguito (mm)	Sobrecarga viento (N/m)		
Tracción máxima viento	-10	0.00	0.00	140	816.67	15.00	12.25	0.48	12.25924
Tracción máxima hielo	-15	11.26	6.97	0	0.00	37.53	0.00	0.48	7.45
Tracción máxima hielo + viento	-15	11.26	6.97	60	150.00	37.53	5.63	0.48	9.33566
EDS	15	0.00	0.00	0	0.00	15.00	0.00	0.48	0.48
Flecha máxima temperatura 1	50	0.00	0.00	0	0.00	15.00	0.00	0.48	0.47600
Flecha máxima temperatura 2	85	0.00	0.00	0	0.00	15.00	0.00	0.48	0.47600
Flecha máxima viento	15	0.00	0.00	120	600.00	15.00	9.00	0.48	9.01258
Flecha máxima hielo	0	11.26	6.97	0	0.00	37.53	0.00	0.48	7.44737
Flecha mínima	-15	0.00	0.00	0	0.00	15.00	0.00	0.48	0.47600
Desviación de cadenas	-5	0.00	0.00	85	301.04	15.00	4.52	0.48	4.54064
Control de vibraciones	-5	0.00	0.00	0	0.00	15.00	0.00	0.48	0.47600

3.2.1.6 Tracciones

Antes de abordar el tema de las tracciones es necesario definir los cantones y sus vanos reguladores. Un cantón un conjunto de vanos en el que los vanos de los extremos están fijados al apoyo mediante grapas, y los vanos intermedios están suspendidos.

3.2.1.6.1 Vano regulador

El comportamiento de la componente horizontal de un vano se rige por el comportamiento del vano regulador, un vano que es diferente para cada cantón, y que marca las tracciones de cada cantón. Se calcula:

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

a: Longitud del vano [m]

b: Distancia entre los puntos de amarre del conductor [m]

3.2.1.6.2 Tabla de cantones

Aplicando lo anterior, resulta que la distribución de cantones queda:

Cantón	Apoyo	Vano	Desnivel apoyo	Vano regulador
1	1			375.62
		450.64	-11.64	
	2			
		324.96	30.40	
	3			
		291.10	-5.85	
2	4			381.42
		359.96	19.18	
	5			
		422.40	6.09	
	6			
		295.32	-22.86	
	7			
		409.30	-1.32	
3	8			450.78
		359.32	13.81	
	9			
		463.70	8.95	
	10			
		410.34	-15.89	
	11			
		343.32	6.22	
	12			
		586.86	34.99	
	13			
		302.56	6.57	
	14			
		421.38	-22.61	
	15			
		425.76	0.42	
	16			
		452.32	15.30	
	17			
		536.46	31.93	
	18			
		541.8	11.09	
19				
	473.48	12.85		
20				
	299.44	-1.63		
21				
	246.16	3.80		
22				

3.2.1.6.3 Ecuación de cambio de condiciones

Una vez definida la condición más desfavorable, se le asigna la máxima tracción y a partir de ella se calculan las tracciones en las demás condiciones aplicando la ecuación de cambio de condiciones, que viene dada por la expresión:

$$\frac{a^2 \cdot P_1^2}{24 \cdot T_1^2} - \alpha \cdot t_1 - \frac{T_1}{S \cdot E} = \frac{a^2 \cdot P_2^2}{24 \cdot T_2^2} - \alpha \cdot t_2 - \frac{T_2}{S \cdot E}$$

α : Coeficiente de dilatación lineal [$^{\circ}\text{C}^{-1}$]

a: Longitud del vano [m]

P: Peso aparente del conductor [kg/m]

S: sección del conductor [mm^2]

t: Temperatura del conductor [$^{\circ}\text{C}$]

E: Módulo de elasticidad [kg/mm^2]

3.2.1.6.4 Tablas de tracciones por cantón

Se muestran resaltadas las hipótesis iniciales para cada caso:

Conductor: LA-455

Cantón: 1

Vano de regulación: 375.62m

Hipótesis	Temperatura (°C)	Resultante (N/m)	Tracción (N)	Tracción (%)	Coefficiente de seguridad	Parámetro (m)
Tracción máxima viento	-10.00	23.84	36305.60	28.06	3.56	1523.12
Tracción máxima hielo	-15.00	24.05	36607.90	28.29	3.53	1522.35
Tracción máxima hielo + viento	-15.00	24.81	36971.43	28.57	3.50	1490.35
EDS	15.00	14.57	31062.70	24.01	4.17	2131.96
Flecha máxima temperatura 1	50.00	14.57	29431.82	22.74	4.40	2020.03
Flecha máxima temperatura 2	85.00	14.57	27861.09	21.53	4.64	1912.22
Flecha máxima viento	15.00	20.11	33555.86	25.93	3.86	1668.67
Flecha máxima hielo	0.00	24.05	35986.09	27.81	3.60	1496.49
Flecha mínima	-15.00	14.57	32503.65	25.12	3.98	2230.86
Desviación de cadenas	-5.00	16.14	32668.95	25.25	3.96	2023.54
Control de vibraciones	-5.00	14.57	32019.19	24.74	4.04	2197.61

Conductor: OPGW

Cantón:1

Vano de regulación: 375.62m

Hipótesis	Temperatura (°C)	Resultante (N/m)	Tracción (N)	Tracción (%)	Coficiente de seguridad	Parámetro (m)
Tracción máxima viento	-10.00	12.26	20333.33	15.71	3.00	1658.61
Tracción máxima hielo	-15.00	7.45	19213.50	14.85	3.17	2579.90
Tracción máxima hielo + viento	-15.00	9.34	19642.04	15.18	3.11	2103.98
EDS	15.00	0.48	17839.64	13.79	3.42	37478.23
Flecha máxima temperatura 1	50.00	0.48	17226.85	13.31	3.54	36190.86
Flecha máxima temperatura 2	85.00	0.48	16614.14	12.84	3.67	34903.66
Flecha máxima viento	15.00	9.01	19098.24	14.76	3.19	2119.07
Flecha máxima hielo	0.00	7.45	18972.36	14.66	3.22	2547.52
Flecha mínima	-15.00	0.48	18364.95	1.00	3.32	38581.82
Desviación de cadenas	-5.00	4.54	18525.49	14.32	3.29	4079.93
Control de vibraciones	-5.00	0.48	18189.84	14.06	3.35	38213.95

Conductor: LA-455

Cantón:2

Vano de regulación: 381.42m

Hipótesis	Temperatura (°C)	Resultante (N/m)	Tracción (N)	Tracción (%)	Coficiente de seguridad	Parámetro (m)
Tracción máxima viento	-10.00	23.84	36294.98	28.05	3.57	1522.67
Tracción máxima hielo	-15.00	24.05	36620.14	28.30	3.53	1522.86
Tracción máxima hielo + viento	-15.00	24.81	36971.43	28.57	3.50	1490.35
EDS	15.00	14.57	30959.76	23.93	4.18	2124.90
Flecha máxima temperatura 1	50.00	14.57	29343.06	22.68	4.41	2013.94
Flecha máxima temperatura 2	85.00	14.57	27787.48	21.47	4.66	1907.17
Flecha máxima viento	15.00	20.11	33518.86	25.90	3.86	1666.83
Flecha máxima hielo	0.00	24.05	36004.12	27.82	3.59	1497.24
Flecha mínima	-15.00	14.57	32389.39	25.03	4.00	2223.02
Desviación de cadenas	-5.00	16.14	32575.48	25.17	3.97	2017.75
Control de vibraciones	-5.00	14.57	31908.61	24.66	4.06	2190.02

Conductor: OPGW

Cantón:2

Vano de regulación: 381.42m

Hipótesis	Temperatura (°C)	Resultante (N/m)	Tracción (N)	Tracción (%)	Coficiente de seguridad	Parámetro (m)
Tracción máxima viento	-10.00	12.26	20333.33	15.71	3.00	1658.61
Tracción máxima hielo	-15.00	7.45	19178.89	14.82	3.18	2575.26
Tracción máxima hielo + viento	-15.00	9.34	19620.62	15.16	3.11	2101.69
EDS	15.00	0.48	17775.05	13.74	3.43	37342.53
Flecha máxima temperatura 1	50.00	0.48	17162.30	13.26	3.55	36055.26
Flecha máxima temperatura 2	85.00	0.48	16549.65	12.79	3.69	34768.17
Flecha máxima viento	15.00	9.01	19076.37	14.74	3.20	2116.64
Flecha máxima hielo	0.00	7.45	18938.47	14.64	3.22	2542.97
Flecha mínima	-15.00	0.48	18300.32	1.00	3.33	38446.05
Desviación de cadenas	-5.00	4.54	18472.92	14.28	3.30	4068.35
Control de vibraciones	-5.00	0.48	18125.22	14.01	3.37	38078.20

Conductor: LA-455

Cantón: 3

Vano de regulación: 450.78m

Hipótesis	Temperatura (°C)	Resultante (N/m)	Tracción (N)	Tracción (%)	Coeficiente de seguridad	Parámetro (m)
Tracción máxima viento	-10.00	23.84	36226.64	28.00	3.57	1519.80
Tracción máxima hielo	-15.00	24.05	36532.15	28.23	3.54	1519.20
Tracción máxima hielo + viento	-15.00	24.81	36971.43	28.57	3.50	1490.35
EDS	15.00	14.57	29761.03	23.00	4.35	2042.62
Flecha máxima temperatura 1	50.00	14.57	28325.08	21.89	4.57	1944.07
Flecha máxima temperatura 2	85.00	14.57	26956.83	20.83	4.80	1850.16
Flecha máxima viento	15.00	20.11	33080.08	25.56	3.91	1645.01
Flecha máxima hielo	0.00	24.05	35984.24	27.81	3.60	1496.42
Flecha mínima	-15.00	14.57	31042.75	23.99	4.17	2130.59
Desviación de cadenas	-5.00	16.14	31527.93	24.36	4.10	1952.86
Control de vibraciones	-5.00	14.57	30610.48	23.66	4.23	2100.92

Conductor: OPGW

Cantón: 3

Vano de regulación: 450.78m

Hipótesis	Temperatura (°C)	Resultante (N/m)	Tracción (N)	Tracción (%)	Coficiente de seguridad	Parámetro (m)
Tracción máxima viento	-10.00	12.26	20333.33	15.71	3.00	1658.61
Tracción máxima hielo	-15.00	7.45	18744.49	14.49	3.25	2516.93
Tracción máxima hielo + viento	-15.00	9.34	19352.15	14.96	3.15	2072.93
EDS	15.00	0.48	16938.46	13.09	3.60	35585.00
Flecha máxima temperatura 1	50.00	0.48	16325.65	12.62	3.74	34297.58
Flecha máxima temperatura 2	85.00	0.48	15712.89	12.14	3.88	33010.28
Flecha máxima viento	15.00	9.01	18803.11	14.53	3.24	2086.32
Flecha máxima hielo	0.00	7.45	18513.90	14.31	3.29	2485.96
Flecha mínima	-15.00	0.48	17463.63	1.00	3.49	36688.31
Desviación de cadenas	-5.00	4.54	17811.78	13.76	3.42	3922.74
Control de vibraciones	-5.00	0.48	17288.66	13.36	3.53	36320.72

3.2.1.6.5 *Tablas de tendido*

A continuación se muestran las tablas de tendido de cada vano según las diferentes temperaturas:

Nota:

- T: Tracción en kN
- F: Flecha en metros

Cable: LA-455

Cantón:1

Vano regulador: 375,62

Vano [m]	Temperatura [°C]																			
	-5		0		5		10		15		20		25		30		35		40	
	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F
450.64	39.42	9.38	39.15	9.45	38.89	9.51	38.63	9.58	38.36	9.64	38.10	9.71	37.84	9.77	37.58	9.84	37.32	9.91	37.06	9.98
324.96	39.42	4.88	39.15	4.91	38.89	4.95	38.63	4.98	38.36	5.01	38.10	5.05	37.84	5.08	37.58	5.12	37.32	5.15	37.06	5.19
291.10	39.42	3.92	39.15	3.94	38.89	3.97	38.63	4.00	38.36	4.02	38.10	4.05	37.84	4.08	37.58	4.11	37.32	4.14	37.06	4.16

Cable: OPGW

Cantón:1

Vano regulador: 375,62

Vano [m]	Temperatura [°C]																			
	-5		0		5		10		15		20		25		30		35		40	
	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F
450.64	18.55	6.51	18.47	6.54	18.39	6.57	18.30	6.60	18.22	6.63	18.13	6.66	18.05	6.69	17.96	6.73	17.88	6.76	17.80	6.79
324.96	18.55	3.39	18.47	3.40	18.39	3.42	18.30	3.43	18.22	3.45	18.13	3.47	18.05	3.48	17.96	3.50	17.88	3.51	17.80	3.53
291.10	18.55	2.72	18.47	2.73	18.39	2.74	18.30	2.76	18.22	2.77	18.13	2.78	18.05	2.79	17.96	2.81	17.88	2.82	17.80	2.83

Cable: LA-455

Cantón:2

Vano regulador: 381,42

Vano [m]	Temperatura [°C]																			
	-5		0		5		10		15		20		25		30		35		40	
	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F
359.96	39.33	6.00	39.07	6.04	38.80	6.08	38.54	6.12	38.28	6.16	38.02	6.21	37.76	6.25	37.50	6.29	37.24	6.34	36.99	6.38
422.40	39.33	8.26	39.07	8.32	38.80	8.37	38.54	8.43	38.28	8.49	38.02	8.55	37.76	8.61	37.50	8.66	37.24	8.72	36.99	8.79
295.32	39.33	4.04	39.07	4.07	38.80	4.09	38.54	4.12	38.28	4.15	38.02	4.18	37.76	4.21	37.50	4.24	37.24	4.26	36.99	4.29
409.30	39.33	7.76	39.07	7.81	38.80	7.86	38.54	7.92	38.28	7.97	38.02	8.02	37.76	8.08	37.50	8.14	37.24	8.19	36.99	8.25

Cable: OPGW

Cantón:2

Vano regulador: 381,42

Vano [m]	Temperatura [°C]																			
	-5		0		5		10		15		20		25		30		35		40	
	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F
359.96	18.21	4.23	18.12	4.25	18.04	4.27	17.95	4.29	17.87	4.31	17.79	4.33	17.70	4.35	17.62	4.38	17.54	4.40	17.45	4.42
422.40	18.21	5.83	18.12	5.86	18.04	5.89	17.95	5.91	17.87	5.94	17.79	5.97	17.70	6.00	17.62	6.02	17.54	6.05	17.45	6.08
295.32	18.21	2.85	18.12	2.86	18.04	2.88	17.95	2.89	17.87	2.90	17.79	2.92	17.70	2.93	17.62	2.95	17.54	2.96	17.45	2.97
409.30	18.21	5.48	18.12	5.50	18.04	5.53	17.95	5.55	17.87	5.58	17.79	5.60	17.70	5.63	17.62	5.66	17.54	5.68	17.45	5.71

Cable: LA-455

Cantón:3

Vano regulador: 450,78

Vano [m]	Temperatura [°C]																			
	-5		0		5		10		15		20		25		30		35		40	
	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F
359.32	38.26	6.15	38.01	6.19	37.76	6.23	37.52	6.27	37.27	6.31	37.03	6.35	36.78	6.39	36.54	6.43	36.30	6.48	36.06	6.52
463.70	38.26	10.24	38.01	10.30	37.76	10.37	37.52	10.44	37.27	10.51	37.03	10.58	36.78	10.65	36.54	10.72	36.30	10.79	36.06	10.86
410.34	38.26	8.02	38.01	8.07	37.76	8.12	37.52	8.17	37.27	8.23	37.03	8.28	36.78	8.34	36.54	8.39	36.30	8.45	36.06	8.50
343.32	38.26	5.61	38.01	5.65	37.76	5.68	37.52	5.72	37.27	5.76	37.03	5.80	36.78	5.84	36.54	5.87	36.30	5.91	36.06	5.95
586.86	38.26	16.39	38.01	16.50	37.76	16.61	37.52	16.72	37.27	16.83	37.03	16.94	36.78	17.05	36.54	17.17	36.30	17.28	36.06	17.40
302.56	38.26	4.36	38.01	4.39	37.76	4.41	37.52	4.44	37.27	4.47	37.03	4.50	36.78	4.53	36.54	4.56	36.30	4.59	36.06	4.62
421.38	38.26	8.45	38.01	8.51	37.76	8.56	37.52	8.62	37.27	8.68	37.03	8.73	36.78	8.79	36.54	8.85	36.30	8.91	36.06	8.97
425.76	38.26	8.63	38.01	8.69	37.76	8.74	37.52	8.80	37.27	8.86	37.03	8.92	36.78	8.98	36.54	9.03	36.30	9.09	36.06	9.16
452.32	38.26	9.74	38.01	9.80	37.76	9.87	37.52	9.93	37.27	10.00	37.03	10.06	36.78	10.13	36.54	10.20	36.30	10.27	36.06	10.33
536.46	38.26	13.70	38.01	13.79	37.76	13.88	37.52	13.97	37.27	14.06	37.03	14.16	36.78	14.25	36.54	14.34	36.30	14.44	36.06	14.54
541.80	38.26	13.97	38.01	14.06	37.76	14.16	37.52	14.25	37.27	14.34	37.03	14.44	36.78	14.53	36.54	14.63	36.30	14.73	36.06	14.83
473.48	38.26	10.67	38.01	10.74	37.76	10.81	37.52	10.88	37.27	10.95	37.03	11.03	36.78	11.10	36.54	11.17	36.30	11.25	36.06	11.32
299.44	38.26	4.27	38.01	4.30	37.76	4.32	37.52	4.35	37.27	4.38	37.03	4.41	36.78	4.44	36.54	4.47	36.30	4.50	36.06	4.53
246.16	38.26	2.88	38.01	2.90	37.76	2.92	37.52	2.94	37.27	2.96	37.03	2.98	36.78	3.00	36.54	3.02	36.30	3.04	36.06	3.06

Cable: OPGW

Cantón:3

Vano regulador: 450,78 m

Vano [m]	Temperatura [°C]																			
	-5		0		5		10		15		20		25		30		35		40	
	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F
359.32	17.45	4.40	17.36	4.42	17.28	4.45	17.20	4.47	17.12	4.49	17.04	4.51	16.96	4.53	16.87	4.55	16.79	4.57	16.71	4.60
463.70	17.45	7.33	17.36	7.37	17.28	7.40	17.20	7.44	17.12	7.47	17.04	7.51	16.96	7.55	16.87	7.58	16.79	7.62	16.71	7.66
410.34	17.45	5.74	17.36	5.77	17.28	5.80	17.20	5.82	17.12	5.85	17.04	5.88	16.96	5.91	16.87	5.94	16.79	5.97	16.71	6.00
343.32	17.45	4.02	17.36	4.04	17.28	4.06	17.20	4.08	17.12	4.10	17.04	4.12	16.96	4.14	16.87	4.16	16.79	4.18	16.71	4.20
586.86	17.45	11.75	17.36	11.80	17.28	11.86	17.20	11.91	17.12	11.97	17.04	12.03	16.96	12.09	16.87	12.14	16.79	12.20	16.71	12.26
302.56	17.45	3.12	17.36	3.14	17.28	3.15	17.20	3.17	17.12	3.18	17.04	3.20	16.96	3.21	16.87	3.23	16.79	3.24	16.71	3.26
421.38	17.45	6.06	17.36	6.08	17.28	6.11	17.20	6.14	17.12	6.17	17.04	6.20	16.96	6.23	16.87	6.26	16.79	6.29	16.71	6.32
425.76	17.45	6.18	17.36	6.21	17.28	6.24	17.20	6.27	17.12	6.30	17.04	6.33	16.96	6.36	16.87	6.39	16.79	6.42	16.71	6.45
452.32	17.45	6.98	17.36	7.01	17.28	7.04	17.20	7.08	17.12	7.11	17.04	7.15	16.96	7.18	16.87	7.21	16.79	7.25	16.71	7.28
536.46	17.45	9.82	17.36	9.86	17.28	9.91	17.20	9.96	17.12	10.00	17.04	10.05	16.96	10.10	16.87	10.15	16.79	10.20	16.71	10.25
541.80	17.45	10.01	17.36	10.06	17.28	10.11	17.20	10.15	17.12	10.20	17.04	10.25	16.96	10.30	16.87	10.35	16.79	10.40	16.71	10.45
473.48	17.45	7.65	17.36	7.68	17.28	7.72	17.20	7.76	17.12	7.79	17.04	7.83	16.96	7.87	16.87	7.91	16.79	7.94	16.71	7.98
299.44	17.45	3.06	17.36	3.07	17.28	3.09	17.20	3.10	17.12	3.12	17.04	3.13	16.96	3.15	16.87	3.16	16.79	3.18	16.71	3.19
246.16	17.45	2.07	17.36	2.08	17.28	2.09	17.20	2.10	17.12	2.11	17.04	2.12	16.96	2.13	16.87	2.14	16.79	2.15	16.71	2.16

3.2.2 Cálculo de apoyos

Los cálculos de los apoyos se realizan de forma individual según las hipótesis que marca el reglamento en la ITC-07, que en el caso de la presente línea le corresponden cinco hipótesis. Además cada hipótesis tiene una aplicación distinta según el tipo de apoyo

Dichas hipótesis se pueden dividir en dos tipos de hipótesis:

- Normales: Hielo, viento y hielo más viento.
- Anormales: Desequilibrio de tracciones y rotura de conductores

3.2.2.1 Suspensión en alineación

Carga	Viento	Hielo	Hielo +viento	Desequilibrio	Rotura
Vertical	$P_{cond} + P_{cad+herr}$	$P_{cond+h} + P_{cad+herr}$	V_{hielo}	$P_{cond+h} + P_{cad+herr}$	$P_{cond+h} + P_{cad+herr}$
Transversal	$nF_{t(140)}$	$F_{t(60)}$	T_{viento}	0	0
Longitudinal	0	0	0	$0,15 \cdot T_{h+v}$	$0,5 \cdot T_{h+v}$

$$P_{cond} = p \cdot \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{T_v}{p_{ap}} \cdot \left(\frac{d_1}{a_1} - \frac{d_2}{a_2} \right) \right]$$

$$P_{cond+h} = p_{ap} \cdot \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{T_{h+v}}{p_{ap}} \cdot \left(\frac{d_1}{a_1} - \frac{d_2}{a_2} \right) \right]$$

$$F_{t(140)} = q_{140} \cdot d \cdot \left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right)$$

$$F_{t(16)} = q_{60} \cdot d \cdot \left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right)$$

T_v : Tensión horizontal en un conductor a -10°C y con viento de 140km/h

T_{h+v} : Tensión horizontal en un conductor a -15°C , con hielo y con viento de 60km/h

p : Peso del conductor [N]

p_{ap} : Peso aparente del conductor [N]

d_x : Desnivel de los apoyos anteriores y posteriores [m]

d : Diámetro del conductor

q : Presión del viento sobre los conductores

3.2.2.2 Amarre en ángulo

Carga	Viento	Hielo	Hielo +viento	Desequilibrio	Rotura
Vertical	$P_{cond} + P_{cad+herr}$	$P_{cond+h} + P_{cad+herr}$	V_{hielo}	$P_{cond+h} + P_{cad+herr}$	$P_{cond+h} + P_{cad+herr}$
Transversal	$F_{t(140)} + R_{ang}$	$F_{t(60)} + R_{ang_hielo}$	T_{viento}	$1,75 \cdot T_{h+v} \cdot \text{sen}(\alpha/2)$	$T_{h+v} \cdot \text{sen}(\alpha/2)$
Longitudinal	0	0	0	$0,25 \cdot T_{h+v} \cdot \text{cos}(\alpha/2)$	$T_{h+v} \cdot \text{cos}(\alpha/2)$

$$P_{cond} = p \cdot \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{T_{v1}}{p_{ap}} \cdot \left(\frac{d_1}{a_1} \right) - \frac{T_{v2}}{p_{ap}} \cdot \left(\frac{d_2}{a_2} \right) \right]$$

$$P_{cond+h} = p_{ap} \cdot \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{T_{(h+v)1}}{p_{ap}} \cdot \left(\frac{d_1}{a_1} \right) - \frac{T_{(h+v)2}}{p_{ap}} \cdot \left(\frac{d_2}{a_2} \right) \right]$$

$$F_{t(140)} = q_{140} \cdot d \cdot \left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right)$$

$$F_{t(60)} = q_{60} \cdot d \cdot \left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right)$$

$$R_{ang} = 2 \cdot T_v \cdot \text{sen} \left(\frac{\alpha}{2} \right)$$

$$R_{ang+hielo} = 2 \cdot T_{h+v} \cdot \text{sen} \left(\frac{\alpha}{2} \right)$$

T_{v1} : Tensión horizontal en un conductor del vano anterior a -10°C y con viento de 140km/h

T_{v2} : Tensión horizontal en un conductor del vano posterior a -10°C y con viento de 140km/h

$T_{(h+v)1}$: Tensión horizontal en un conductor del vano anterior a -15°C, con hielo y con viento de 60km/h

$T_{(h+v)2}$: Tensión horizontal en un conductor del vano posterior a -15°C, con hielo y con viento de 60km/h

$T_{(h+v)}$: Tensión máxima de $T_{(h+v)1}$ y $T_{(h+v)2}$

T_v : Tensión máxima de T_{v1} y T_{v2}

p: Peso del conductor [N]

p_{ap} : Peso aparente del conductor [N]

d_x : Desnivel de los apoyos anteriores y posteriores [m]

d: Diámetro del conductor

q: Presión del viento sobre los conductores

3.2.2.3 Fin de línea

Carga	Viento	Hielo	Hielo +viento	Desequilibrio	Rotura
Vertical	$P_{cond} + P_{cad+herr}$	$P_{cond+h} + P_{cad+herr}$	V_{hielo}	0	$P_{cond+h} + P_{cad+herr}$
Transversal	$F_{t(140)}$	$F_{t(60)}$	T_{viento}	0	0
Longitudinal	T_v	T_{h+v}	L_{viento}	0	T_{h+v}

$$P_{cond} = p \cdot \left[\frac{a_1}{2} + \frac{T_v}{p_{ap}} \cdot \left(\frac{d_1}{a_1} \right) \right]$$

$$P_{cond+h} = p_{ap} \cdot \left[\frac{a_1}{2} + \frac{T_{(h+v)}}{p_{ap}} \cdot \left(\frac{d_1}{a_1} \right) \right]$$

$$F_{t(140)} = q_{140} \cdot d \cdot \left(\frac{a_1}{2} \right)$$

$$F_{t(60)} = q_{60} \cdot d \cdot \left(\frac{a_1}{2} \right)$$

T_v : Tensión horizontal en un conductor a -10°C y con viento de 140km/h

$T_{(h+v)}$: Tensión horizontal en un conductor a -15°C, con hielo y con viento de 60km/h

p : Peso del conductor [N]

p_{ap} : Peso aparente del conductor [N]

d_x : Desnivel de los apoyos anteriores y posteriores [m]

d : Diámetro del conductor

q : Presión del viento sobre los conductores

3.2.2.4 Tablas de esfuerzos en punta de cruceta

A continuación se muestran las tablas de esfuerzos en punta de cruceta debidos tanto al conductor como al cable de guarda:

3.2.2.4.1 Tablas de esfuerzos en punta de cruceta debido al conductor

Apoyo	Tipo	Carga	Viento	Hielo	Hielo+Viento	Desequilibrio de tracciones	Rotura de conductores
1	Final de línea	Vertical	3591.32	5361.00	5340.00	0.00	5340.00
		Transversal	4250.66	0.00	780.73	0.00	0.00
		Longitudinal	35878.32	36154.70	36971.43	0.00	36971.43
2	Suspensión	Vertical	3410.34	3410.34	4951.11	4951.11	4951.11
		Transversal	7315.85	0.00	1343.73	0.00	0.00
		Longitudinal	0.00	0.00	0.00	5545.71	18485.71
3	Suspensión	Vertical	9665.00	9665.00	15536.57	15536.57	15536.57
		Transversal	5810.99	0.00	1067.32	0.00	0.00
		Longitudinal	0.00	0.00	0.00	5545.71	18485.71
4	Amarre en ángulo	Vertical	1920.09	1891.71	1838.23	1838.23	1838.23
		Transversal	28909.84	22944.11	24590.37	20529.61	11731.21
		Longitudinal	0.00	0.00	0.00	8765.22	35060.88
5	Suspensión	Vertical	8194.13	8194.13	13017.67	13017.67	13017.67
		Transversal	7379.61	0.00	1355.44	0.00	0.00
		Longitudinal	0.00	0.00	0.00	5545.71	18485.71
6	Suspensión	Vertical	8111.91	8111.91	12896.60	12896.60	12896.60
		Transversal	6769.89	0.00	1243.45	0.00	0.00
		Longitudinal	0.00	0.00	0.00	5545.71	18485.71
7	Suspensión	Vertical	4380.91	4380.91	6602.00	6602.00	6602.00
		Transversal	6646.33	0.00	1220.75	0.00	0.00
		Longitudinal	0.00	0.00	0.00	5545.71	18485.71
8	Amarre en ángulo	Vertical	5573.77	5567.33	5538.04	5538.04	5538.04
		Transversal	17842.26	10673.39	12261.08	9563.27	5464.73
		Longitudinal	0.00	0.00	0.00	9141.33	36565.33
9	Suspensión	Vertical	7279.20	7279.20	11474.60	11474.60	11474.60
		Transversal	7763.14	0.00	1425.88	0.00	0.00
		Longitudinal	0.00	0.00	0.00	5545.71	18485.71
10	Suspensión	Vertical	8487.89	8487.89	13526.48	13526.48	13526.48
		Transversal	8244.38	0.00	1514.27	0.00	0.00
		Longitudinal	0.00	0.00	0.00	5545.71	18485.71
11	Suspensión	Vertical	5139.78	5139.78	7832.32	7832.32	7832.32
		Transversal	7108.90	0.00	1305.72	0.00	0.00
		Longitudinal	0.00	0.00	0.00	5545.71	18485.71
12	Suspensión	Vertical	6755.65	6755.65	10521.70	10521.70	10521.70
		Transversal	8773.92	0.00	1611.54	0.00	0.00
		Longitudinal	0.00	0.00	0.00	5545.71	18485.71
13	Suspensión	Vertical	8167.49	8167.49	12968.24	12968.24	12968.24
		Transversal	8389.45	0.00	1540.92	0.00	0.00
		Longitudinal	0.00	0.00	0.00	5545.71	18485.71
14	Suspensión	Vertical	7766.97	7766.97	12362.03	12362.03	12362.03

		Transversal	6828.56	0.00	1254.23	0.00	0.00
		Longitudinal	0.00	0.00	0.00	5545.71	18485.71
15	Suspensión	Vertical	5868.06	5868.06	9037.53	9037.53	9037.53
		Transversal	7990.65	0.00	1467.67	0.00	0.00
		Longitudinal	0.00	0.00	0.00	5545.71	18485.71
16	Suspensión	Vertical	6563.03	6563.03	10216.51	10216.51	10216.51
		Transversal	8282.49	0.00	1521.27	0.00	0.00
		Longitudinal	0.00	0.00	0.00	5545.71	18485.71
17	Suspensión	Vertical	7522.66	7522.66	11810.76	11810.76	11810.76
		Transversal	9326.67	0.00	1713.06	0.00	0.00
		Longitudinal	0.00	0.00	0.00	5545.71	18485.71
18	Suspensión	Vertical	9567.43	9567.43	15280.41	15280.41	15280.41
		Transversal	10170.69	0.00	1868.09	0.00	0.00
		Longitudinal	0.00	0.00	0.00	5545.71	18485.71
19	Suspensión	Vertical	8125.04	8125.04	12832.82	12832.82	12832.82
		Transversal	9576.63	0.00	1758.97	0.00	0.00
		Longitudinal	0.00	0.00	0.00	5545.71	18485.71
20	Suspensión	Vertical	7203.30	7203.30	11369.02	11369.02	11369.02
		Transversal	7290.57	0.00	1339.08	0.00	0.00
		Longitudinal	0.00	0.00	0.00	5545.71	18485.71
21	Suspensión	Vertical	5526.32	5526.32	8599.83	8599.83	8599.83
		Transversal	5146.37	0.00	945.25	0.00	0.00
		Longitudinal	0.00	0.00	0.00	5545.71	18485.71
22	Final de línea	Vertical	1869.31	2520.09	2463.64	0.00	2463.64
		Transversal	2321.90	0.00	426.47	0.00	0.00
		Longitudinal	35195.28	35446.16	36971.43	0.00	36971.43

3.2.2.4.2 Tablas de esfuerzos en punta de cruceta debido al cable de guarda

Apoyo	Tipo	Carga	Viento	Hielo	Hielo + Viento	Desequilibrio de tracciones	Rotura de conductores
1	Final de línea	Vertical	1859.22	1856.77	1855.61	0.00	1855.61
		Transversal	2760.17	0.00	1217.98	0.00	0.00
		Longitudinal	16576.94	17051.94	17428.57	0.00	17428.57
2	Suspensión	Vertical	1129.17	3485.43	3440.47	3440.47	3440.47
		Transversal	4750.55	0.00	872.55	0.00	0.00
		Longitudinal	0.00	0.00	0.00	2614.29	8714.29
3	Suspensión	Vertical	2148.55	6323.30	6366.10	6366.10	6366.10
		Transversal	3773.37	0.00	693.07	0.00	0.00
		Longitudinal	0.00	0.00	0.00	2614.29	8714.29
4	Amarre en ángulo	Vertical	1109.27	1131.32	1121.93	1121.93	1121.93
		Transversal	14507.62	10821.32	11792.78	9677.79	5530.17
		Longitudinal	0.00	0.00	0.00	4131.98	16527.93
5	Suspensión	Vertical	2095.14	6231.64	6246.59	6246.59	6246.59
		Transversal	4791.96	0.00	880.16	0.00	0.00
		Longitudinal	0.00	0.00	0.00	2614.29	8714.29
6	Suspensión	Vertical	2258.94	6674.13	6709.46	6709.46	6709.46
		Transversal	4396.04	0.00	807.44	0.00	0.00
		Longitudinal	0.00	0.00	0.00	2614.29	8714.29
7	Suspensión	Vertical	1232.12	3751.67	3723.14	3723.14	3723.14
		Transversal	4315.80	0.00	792.70	0.00	0.00
		Longitudinal	0.00	0.00	0.00	2614.29	8714.29
8	Amarre en ángulo	Vertical	1582.12	1593.15	1586.58	1586.58	1586.58
		Transversal	9603.36	5038.49	6016.91	4508.19	2576.11
		Longitudinal	0.00	0.00	0.00	4309.28	17237.13
9	Suspensión	Vertical	2072.13	6182.69	6191.86	6191.86	6191.86
		Transversal	5041.00	0.00	925.90	0.00	0.00
		Longitudinal	0.00	0.00	0.00	2614.29	8714.29
10	Suspensión	Vertical	2424.23	7205.32	7233.13	7233.13	7233.13
		Transversal	5353.50	0.00	983.30	0.00	0.00
		Longitudinal	0.00	0.00	0.00	2614.29	8714.29
11	Suspensión	Vertical	1456.72	4401.50	4374.25	4374.25	4374.25
		Transversal	4616.17	0.00	847.87	0.00	0.00
		Longitudinal	0.00	0.00	0.00	2614.29	8714.29
12	Suspensión	Vertical	1967.76	5917.99	5898.09	5898.09	5898.09
		Transversal	5697.35	0.00	1046.45	0.00	0.00
		Longitudinal	0.00	0.00	0.00	2614.29	8714.29
13	Suspensión	Vertical	2341.66	6974.10	6992.28	6992.28	6992.28
		Transversal	5447.70	0.00	1000.60	0.00	0.00
		Longitudinal	0.00	0.00	0.00	2614.29	8714.29
14	Suspensión	Vertical	2169.66	6430.36	6466.48	6466.48	6466.48

		Transversal	4434.13	0.00	814.43	0.00	0.00
		Longitudinal	0.00	0.00	0.00	2614.29	8714.29
15	Suspensión	Vertical	1692.23	5104.19	5077.99	5077.99	5077.99
		Transversal	5188.73	0.00	953.03	0.00	0.00
		Longitudinal	0.00	0.00	0.00	2614.29	8714.29
16	Suspensión	Vertical	1895.27	5694.39	5678.65	5678.65	5678.65
		Transversal	5378.24	0.00	987.84	0.00	0.00
		Longitudinal	0.00	0.00	0.00	2614.29	8714.29
17	Suspensión	Vertical	2200.95	6603.09	6590.77	6590.77	6590.77
		Transversal	6056.28	0.00	1112.38	0.00	0.00
		Longitudinal	0.00	0.00	0.00	2614.29	8714.29
18	Suspensión	Vertical	2797.78	8337.45	8356.17	8356.17	8356.17
		Transversal	6604.34	0.00	1213.04	0.00	0.00
		Longitudinal	0.00	0.00	0.00	2614.29	8714.29
19	Suspensión	Vertical	2376.83	7114.21	7111.01	7111.01	7111.01
		Transversal	6218.59	0.00	1142.19	0.00	0.00
		Longitudinal	0.00	0.00	0.00	2614.29	8714.29
20	Suspensión	Vertical	2032.56	6053.81	6069.42	6069.42	6069.42
		Transversal	4734.14	0.00	869.54	0.00	0.00
		Longitudinal	0.00	0.00	0.00	2614.29	8714.29
21	Suspensión	Vertical	1174.83	3530.22	3520.21	3520.21	3520.21
		Transversal	3341.80	0.00	613.80	0.00	0.00
		Longitudinal	0.00	0.00	0.00	2614.29	8714.29
22	Final de línea	Vertical	1508.52	1510.31	1511.32	0.00	1511.32
		Transversal	1507.73	0.00	665.32	0.00	0.00
		Longitudinal	16368.94	16949.14	17428.57	0.00	17428.57

3.2.2.5 Selección de apoyos

La selección de los apoyos se realiza a partir de los esfuerzos en punta de cruceta, es decir, según las tablas del apartado anterior.

Se ha llevado a cabo el procedimiento de selección del fabricante escogido, IMEDEXSA en el caso de la presente línea.

Hay dos criterios a considerar: esfuerzos y par torsor

– Esfuerzos:

1. Se calcula el cociente entre el esfuerzo horizontal de fase y el esfuerzo horizontal de cúpula.
2. Entrar con el valor obtenido del anterior paso en la gráfica que corresponda y de ahí sacar el valor de e .
3. A continuación se calcula el esfuerzo útil como:

$$\text{Esfuerzo útil} = \frac{6 \cdot \text{Esfuerzo}_{\text{fase}} + \text{Esfuerzo}_{\text{protección}}}{e}$$

4. Ahora se selecciona el apoyo que aguante el esfuerzo equivalente

– Par torsor:

1. Calcular el par torsor como el producto de la fuerza por la longitud de la cruceta.
2. Calcular el esfuerzo total aplicado como la suma de las fuerzas longitudinales y transversales aplicadas sobre las crucetas y sobre la cúpula.
3. Se calcula el esfuerzo útil, que no es igual al esfuerzo total.
4. Se entra en la tabla correspondiente con los valores de par torsor y esfuerzo útil, de tal forma que el punto obtenido debe estar bajo la línea de la gráfica para que sea un apoyo válido.

Como resultado de lo anterior se han obtenido los siguientes apoyos que cumplen:

Apoyo	Tipo	Designación	Cabeza
1	Gran Cóndor	GCO-40000-40-N1	N1
2	Cóndor 7000	CO-7000-40-N5C	N5C
3	Cóndor 5000	CO-7000-30-N5C	N5C
4	Cóndor 27000	CO-27000-40-N5C	N5C
5	Cóndor 7000	CO-7000-40-N5C	N5C
6	Cóndor 7000	CO-7000-40-N5C	N5C
7	Cóndor 7000	CO-7000-35-N5C	N5C
8	Cóndor 18000	CO-18000-35-N5C	N5C
9	Cóndor 7000	CO-7000-40-N5C	N5C
10	Cóndor 7000	CO-7000-40-N5C	N5C
11	Cóndor 7000	CO-7000-30-N5C	N5C
12	Cóndor 7000	CO-7000-30-N5C	N5C
13	Cóndor 7000	CO-7000-30-N5C	N5C
14	Cóndor 7000	CO-7000-30-N5C	N5C
15	Cóndor 7000	CO-7000-30-N5C	N5C
16	Cóndor 7000	CO-7000-30-N5C	N5C
17	Cóndor 7000	CO-7000-30-N5C	N5C
18	Cóndor 9000	CO-9000-30-N5C	N5C
19	Cóndor 7000	CO-7000-30-N5C	N5C
20	Cóndor 7000	CO-7000-30-N5C	N5C
21	Cóndor 5000	CO-5000-40-N5C	N5C
22	Cóndor 33000	CO-33000-40-N5C	N5C

3.2.3 Cálculo de cimentaciones

Las cimentaciones para este tipo de apoyos consisten en macizos independientes para las cuatro patas. De modo que según el apartado 3.6.1 del RLAT, se diseñarán las cimentaciones para absorber las cargas de compresión y arranque, aplicando el método del talud natural.

Se debe comprobar el coeficiente de seguridad al vuelco, que consiste en el cociente entre el momento estabilizador mínimo respecto a la arista más cargada y el momento volcador máximo motivado por fuerzas externas; de tal forma que el coeficiente no sea inferior a 1,5 en hipótesis normales, y no inferior a 1,2 en hipótesis anormales.

3.2.3.1 Comprobación al arranque

Según el apartado 3.6.2 de la ITC-07 del RLAT las fuerzas que se oponen al arranque son:

- Peso del apoyo (un cuarto porque son cimentaciones fraccionadas)
- Peso de la cimentación
- Peso de las tierras que arrastraría el hormigón al ser arrancado

Por lo que el esfuerzo estabilizador deberá ser igual a:

$$P_e = P_h + \frac{1}{4} \cdot P_a + P_t$$

P_e : Esfuerzo estabilizador [daN]

P_h : Peso del hormigón [daN]

P_a : Peso del apoyo [daN]

P_t : Peso de las tierras desplazadas [daN]

Para calcular el peso del hormigón, teniendo en cuenta que la cimentación será de tipo cuadrada recta, se aplicará la siguiente ecuación:

$$P_h = a^2 \cdot H \cdot \delta$$

a: Lado de la cimentación [m]

H: Profundidad de la cimentación [m]

δ : Peso específico del hormigón [daN/m³]

El peso de las tierras arrancadas se corresponde con el volumen de tierras de una pirámide invertida y truncada, a la que se le resta el volumen de hormigón y el volumen de interferencia de tierras:

$$P_t = \delta_t \cdot \left(\frac{h}{3} (b_1 + b_2 + \sqrt{b_1 \cdot b_2}) - a^2 \cdot H - V_{interf} \right)$$

$$b_1 = a^2$$

$$b_2 = (a + 2 \cdot H \cdot \tan(\beta))^2$$

b_1 : Área de la base inferior de la pirámide truncada [m²]

b_2 : Área de la base superior de la pirámide truncada [m²]

a: Lado de la cimentación [m]

H: Profundidad de la cimentación [m]

V_{interf} : Volumen de interferencia de las tierras [m³]

δ_t : Peso específico del terreno [daN/m³]

β : Ángulo de arranque del terreno [°]

Una vez realizados los cálculos hay que comprobar si se cumplen los coeficientes de seguridad. En caso de no disponer de datos sobre el terreno el RLAT recomienda usar un ángulo de arranque de 30° para terreno normal.

3.2.3.2 Comprobación a la compresión

Según el apartado 3.6.3 de la ITC-07 del RLAT, se considerarán todas las cargas de compresión que la cimentación transmite al terreno:

- Peso del apoyo.
- Peso propio de la cimentación (un cuarto al ser cimentaciones fraccionadas).
- Peso de las tierras que actúan sobre la solera de la cimentación.
- Compresión ejercida por el apoyo.

Se comprobará que todas las cargas anteriores divididas por la superficie de la solera de la cimentación no sobrepasa la carga admisible del terreno. En caso de no tener datos sobre el terreno, el RLAT recomienda considerar como carga admisible para el terreno normal 3daN/cm^2 .

$$\sigma_{adm} \geq \frac{C + \frac{P_a}{4} + P_h}{S}$$

P_a : Peso del apoyo [daN]

P_h : Peso del hormigón [daN]

S: Superficie de la solera de la cimentación [cm^2]

C: Compresión máxima del montaje [daN]

3.2.3.3 Comprobación de la adherencia entre anclaje y cimentación

Se considerará que de la mayor carga que el anclaje transmite a la cimentación (normalmente de compresión), la mitad es absorbida por la adherencia entre el anclaje y el macizo, mientras que la otra mitad es absorbida por los casquillos del anclaje por la cortadura de los tornillos de unión. Los coeficientes de seguridad de ambas cargas opuestas a que el anclaje deslice de la cimentación, no deberán ser inferiores a 1,5.

$$A \cdot \sigma_{\text{acero-hormigón}} \geq 1,5 \cdot \frac{C}{2}$$

A: Área embebida en el hormigón [cm^2]

C: Compresión máxima por montaje [daN]

$\sigma_{\text{acero-hormigón}}$: Adherencia acero-hormigón [daN/cm^2]

Para comprobar a cortadura los tornillos de las zapatas-anclaje se aplica la siguiente ecuación:

$$n \cdot c_{\text{tornillo}} \geq 1,5 \cdot \frac{C}{2}$$

c_{tornillo} : Adherencia acero-hormigón [daN]

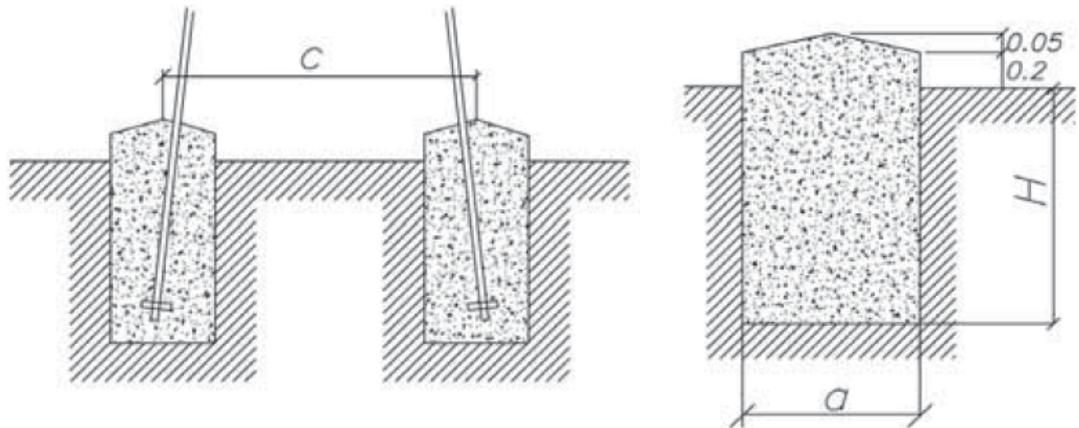
n: Número de tornillos

C: Compresión máxima por montaje [daN]

Tanto la compresión máxima por montante como el área embebida en la cimentación son datos que el fabricante debe proporcionar.

3.2.3.4 Resultados

A continuación se muestra una tabla con las cimentaciones empleadas en cada apoyo. Se ha considerado un ángulo de arranque de 30º y una carga admisible del terreno de 3daN/cm².



Apoyo	Designación	a [m]	H [m]	Volumen [m3]	c [m]
1	Gran Cóndor	2,25	3,70	18,73	10,39
2	Cóndor 7000	2,25	3,70	18,73	10,39
3	Cóndor 5000	2,20	3,70	17,91	8,32
4	Cóndor 27000	2,25	3,70	18,73	10,39
5	Cóndor 7000	2,25	3,70	18,73	10,39
6	Cóndor 7000	2,25	3,70	18,73	10,39
7	Cóndor 7000	2,25	3,70	18,73	9,37
8	Cóndor 18000	2,25	3,70	18,73	9,37
9	Cóndor 7000	2,25	3,70	18,73	10,39
10	Cóndor 7000	2,25	3,70	18,73	10,39
11	Cóndor 7000	2,20	3,70	17,91	8,32
12	Cóndor 7000	2,20	3,70	17,91	8,32
13	Cóndor 7000	2,20	3,70	17,91	8,32
14	Cóndor 7000	2,20	3,70	17,91	8,32

15	Cóndor 7000	2,20	3,70	17,91	8,32
16	Cóndor 7000	2,20	3,70	17,91	8,32
17	Cóndor 7000	2,20	3,70	17,91	8,32
18	Cóndor 9000	2,20	3,70	17,91	8,32
19	Cóndor 7000	2,20	3,70	17,91	8,32
20	Cóndor 7000	2,20	3,70	17,91	8,32
21	Cóndor 5000	2,25	3,70	18,73	10,39
22	Cóndor 33000	2,25	3,70	18,73	10,39

3.3 Puesta a tierra

De acuerdo con lo explicado con anterioridad, definimos los siguientes elementos de puesta a tierra:

3.3.1 *Electrodo de puesta a tierra*

- Apoyo frecuentado: Estará formado por un anillo difusor de cobre desnudo de 50mm^2 y 4 picas de difusión vertical de 2 metros de longitud y 14 mm de diámetro.
- Apoyo no frecuentado: Estará formado por 2 picas de difusión vertical de 2 metros de longitud y 14mm de diámetro.

3.3.2 *Línea de tierra*

La línea de tierra está formada por doble cable de acero galvanizado de 50mm^2 , sumando un total de 4 conductores al colocar dos líneas de tierra en cada apoyo (en extremos opuestos).

En el caso del apoyo de paso aéreo-subterráneo, la línea de tierra será de cobre con sección de 95mm^2 .

3.3.3 *Dimensionamiento de la puesta a tierra*

La puesta a tierra debe cumplir ciertos requisitos impuestos por el RLAT en el apartado 7.1 de la ITC-07:

- Resistencia a esfuerzos mecánicos y corrosión
- Resistencia desde el punto de vista térmico, a la máxima intensidad de falta calculada
- Garantizar la seguridad de las personas en caso de falta a tierra
- Proteger a las propiedades y equipos y garantizar a fiabilidad

3.3.3.1 *Dimensionamiento con respecto a la resistencia térmica*

La línea de tierra debe soportar las corrientes de falta en su totalidad, ya que es el único camino que hay para conducir la corriente hacia los electrodos. Sin embargo, los electrodos se pueden dimensionar para soportar una fracción de la corriente de falta ya que en este caso, la corriente sí encuentra más de una vía para llegar al suelo.

3.3.3.2 *Dimensionamiento con respecto a la seguridad de las personas*

En el caso de los apoyos frecuentados hay que dimensionar para una tensión de puesta a tierra menor que dos veces la tensión de contacto admisible en la instalación.

3.3.3.3 Dimensionamiento para la protección contra los efectos del rayo

Los apoyos frecuentados se deberán dimensionar de tal forma que la impedancia de la onda del electrodo de tierra se parezca a la resistencia, y esto ocurre cuando la longitud del electrodo no se supera la longitud crítica. Por ello es preferible instalar más picas de menor longitud a menos picas de mayor longitud.

3.3.3.4 Tabla de resultados

Apoyo	Designación	Tipo	Electrodo
1	Gran Cóndor	Frecuentado	Anillo con 4 picas
2	Cóndor 7000	No frecuentado	Pica doble
3	Cóndor 5000	No frecuentado	Pica doble
4	Cóndor 27000	No frecuentado	Pica doble
5	Cóndor 7000	No frecuentado	Pica doble
6	Cóndor 7000	No frecuentado	Pica doble
7	Cóndor 7000	No frecuentado	Pica doble
8	Cóndor 18000	No frecuentado	Pica doble
9	Cóndor 7000	No frecuentado	Pica doble
10	Cóndor 7000	No frecuentado	Pica doble
11	Cóndor 7000	No frecuentado	Pica doble
12	Cóndor 7000	No frecuentado	Pica doble
13	Cóndor 7000	No frecuentado	Pica doble
14	Cóndor 7000	No frecuentado	Pica doble
15	Cóndor 7000	No frecuentado	Pica doble
16	Cóndor 7000	No frecuentado	Pica doble
17	Cóndor 7000	No frecuentado	Pica doble
18	Cóndor 9000	No frecuentado	Pica doble
19	Cóndor 7000	No frecuentado	Pica doble
20	Cóndor 7000	No frecuentado	Pica doble
21	Cóndor 5000	No frecuentado	Pica doble
22	Cóndor 33000	Frecuentado	Anillo con 4 picas

3.4 Cálculo de aisladores

3.4.1 Cálculo eléctrico

El aislamiento de las cadenas de aisladores viene dado por la línea de fuga total de la cadena.

La línea está ubicada en una zona con nivel de contaminación medio, por ello le corresponde una línea de fuga nominal de 20mm/kV; es decir, debe tener una línea de fuga mínima de:

$$L_{fuga_mín} = U_{máx} l_{mín} = 245 \cdot 20 = 4900mm$$

3.4.2 Cálculo mecánico

Según el apartado 3.4 de la ITC-07 del RLAT, el coeficiente de seguridad mecánico a la rotura del aislador no será inferior a 3, es decir, la carga máxima que debería soportar el aislador debe ser 3 veces mayor a la máxima esperada. Además, la carga de rotura de la cadena de aisladores debe ser superior a la carga de rotura del conductor.

En el caso de la presente línea, la carga de rotura del conductor es 129,4kN; y el cable se va a tender con un coeficiente de seguridad de 3,5. Lo que significa que la máxima tracción esperada será de 36,97kN. Si se aplica el coeficiente de seguridad de 3, resulta una tracción mínima necesaria en la cadena de 110,91kN.

3.4.3 Elección del aislador

El aislador elegido pertenece al fabricante La Granja:

Modelo	E-120P-146
Carga de rotura [kN]	120
Diámetro máximo [mm]	255
Línea de fuga [mm]	320
Paso [mm]	146
Masa [kg]	4.8

3.4.4 Elección del número de aisladores

El número de aisladores necesarios se calcula:

$$N^{\circ}_{aisladores} = \frac{línea\ fuga_{total}}{línea\ fuga_{aislador}}$$

Resulta una cantidad necesaria de 16 aisladores, pero si se consideran los requerimientos del aislamiento frente a impulsos tipo rayo (1050kV) y a frente a sobretensiones de frecuencia industrial de corta duración (460kV), resulta que se necesitan 18 aisladores:

Número de aisladores	A	B	C
17	765kV	450kV	1425kV
18	840kV	480kV	1500kV

A: Tensión soportada a frecuencia industrial en seco

B: Tensión soportada a frecuencia industrial bajo lluvia

C: Tensión soportada a impulso tipo rayo

3.5 Distancias de seguridad

A continuación se calculan las distancias mínimas de seguridad que son de aplicación, que aparecen en el apartado 5 de la ITC-07 del RLAT. Para ello, antes de nada es preciso definir tres distancias de seguridad:

- D_{el} : Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente rápido o lento. Puede emplearse como distancia interna o externa. En el caso de la presente línea:

$$D_{el} = 1,7m$$

- D_{pp} : Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente rápido o lento. Es una distancia interna. En el caso de la presente línea:

$$D_{pp} = 2,0m$$

- a_{som} : Valor mínimo de la distancia de descarga de la cadena de aisladores, definida como la distancia más corta en la línea recta entre las partes en tensión y las partes puestas a tierra.

3.5.1 Distancia entre conductores

La separación mínima entre conductores de fase se determina según la siguiente fórmula del apartado 5.4.1 de la ITC-07 del RLAT:

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

D: Distancia entre conductores [m]

K': Coeficiente de valor 0,85 por ser línea de categoría especial

F: Flecha máxima [m]

L: Longitud de la cadena de suspensión [m]

K: Coeficiente que depende de la oscilación

El coeficiente K depende del ángulo de oscilación, y dicho ángulo se calcula como el cociente entre la presión del viento a 120km/h entre la presión vertical del propio conductor junto con el hielo:

$$\alpha = \operatorname{arctg} \left(\frac{13,86}{24,05} \right) = 29,95^\circ$$

Según la tabla 16 del apartado mencionado anteriormente, a un ángulo de $29,95^\circ$ le corresponde un coeficiente $K=0,6$.

Con todo ello resulta un valor mínimo de distancia de 5,03 metros.

Con la cabeza que se usa en este proyecto, y cuyas características se describieron en apartados anteriores, resulta una distancia entre fases de 5,67 metros; de modo que se cumple la mínima distancia de seguridad.

3.5.2 Distancias entre conductores y a partes puestas a tierra

La separación mínima entre los conductores y sus accesorios en tensión y los apoyos, no será inferior a D_{el} (1,7m), con un mínimo de 0,2m.

En el caso de cadenas en suspensión se supondrá una desviación y una tracción bajo la acción de la mitad de la presión del viento a 120km/h a -10°C . Lo cual supone una desviación de $16,07^\circ$. En la parte de los planos se ve demuestra que bajo dichas condiciones se sigue cumpliendo la distancia de seguridad.

3.5.3 Distancia al terreno, caminos, sendas y cursos de agua no navegables

La distancia mínima entre los cables de fase y el terreno viene dada por la expresión que aparece en el apartado 5.5 de la ITC-07 del RLAT (con un mínimo de 6 metros):

$$D_{add} + D_{el} = 5,3 + D_{el}$$

Resulta una distancia de 7 metros, pero en este caso se ha optado por diseñar con una distancia de seguridad de 8 metros. En los planos se demuestra que, bajo las condiciones que producen la flecha máxima, se cumplen las distancias de seguridad.

3.5.4 Distancia a otras líneas

En los cruzamientos con otras líneas hay que tener en cuenta que se situará a mayor altura las líneas de mayor tensión; y en caso de ser la misma tensión, se situará más arriba la línea de nueva construcción.

Además habrá que dejar las siguientes distancias de seguridad:

- Distancia entre los conductores de la línea inferior y el apoyo de la línea superior. Habrá que dejar un mínimo de 5 metros y no deberá ser inferior a:

$$D_{add} + D_{el} = 1,5 + D_{el} = 3,2 \text{ m}$$

- Distancia entre los conductores de fase de ambas líneas en las condiciones más desfavorables:

$$D_{add} + D_{pp} = 3,5 + D_{el} = 5,2 \text{ m}$$

- Distancia entre conductores de fase de la línea superior y cables de guarda de la línea inferior. Habrá que dejar un mínimo de 2 metros, y no deberá ser inferior a:

$$D_{add} + D_{el} = 1,5 + D_{el} = 3,2 \text{ m}$$

En los planos se demuestra el cumplimiento de dichas distancias.

3.5.5 Distancia a ríos y canales navegables o flotables

La línea no cruza canales navegables, pero sí flotables, de modo que se diseñará con un gálibo cero según a ecuación del apartado 5.11 de la ITC-07 del RLAT:

$$G + D_{add} + D_{el} = 3,5 + D_{el} = 5,2 \text{ m}$$

En cualquier caso, se ha diseñado como distancia al terreno, es decir dejando 8 metros.

3.6 Cálculo de herrajes

La elección de los herrajes se ha realizado de tal manera que la carga de rotura de los elementos sea superior a la carga de rotura de los aisladores, con coeficientes de seguridad de 3 y teniendo en cuenta las dimensiones de todos los elementos para su montaje.

El fabricante escogido es ARRUTI.

En el caso de la presente línea, la carga de rotura del conductor es 129,4kN; y el cable se va a tender con un coeficiente de seguridad de 3,5. Lo que significa que la máxima tracción esperada será de 36,97kN. Si se aplica el coeficiente de seguridad de 3, resulta una tracción mínima necesaria en la cadena de 110,91kN.

Para el cable de guarda, la carga de rotura es 61kN; el cable se va a tender con un coeficiente de seguridad de 3. De modo que la máxima tracción será 20,33kN. Si se aplica un coeficiente de seguridad de 3, se han de buscar herrajes cuya carga de rotura sea superior a 61kN.

3.6.1 Cadena de suspensión para conductor

Se muestra en los planos

3.6.2 Cadena de suspensión para protección

Se muestra en los planos

3.6.3 Cadena de amarre para conductores

Se muestra en los planos

3.6.4 Cadena de amarre para protección

Se muestra en los planos

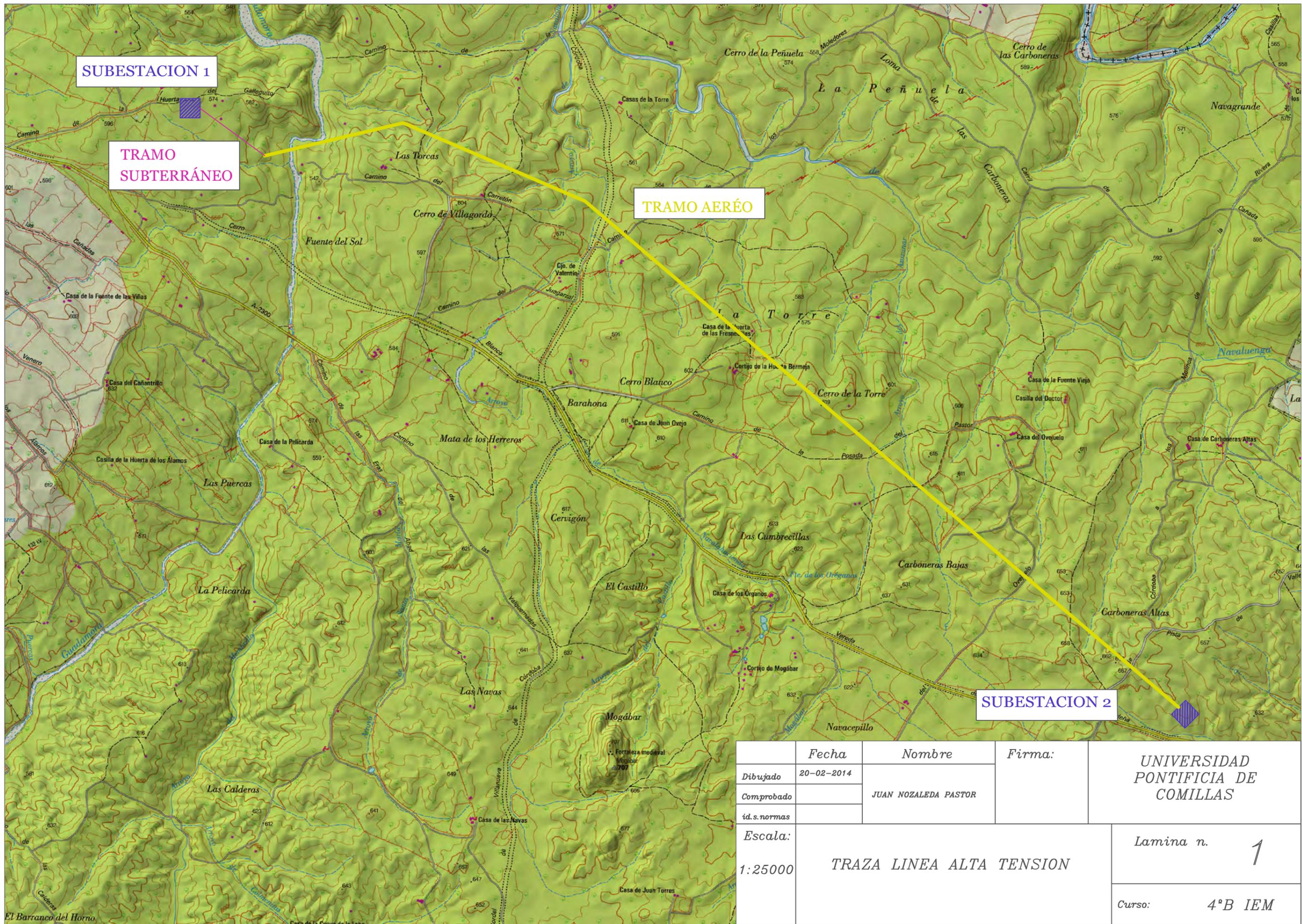
PARTE II

PLANOS

Capítulo 1 Planos

A continuación se muestra la alista de planos:

- Situación
- Perfil
- Apoyo
- Distancias de seguridad en apoyo
- Aisladores
- Cadena de suspensión
- Cadena de amarre
- Canalizaciones



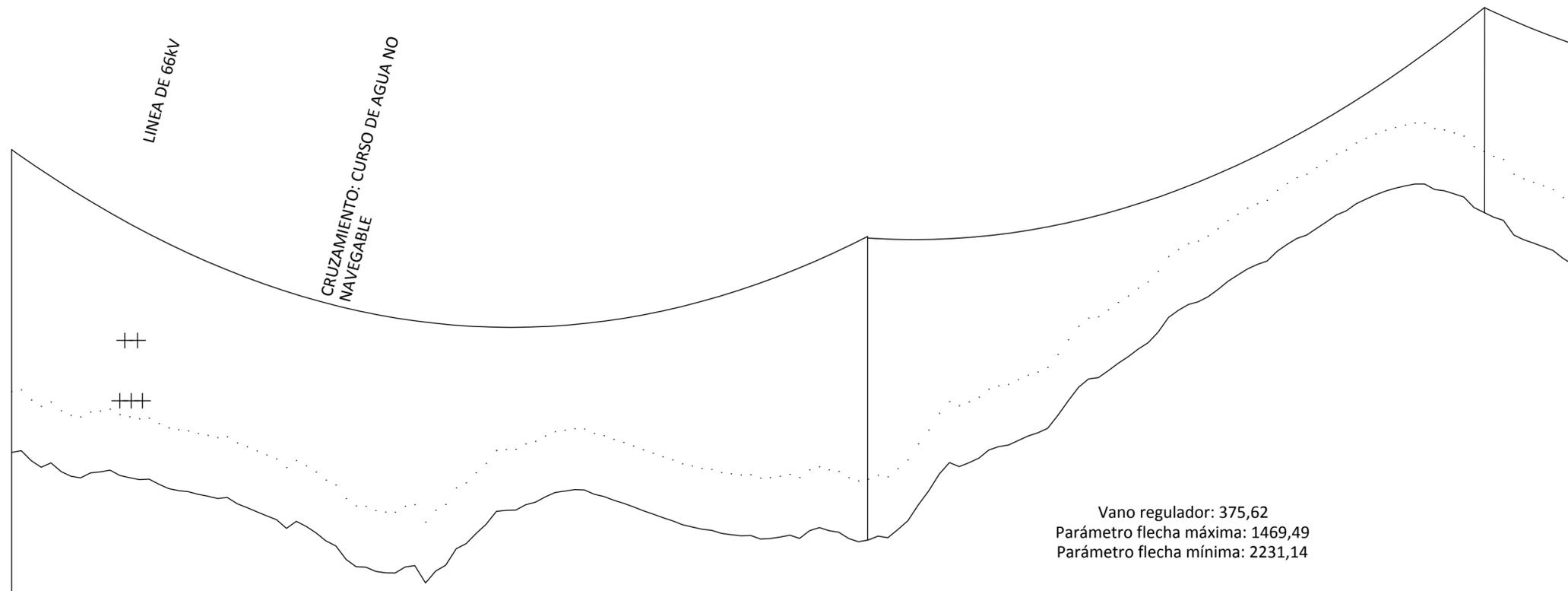
SUBESTACION 1

TRAMO SUBTERRÁNEO

TRAMO AERÉO

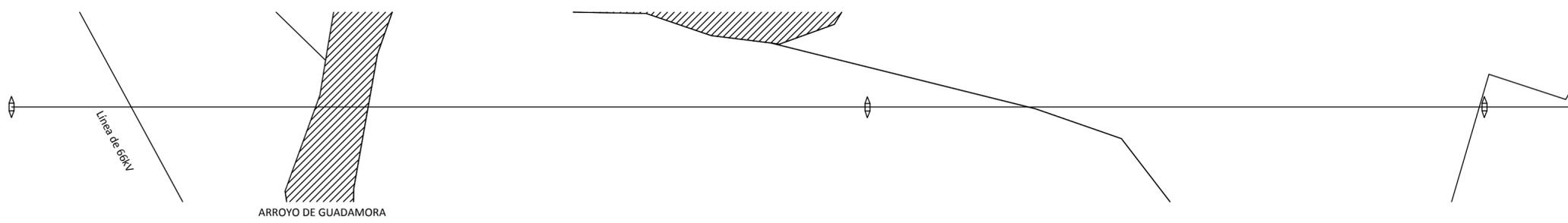
SUBESTACION 2

	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	UNIVERSIDAD PONTIFICIA DE COMILLAS
<i>Dibujado</i>	20-02-2014	JUAN NOZALEDA PASTOR		
<i>Comprobado</i>				
<i>id. s. normas</i>				
<i>Escala:</i>	TRAZA LINEA ALTA TENSION			<i>Lamina n.</i> 1
1:25000				<i>Curso:</i> 4ºB IEM

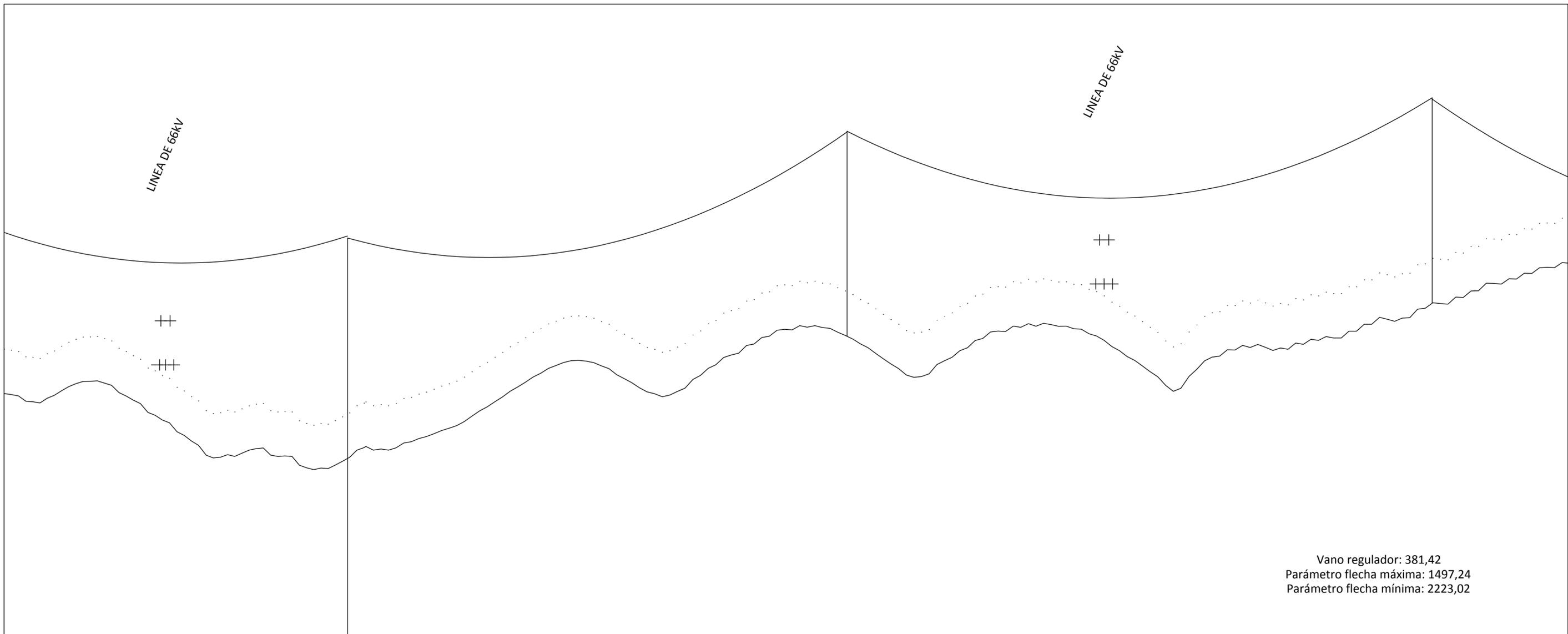


COORDENADAS U.T.M.
 KILOMETROS
 APOYOS
 VANOS
 ALINEACIONES

X=357.780,2345 Y=4.259.133,0442 Z=523,09	X=358.218,95 Y=4.259.236,5629 Z=511,45	X=358.535,2337 Y=4.259.311,1891 Z=541,85
	450,64	775,6
GCO-40000-40-N1	CO-7000-40-N5C	CO-5000-30-N5C
①	②	③
450.64		324.96
ALINEACIÓN Nº 1 DE 1069.97 m		



	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	UNIVERSIDAD PONTIFICIA DE COMILLAS
<i>Dibujado</i>	20-02-2014	JUAN NOZALED A PASTOR		
ESCALA HORIZONTAL 1:500		LÍNEA 220kV PERFIL DE LA LÍNEA		Lamina n. 2.1
ESCALA VERTICAL 1:2000				



X=358.821,6054
Y=4.259.378,7596
Z=536,02

X=359.152,4406
Y=4.259.236,5608
Z=555,18

X=359.540,3933
Y=4.259.069,8118
Z=561,27

1066,7

1426,66

1849,06

CO-27000-40-N5C

CO-7000-40-N5C

CO-7000-40-N5C

291.1

④

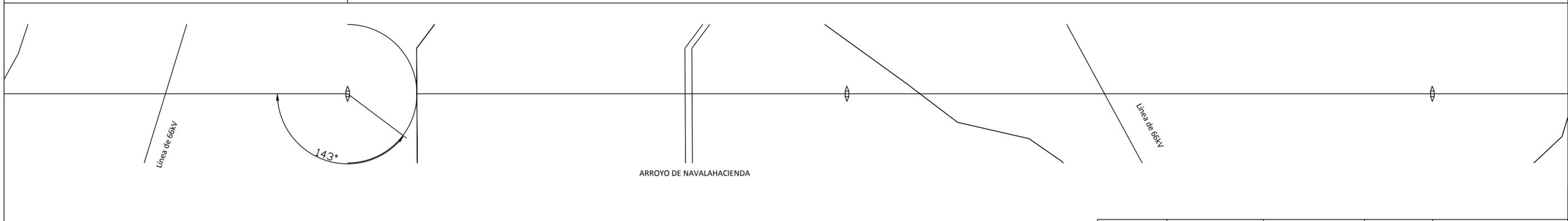
359.96

⑤

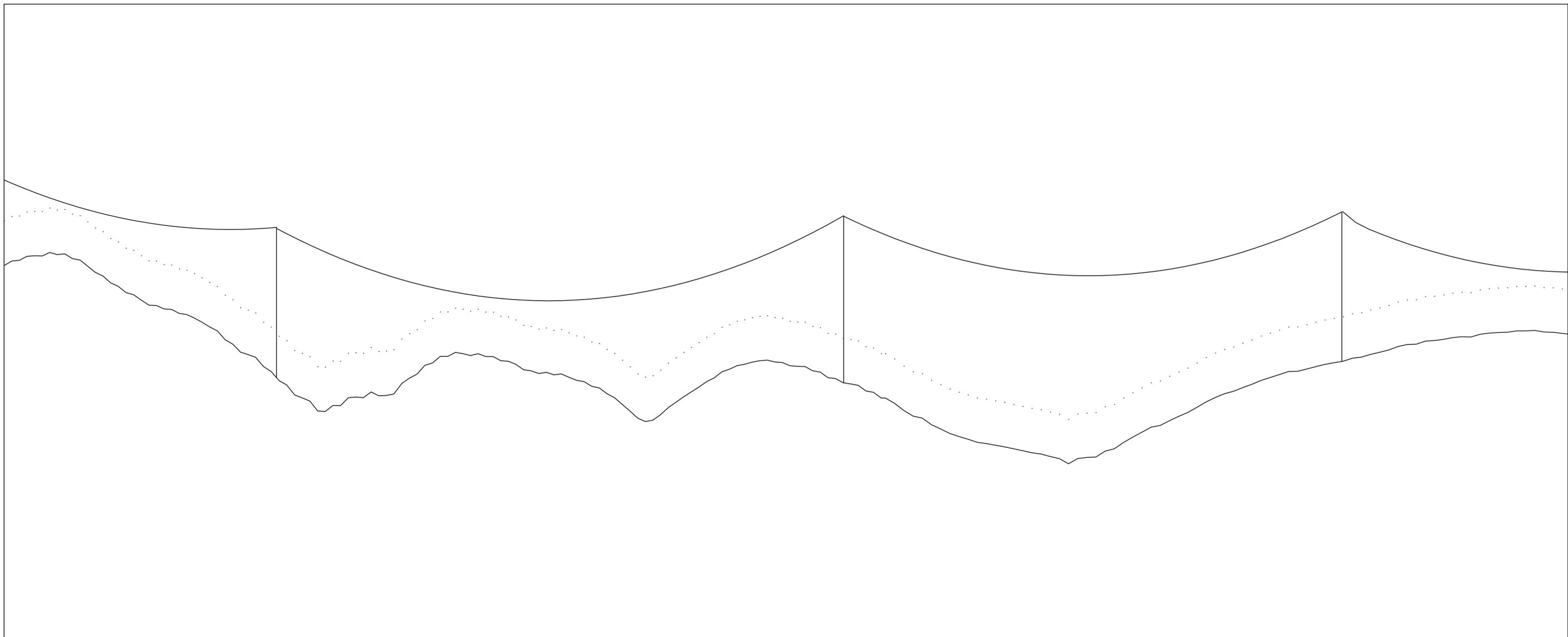
422.4

⑥

ALINEACIÓN Nº 2 DE 1486.98 m



	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	UNIVERSIDAD PONTIFICIA DE COMILLAS
<i>Dibujado</i>	20-02-2014	JUAN NOZALED A PASTOR		
ESCALA HORIZONTAL 1:500		LÍNEA 220kV PERFIL DE LA LÍNEA		Lamina n. 2.2
ESCALA VERTICAL 1:2000				



X=359.811,8295
Y=4.258.953,1438
Z=538,41

X=360.187,7400
Y=4.258.791,5708
Z=537,09

X=360.461,2246
Y=4.258.558,5060
Z=550,89

2144,381

2553,68

2913

CO-7000-35-N5C

CO-18000-35-N5C

CO-7000-40-N5C

295.32

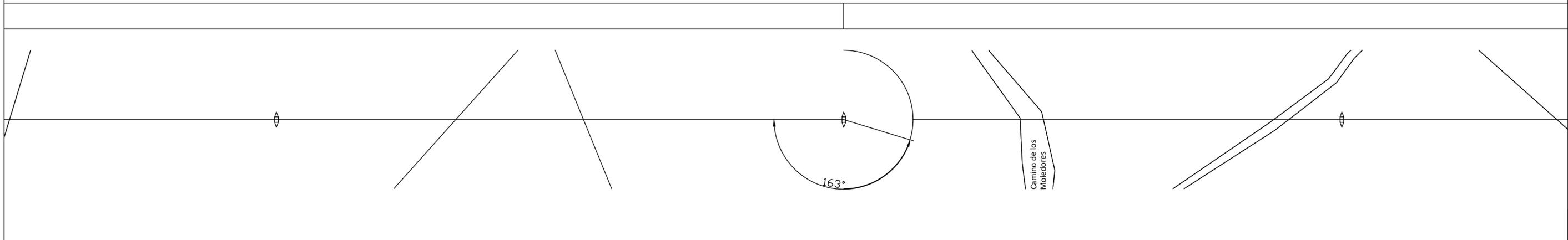
⑦

409.3

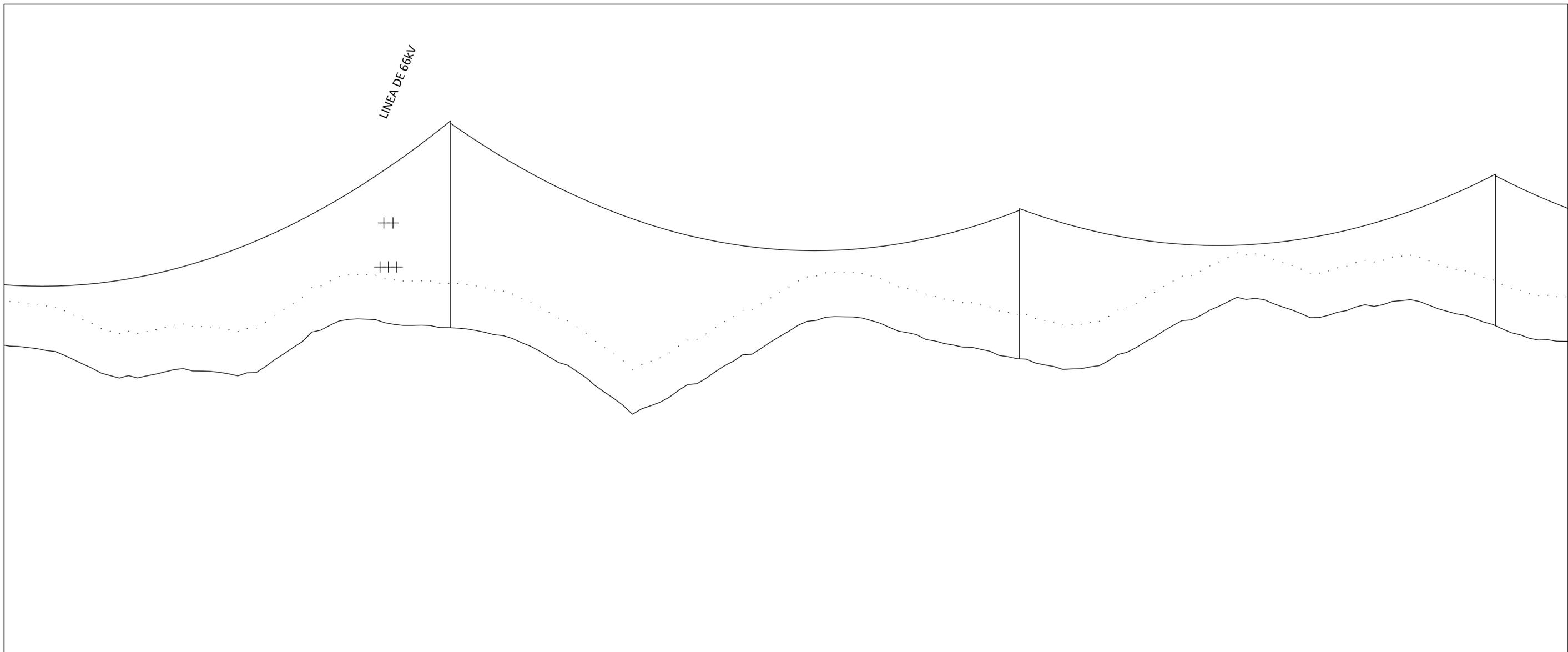
⑧

359.32

⑨



	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	UNIVERSIDAD PONTIFICIA DE COMILLAS
<i>Dibujado</i>	20-02-2014	JUAN NOZALED A PASTOR		
ESCALA HORIZONTAL 1:500		LÍNEA 220kV PERFIL DE LA LÍNEA		Lamina n. 2.3
ESCALA VERTICAL 1:2000				



X=360.814,1543
Y=4.258.257,7378
Z=559,84

X=361.126,4626
Y=4.257.991,5873
Z=543,95

X=361.387,7710
Y=4.257.768,8992
Z=550,17

3376,7

3787,04

4130,36

CO-7000-40-N5C

CO-7000-30-N5C

CO-7000-30-N5C

463.7

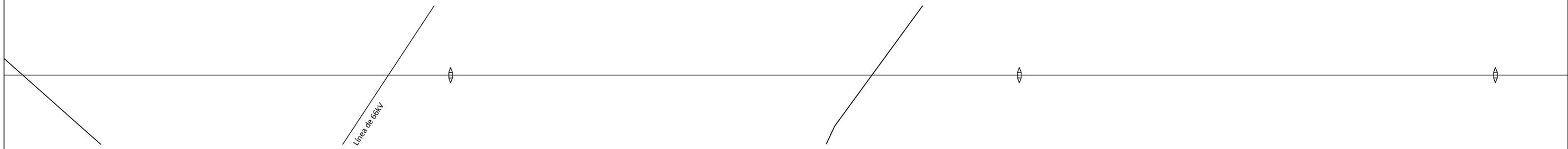
⑩

410.34

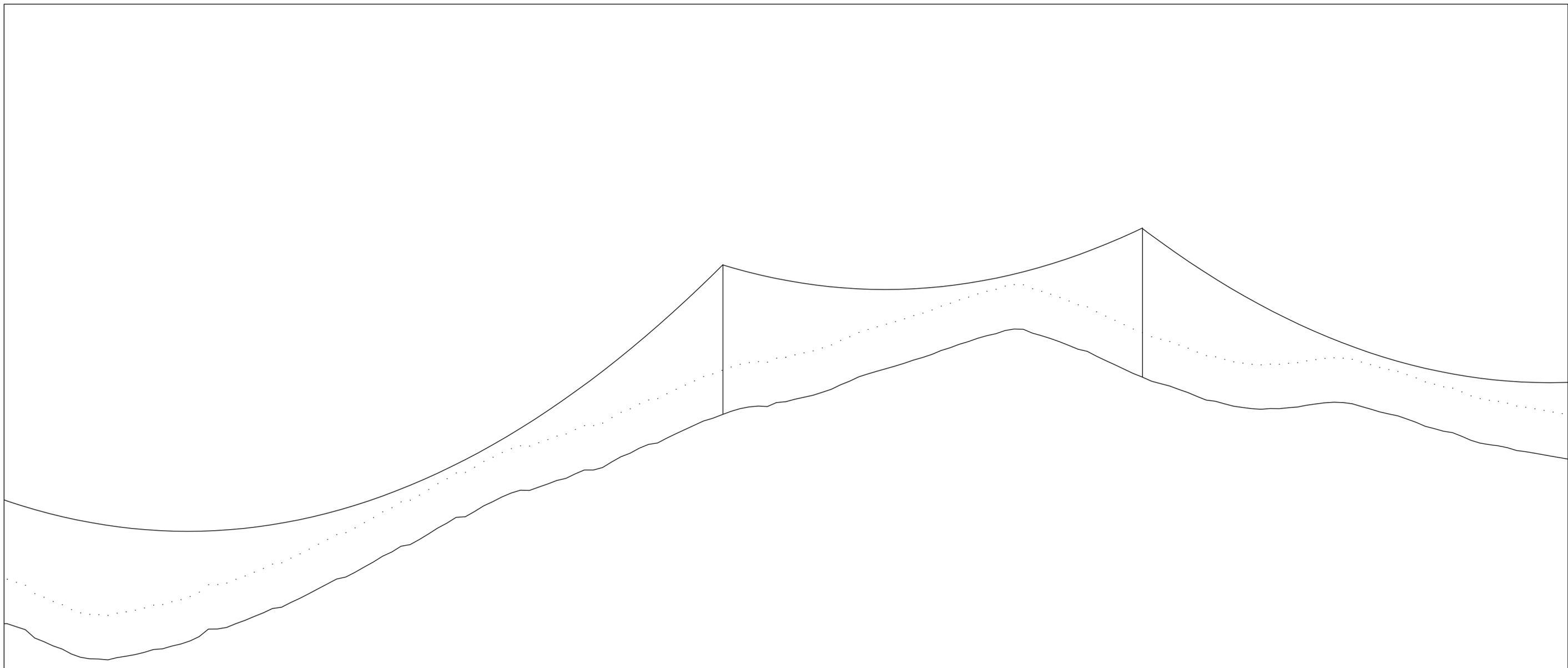
⑪

343.32

⑫



	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	UNIVERSIDAD PONTIFICIA DE COMILLAS
<i>Dibujado</i>	20-02-2014	JUAN NOZALED A PASTOR		
ESCALA HORIZONTAL 1:500		LÍNEA 220kV PERFIL DE LA LÍNEA		Lamina n. 2.4
ESCALA VERTICAL 1:2000				



X=361.834,4427
Y=4.257.388,2435
Z=585,16

X=362.064,7311
Y=4.257.191,9908
Z=591,73

4717,22

5019,78

CO-7000-30-N5C

CO-7000-30-N5C

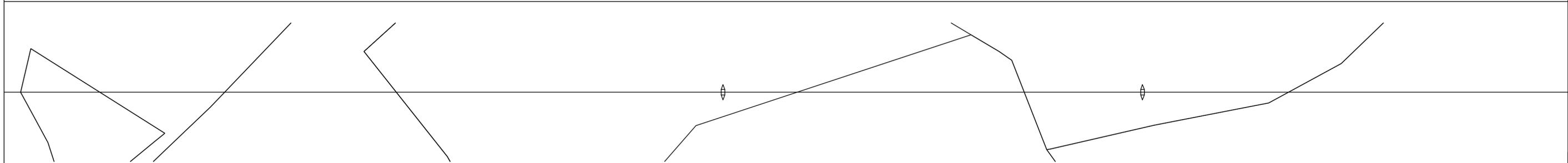
586.86

⑬

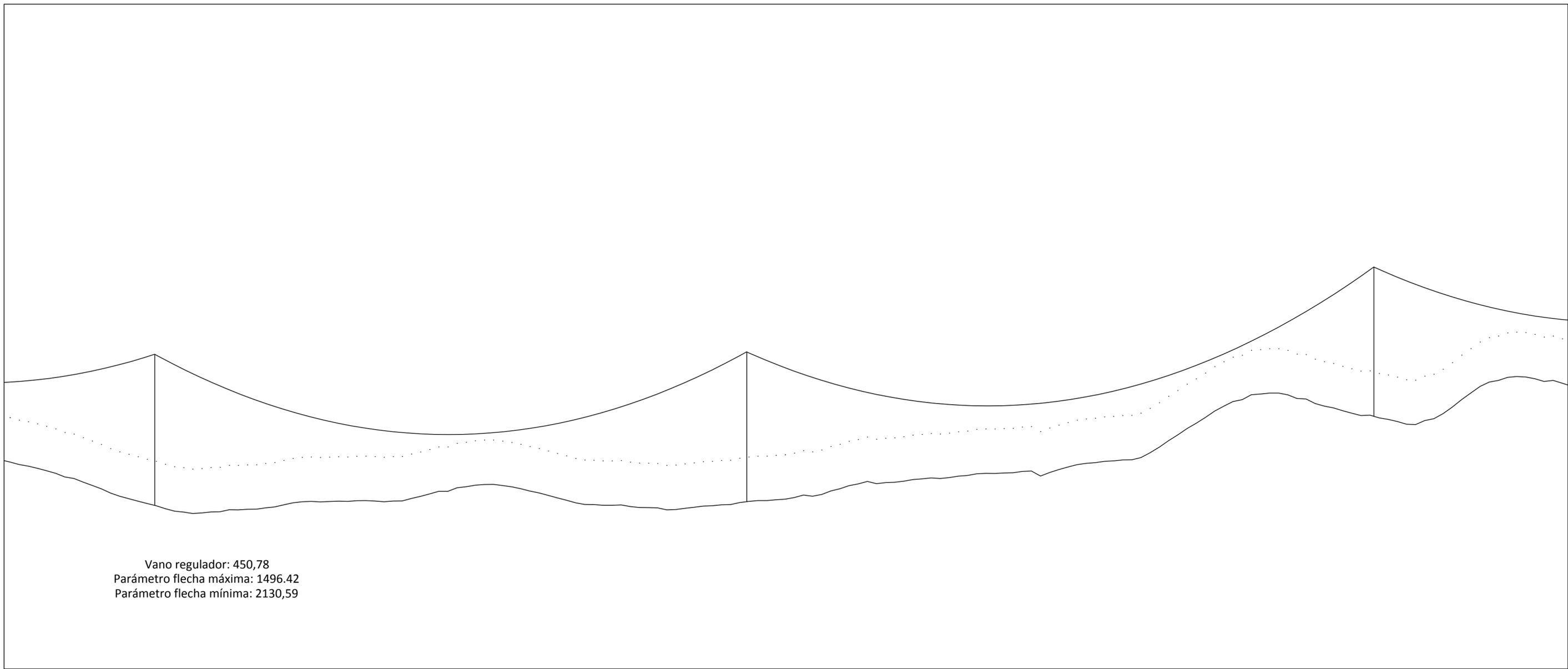
302.56

⑭

421.38



	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	UNIVERSIDAD PONTIFICIA DE COMILLAS
<i>Dibujado</i>	20-02-2014	JUAN NOZALED A PASTOR		
ESCALA HORIZONTAL 1:500		LÍNEA 220kV PERFIL DE LA LÍNEA		Lamina n. 2.5
ESCALA VERTICAL 1:2000				



Vano regulador: 450,78
 Parámetro flecha máxima: 1496,42
 Parámetro flecha mínima: 2130,59

X=362.384,5076
 Y=4.256.919,4758
 Z=569,12

X=362.709,4999
 Y=4.256.642,5160
 Z=569,55

X=363.053,7678
 Y=4.256.349,1293
 Z=584,84

5441,16

5866,92

6319,24

CO-7000-30-N5C

CO-7000-30-N5C

CO-7000-30-N5C

15

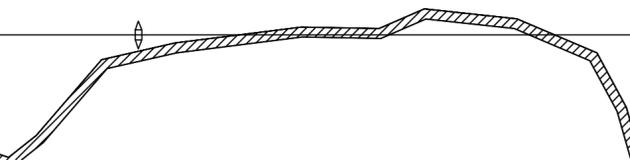
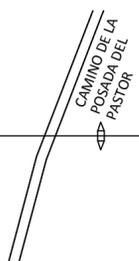
425.76

16

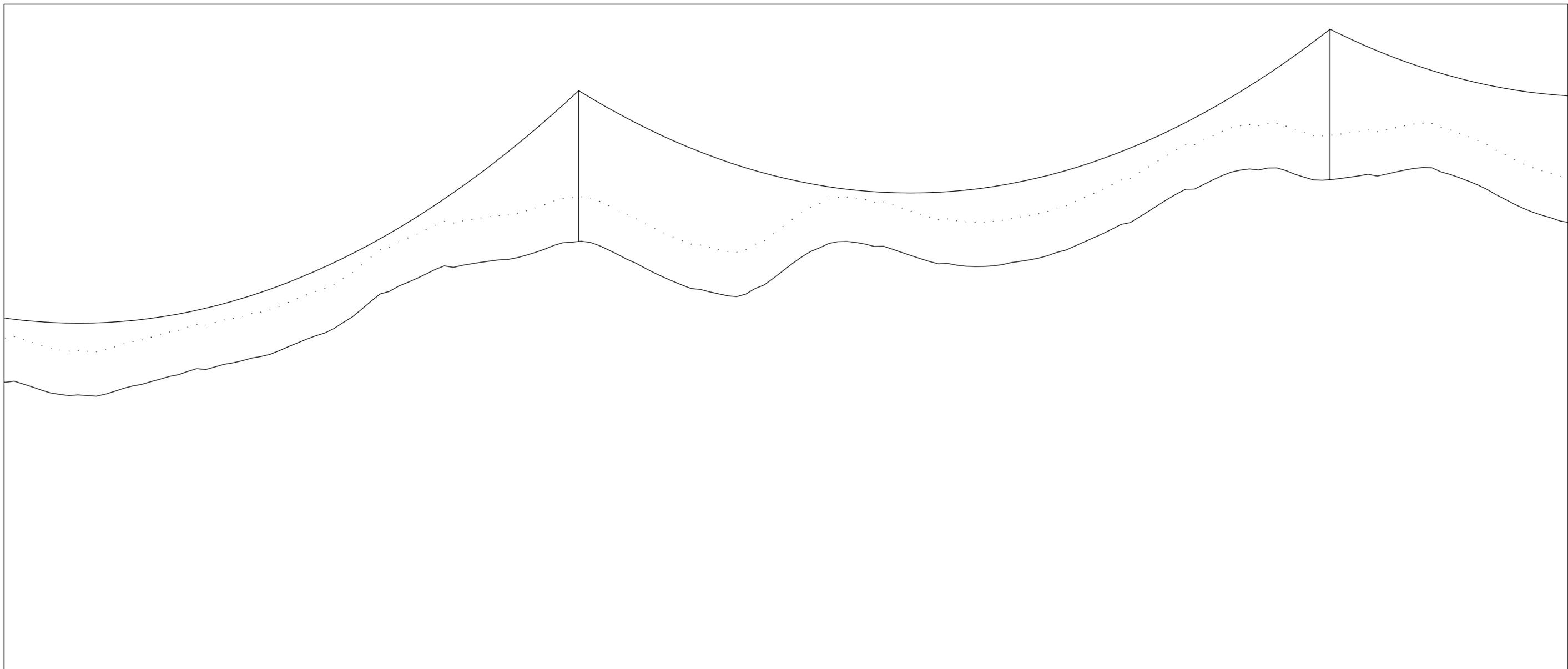
452.32

17

ALINEACIÓN Nº 3 DE 5862.91 m



	Fecha	Nombre	Firma:	UNIVERSIDAD PONTIFICIA DE COMILLAS
Dibujado	20-02-2014	JUAN NOZALED A PASTOR		
ESCALA HORIZONTAL 1:500 ESCALA VERTICAL 1:2000	LÍNEA 220kV PERFIL DE LA LÍNEA			Lamina n. 2.6



X=363.462,0756
Y=4.256.001,1676
Z=616,77

X=363.874,4450
Y=4.255.649,7446
Z=627,85

6855,70

7397,5

CO-9000-30-N5C

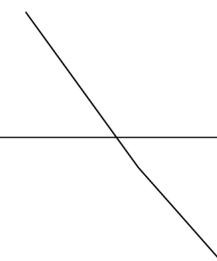
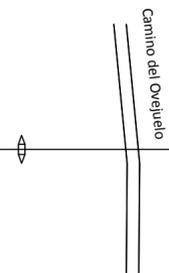
CO-7000-30-N5C

536.46

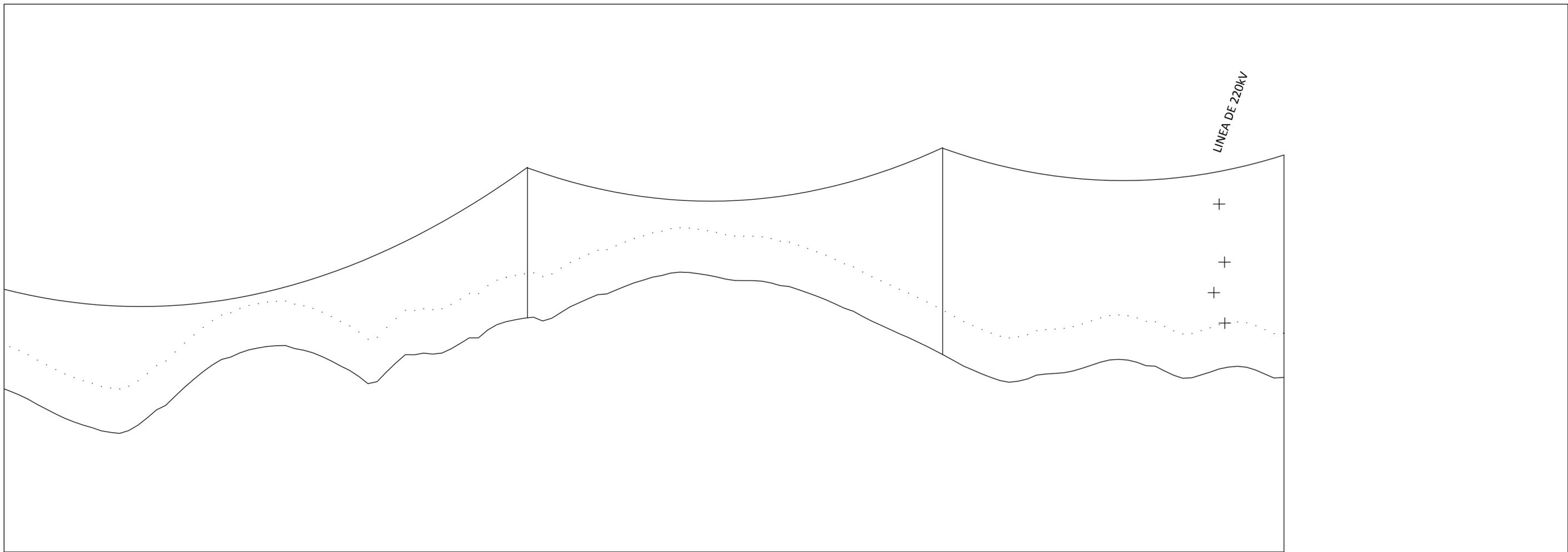
18

541.8

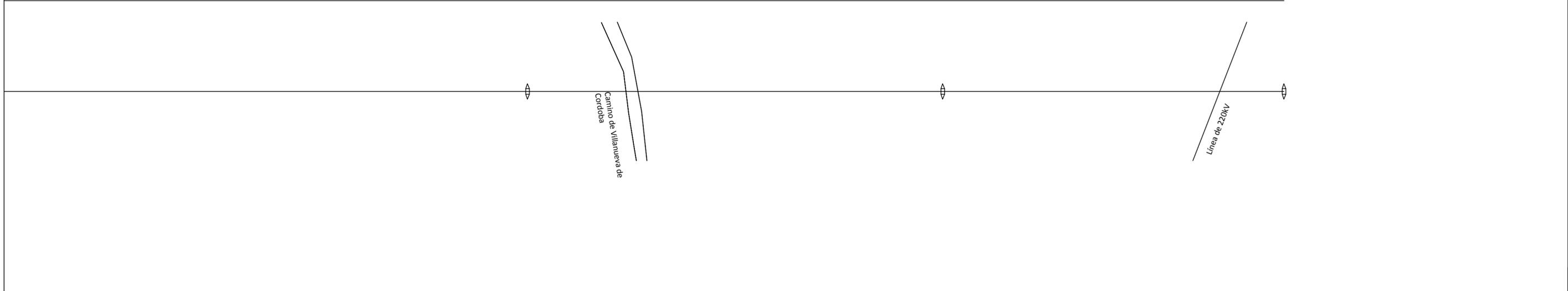
19



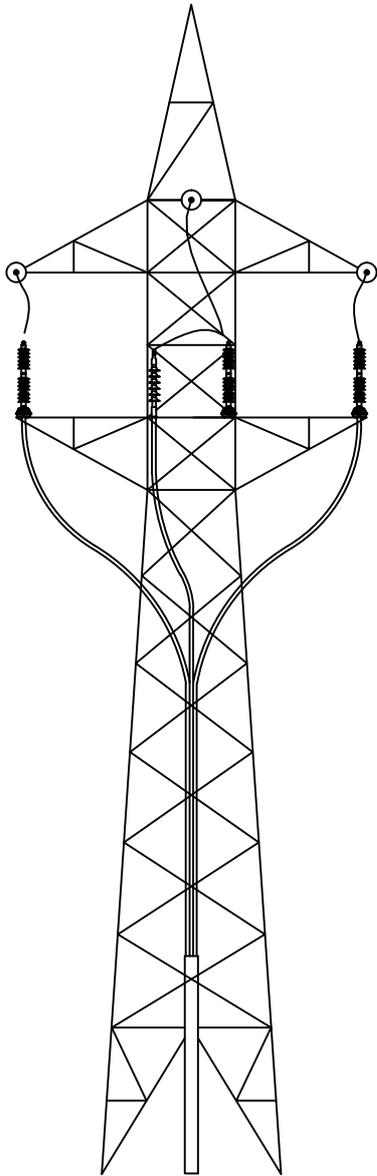
	Fecha	Nombre	Firma:	UNIVERSIDAD PONTIFICIA DE COMILLAS
Dibujado	20-02-2014	JUAN NOZALED A PASTOR		
ESCALA HORIZONTAL 1:500 ESCALA VERTICAL 1:2000	LÍNEA 220kV PERFIL DE LA LÍNEA			Lamina n. 2.7



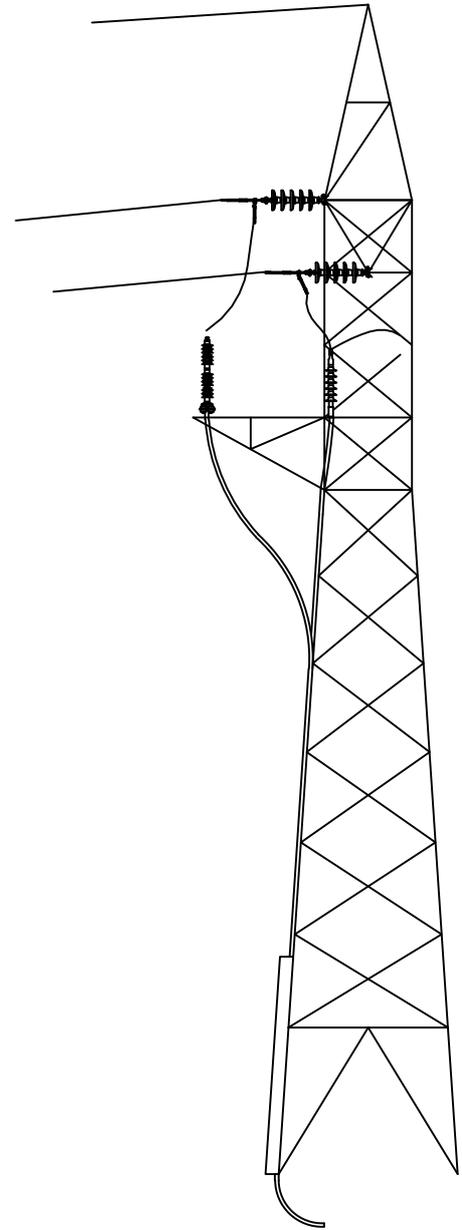
	X=364.234,8097 Y=4.255.342,6403 Z=640,70	X=364.462,7130 Y=4.255.148,4200 Z=639,07	X=364.650,0649 Y=4.254.988,7579 Z=642,87
	7870,98	8170,42	8416,58
	CO-7000-30-N5C	CO-5000-40-N5C	CO-33000-40-N5C
473.48	Ⓐ	299.44	Ⓑ



	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	UNIVERSIDAD PONTIFICIA DE COMILLAS
<i>Dibujado</i>	20-02-2014	JUAN NOZALED A PASTOR		
ESCALA HORIZONTAL 1:500		LÍNEA 220kV PERFIL DE LA LÍNEA		Lamina n. 2.8
ESCALA VERTICAL 1:2000				

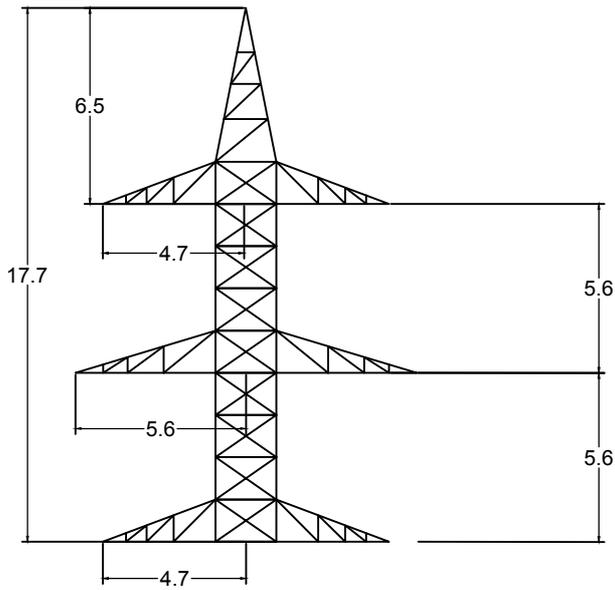


CARA FRONTAL

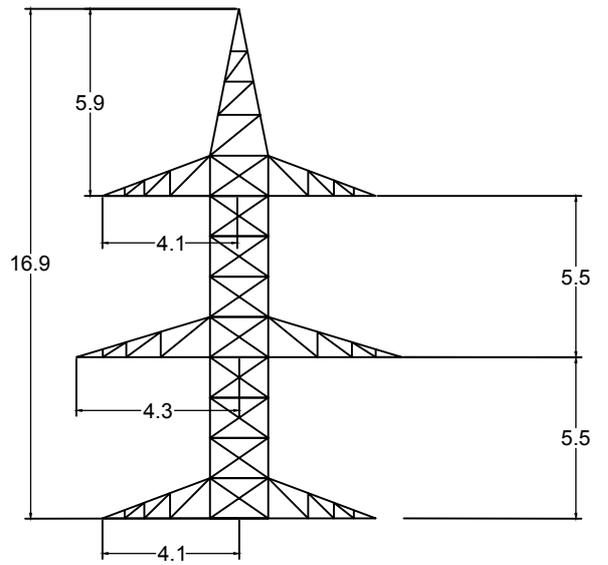


CARA LATERAL

	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	UNIVERSIDAD PONTIFICIA DE COMILLAS
<i>Dibujado</i>	02-05-2014	JUAN NOZALEDA PASTOR		
<i>Escala:</i> 1:250	LINEA DE 220kV CADENA DE AMARRE CABLE GUARDA			<i>Lamina n.</i> 3.2

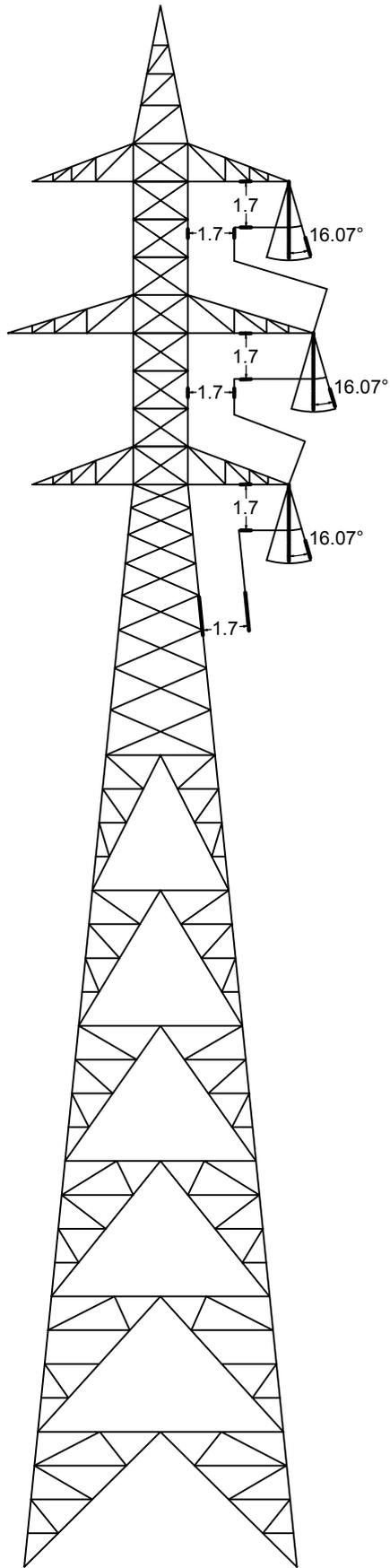


GRAN CONDOR N1

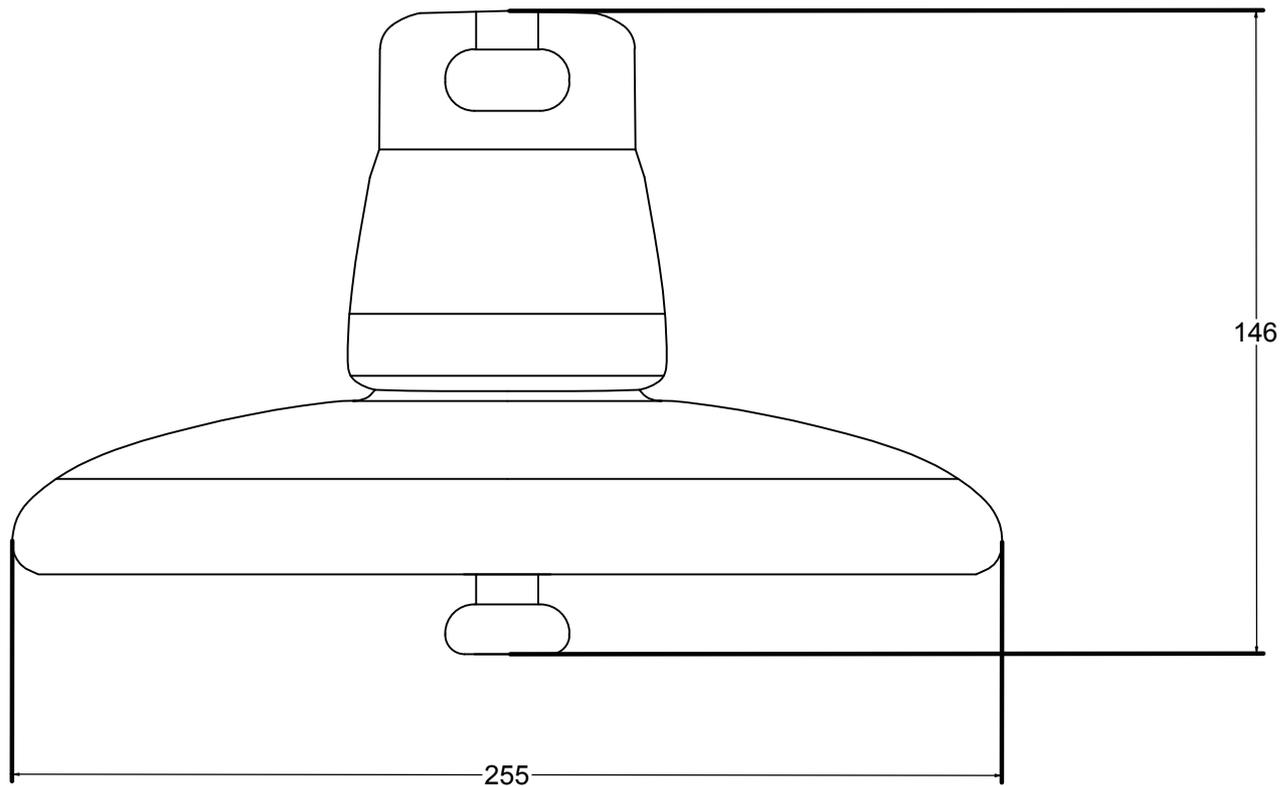


CONDOR N5C

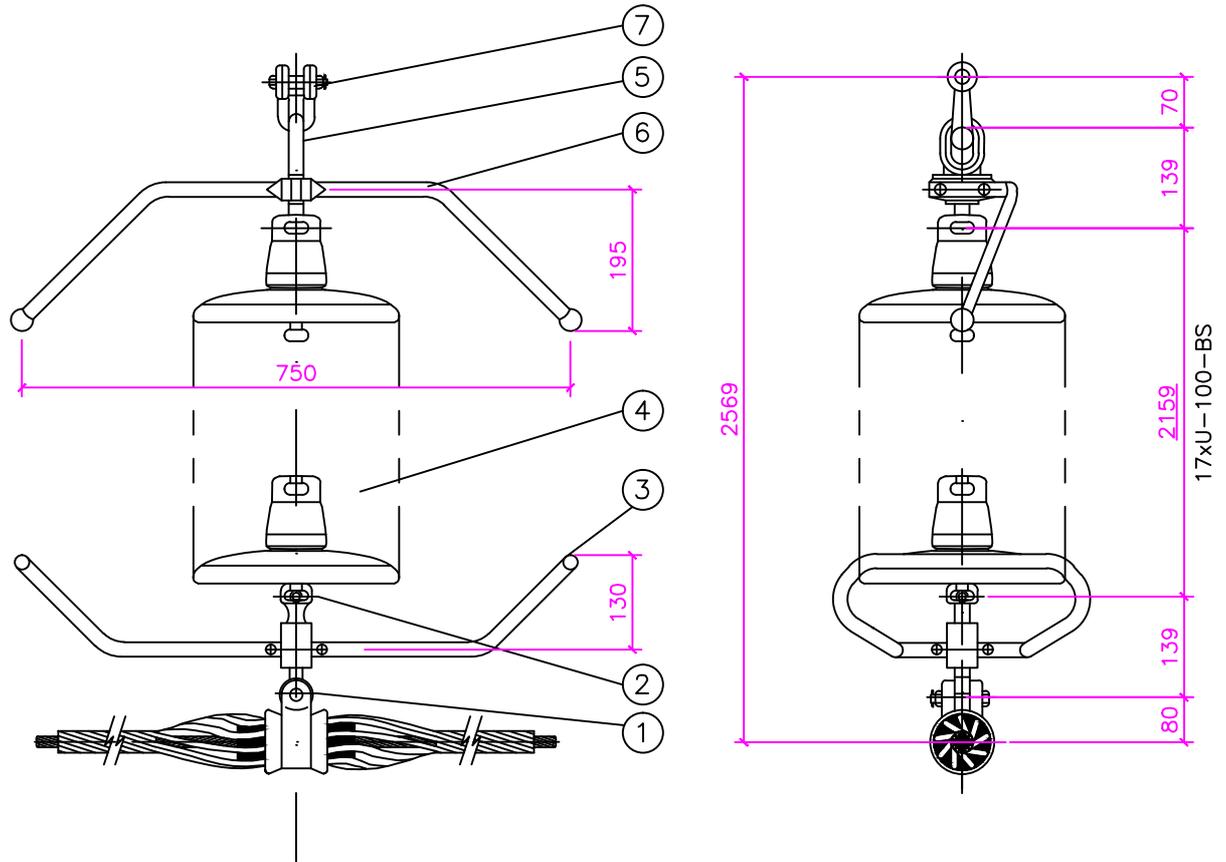
	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	UNIVERSIDAD PONTIFICIA DE COMILLAS
<i>Dibujado</i>	02-05-2014	JUAN NOZALEDA PASTOR		
<i>Escala:</i> 1:250	LINEA DE 220kV CABEZA TIPO CONDOR N5C Y GRAN CONDOR N1			<i>Lamina n.</i> 3



	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	UNIVERSIDAD PONTIFICIA DE COMILLAS
<i>Dibujado</i>	02-05-2014	JUAN NOZALEDA PASTOR		
<i>Escala:</i> 1:250	LINEA DE 220kV DISTANCIAS SEGURIDAD EN APOYO			<i>Lamina n.</i> 4



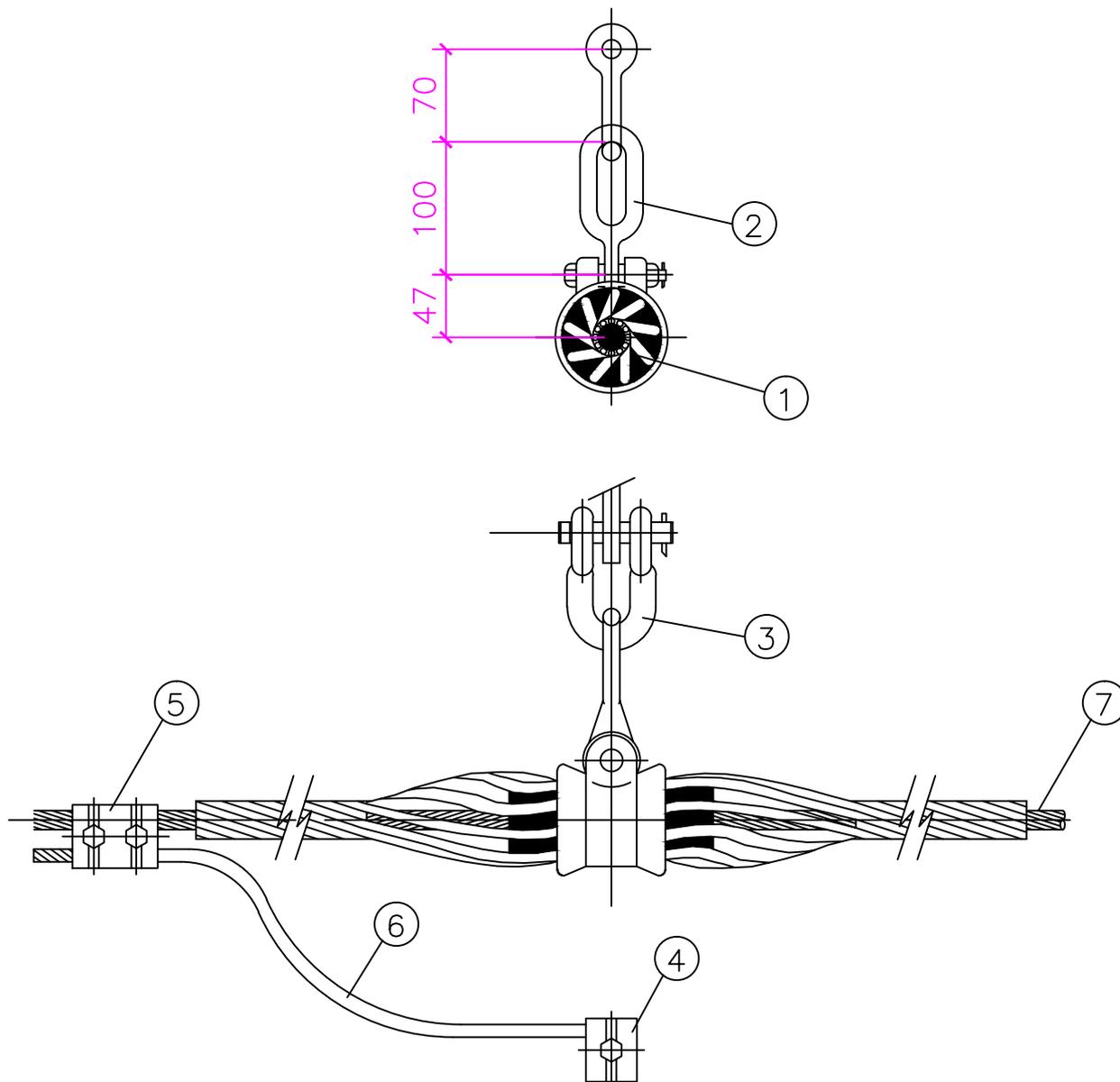
	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	UNIVERSIDAD PONTIFICIA DE COMILLAS
<i>Dibujado</i>	02-05-2014	JUAN NOZALEDA PASTOR		
<i>Escala:</i> 1:250	LINEA DE 220kV AISLADOR E-120P-146			<i>Lamina n.</i> 5



PESO APROXIMADO: 82 kg
 CARGA ROTURA MINIMA DE LA CADENA: 12.000 daN
 CARGA ROTURA MINIMA GRAPA: 12.000 daN
 TENSION SOPORTADA A FRECUENCIA INDUSTRIAL BAJO LLUVIA: 480 kV
 TENSION SOPORTADA A IMPULSO TIPO RAYO 1,2/50 μ s: 1.500 kV
 LINEA DE FUGA: 5.760 mm

POS.	CODIGO	DENOMINACION	CANT.
1	GAS-7/28	GRAPA SUSPENSION ARMADA PARA CABLE LA-455	1
2	N-243181/16	ROTULA LARGA PARA PROTECCION RP-16/17,5	1
3	P33135x2	DESCARGADOR SUSPENSION SIMPLEX INFERIOR 220KV	1
4	-	AISLADOR VIDRIO E-120P-146	18
5	N-242043	ANILLA BOLA PARA PROTECCION AB-16P	1
6	P11114x2	DESCARGADOR SUSPENSION SUPERIOR 220KV	1
7	N-241030	GRILLETE NORMAL RECTO GN-16 UNESA	1

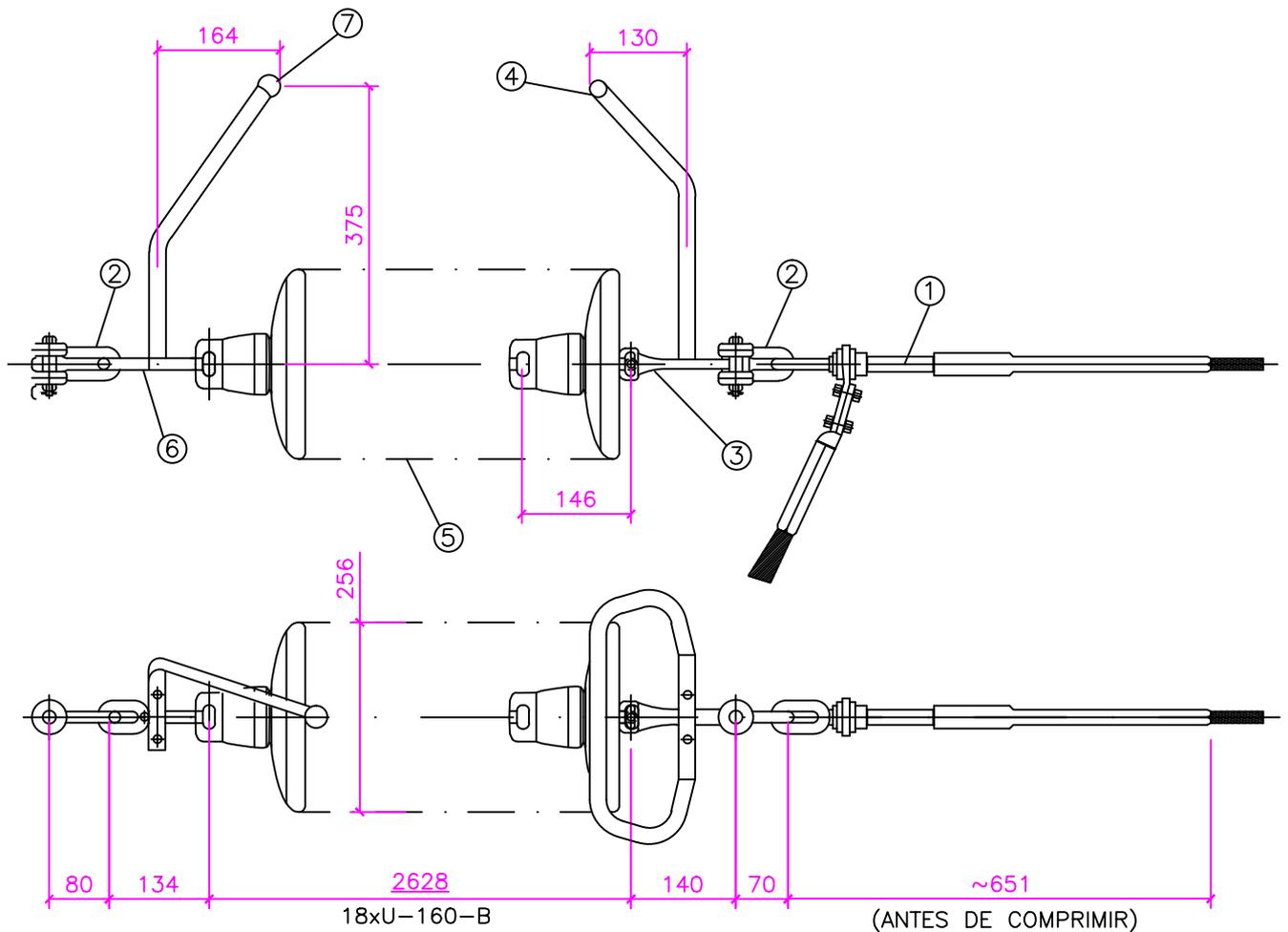
	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	UNIVERSIDAD PONTIFICIA DE COMILLAS
<i>Dibujado</i>	02-05-2014	JUAN NOZALEDA PASTOR		
<i>Escala:</i> 1:250	LINEA DE 220kV CADENA SUSPENSION CONDUCTOR			<i>Lamina n.</i> 6.1



PESO APROXIMADO: 4,5 kg
 CARGA ROTURA MINIMA DE LA CADENA: 12.500 daN
 CARGA ROTURA MINIMA GRAPA: 8.500 daN

POS.	CODIGO	DENOMINACION	CANT.
1	S90216	GRAPA GSA PARA CABLE F.O. 14,0/18,0 mm	1
2	2129	ESLABON REVIRADO ER-16	1
3	N-241030	GRILLETE NORMAL RECTO GN-16 UNESA	1
4	230013/2	GRAPA CONEXION SENCILLA PARA CABLE ALUMINIO	1
5	259111	GRAPA CONEXION UNIVERSAL PARALELA CABLE ALUMINIO	1
6	--	CABLE AL-AC LA-56	1 m
7	--	CABLE DE FIBRA OPTICA OPGW 48 - 43D58z	-

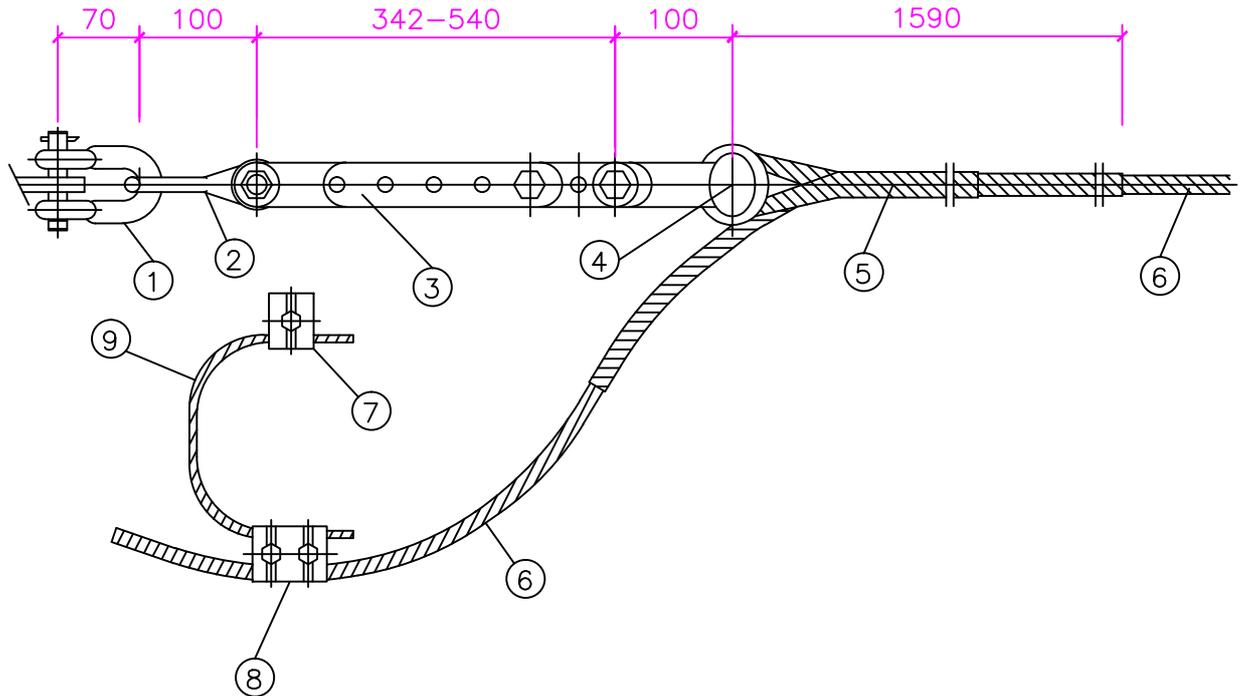
	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	UNIVERSIDAD PONTIFICIA DE COMILLAS
<i>Dibujado</i>	02-05-2014	JUAN NOZALEDA PASTOR		
<i>Escala:</i> 1:250	LINEA DE 220kV CADENA DE SUSPENSION CABLE GUARDA			<i>Lamina n.</i> 6.2



PESO APROXIMADO: 98 kg
 CARGA ROTURA MINIMA DE LA CADENA: 16.000 daN
 CARGA ROTURA MINIMA GRAPA: 16.000 daN
 TENSION SOPORTADA A FRECUENCIA INDUSTRIAL BAJO LLUVIA: 480 kV
 TENSION SOPORTADA A IMPULSO TIPO RAYO 1,2/50 μ s: 1.500 kV
 LINEA DE FUGA: 5760 mm
 LONGITUD APROX: 3052 mm

POS.	CODIGO	DENOMINACION	CANT.
1	CONDOR-LA455	GRAPA AMARRE COMPRESION PARA CABLE LA-455	1
2	N-241031	GRILLETE NORMAL RECTO GN-20 / TORNILLO M-18	2
3	R-42631	ROTULA LARGA PARA PROTECCION RP-20	1
4	P43135	DESCARGADOR AMARRE SIMPLEX INFERIOR 220KV	1
5	-	AISLADOR VIDRIO E-120P-146	18
6	N-242079/60	ANILLA BOLA PARA PROTECCION AB-20P	1
7	P21114	DESCARGADOR AMARRE SUPERIOR 220KV	1

	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	UNIVERSIDAD PONTIFICIA DE COMILLAS
<i>Dibujado</i>	02-05-2014	JUAN NOZALEDA PASTOR		
<i>Escala:</i> 1:250	LINEA DE 220kV CADENA AMARRE CONDUCTOR			<i>Lamina n.</i> 7.1



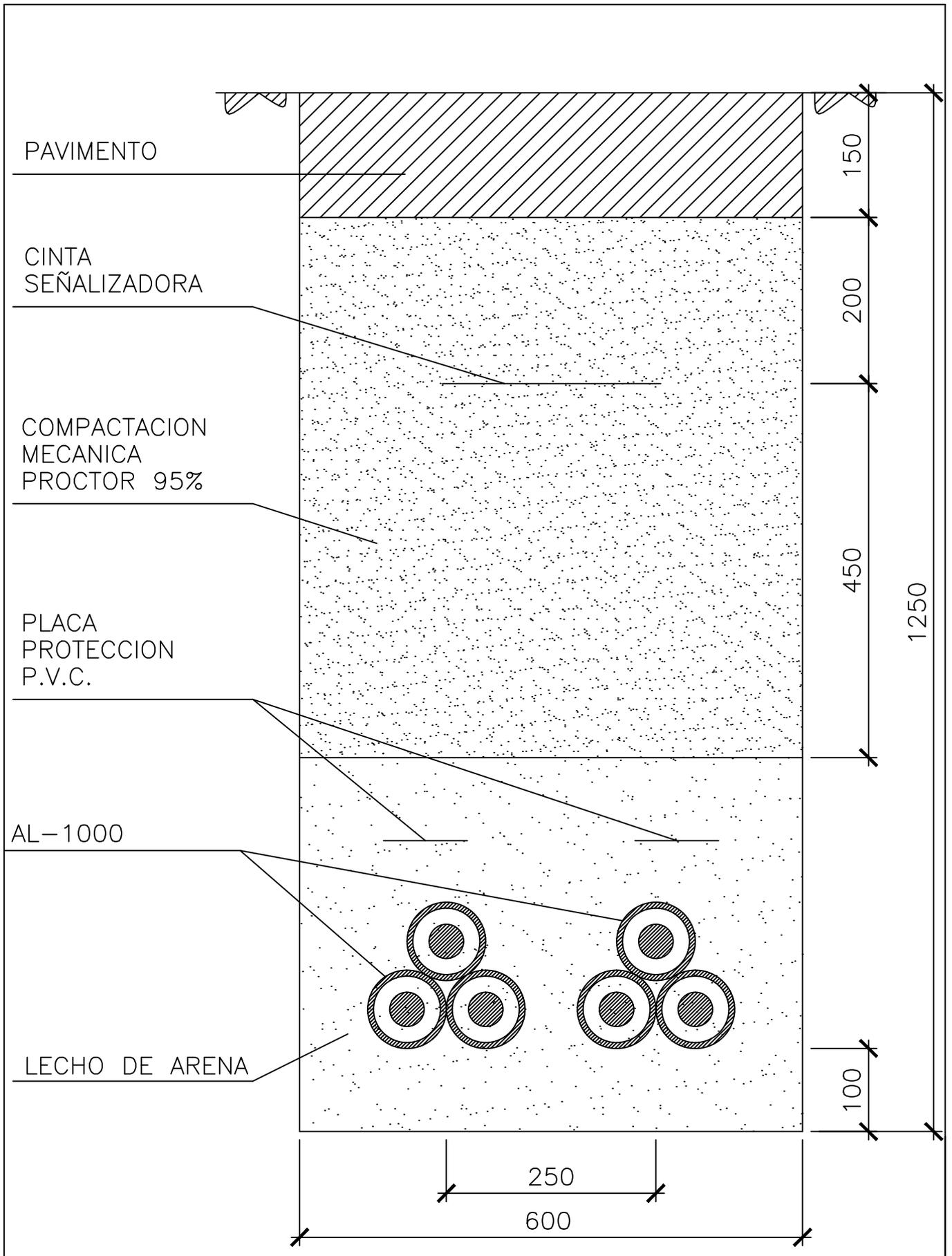
PESO APROXIMADO: 9,3 kg

CARGA ROTURA MINIMA DE LA CADENA: 12.500 daN

CARGA ROTURA MINIMA DEL PREFORMADO: 90% CARGA ROTURA CABLE OPGW

POS.	CODIGO	DENOMINACION	CANT.
1	N-241030	GRILLETE NORMAL RECTO GN-16 UNESA	1
2	2129	ESLABON REVIRADO ER-16	1
3	249026	TENSOR CORREDERA TC-16	1
4	SW1121	HORQUILLA GUARDACABOS HC-16	1
5	--	RETENCION PREF. AMARRE CABLE OPGW 13,0/16,0 mm	1
6	--	CABLE DE FIBRA OPTICA OPGW 24 F	-
7	230013/2	GRAPA CONEXION SENCILLA PARA CABLE ALUMINIO	1
8	259111	GRAPA CONEXION UNIVERSAL PARALELA CABLE ALUMINIO	1
9	--	CABLE AL-AC LA-56	1m

	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	UNIVERSIDAD PONTIFICIA DE COMILLAS
<i>Dibujado</i>	02-05-2014	JUAN NOZALEDA PASTOR		
<i>Escala:</i> 1:250	LINEA DE 220kV CADENA DE AMARRE CABLE GUARDA			<i>Lamina n.</i> 7.2



	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	UNIVERSIDAD PONTIFICIA DE COMILLAS
<i>Dibujado</i>	02-05-2014	JUAN NOZALEDA PASTOR		
<i>Escala:</i>	LINEA DE 220kV CANALIZACIÓN TRAMO SUBTERRÁNEO			<i>Lamina n.</i>
1:100				8

PARTE III
PLIEGO DE
CONDICIONES

Capítulo 1 Línea aérea

1.1 Objeto y campo de aplicación

Este pliego de condiciones tiene por objeto la definición de los requisitos que han de cumplir el suministro e instalación de los materiales necesarios en la construcción de la presente línea aérea de alta tensión de 220kV entre las subestaciones 1 y 2.

1.2 Replanteo y medición

El director de obra, una vez que el contratista esté en posesión del proyecto y antes de comenzar las obras, deberá hacer el replanteo de las mismas, con especial atención en los puntos singulares, entregando al contratista las referencias y los datos necesarios para fijar completamente la ubicación de los mismos.

Se levantará por duplicado Acta, en la que constarán claramente los datos entregados, firmado por el director de obra y por el representante del contratista. Los gastos de replanteo serán cuenta del contratista.

1.3 Ejecución del trabajo

Corresponde al contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas de la buena práctica.

1.3.1 Apertura de pozos

Los trabajos comprendidos en este epígrafe son los siguientes:

- Excavación: Se refiere a la excavación necesaria para los macizos de las fundaciones de los apoyos, en cualquier clase de terreno. Esta unidad de obra comprende la retirada de tierra y relleno de la excavación resultante después del hormigonado, suministro de explosivos, agotamiento de aguas, entibado y cuantos elementos sean en cada caso necesarios para su ejecución.
- Explanación: Comprende la excavación a cielo abierto, con el fin de dar salida a las aguas y nivelar el terreno en el que se coloca el apoyo, comprendiendo el suministro de explosivos, herramientas y cuantos elementos sean necesarios para su ejecución.

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

Si por cualquier causa se originase un aumento en el volumen de la excavación, ésta será por cuenta del contratista, certificándose solamente el volumen teórico. Cuando sea necesario variar las dimensiones de la excavación, se hará de acuerdo con la dirección técnica.

El contratista tomará las disposiciones convenientes para dejar abiertas el menor tiempo posible las excavaciones, con objeto de evitar accidentes. Las excavaciones de los fosos para las cimentaciones deberán ejecutarse de tal forma que no queden fosos abiertos a una distancia de más de 3km por delante del equipo encargado del hormigonado o del equipo de izado de apoyos según queden o no hormigonados los apoyos. En el caso de que, por naturaleza de la obra, esto no se pueda cumplir, deberá ser consultada la dirección técnica. En cualquier caso, los hoyos que queden abiertos de una jornada a la siguiente, deberán ser protegidos mediante cercas o cubiertos con tablas, con el fin de evitar accidentes. Si a causa de la constitución del terreno o por causas atmosféricas los fosos amenazasen con derrumbarse, deberán ser entibados, tomándose las medidas de seguridad necesarias para evita el desprendimiento del terreno y que éste sea arrastrado por las aguas. En el caso de que penetrase agua en fosos, ésta deberá ser achicada antes del relleno de hormigón.

Cuando se efectúen trabajos de desplazamiento de tierras, la capa vegetal arable será separada de forma que pueda ser colocada después en su yacimiento primitivo, volviéndose a dar de esta forma su estado de suelo cultivable. La tierra sobrante de las excavaciones deberá retirarse allanando y limpiando el terreno circundante al apoyo. Dicha tierra deberá ser transportada a un vertedero autorizado.

En terrenos inclinados, se efectuará una explanación del terreno, al nivel correspondiente a la estaca central. Como regla general se estipula que la profundidad de la excavación debe referirse al nivel medio antes citado. La explanación se prolongará hasta 30cm, como mínimo, por fuera de la excavación, prolongándose después con el talud natural de tierra circundante, con el fin de que los montantes del apoyo no queden recubiertos de tierra.

Las excavaciones se realizaran con útiles apropiados según el tipo de terreno. En terrenos rocosos será imprescindible el uso de explosivos o martillo compresor, siendo por cuenta del contratista la obtención de los permisos de utilización de explosivos. En terrenos

con agua deberá precederse a su desecado, procurando hormigonar después lo más rápidamente posible para evitar el riesgo de desprendimiento en las paredes de la zanja, aumentando así las dimensiones del mismo.

Cuando se empleen explosivos para la apertura de fosos, su manipulación, almacenaje, transporte, etc., deberá ajustarse en todo a las disposiciones vigentes en cada momento respecto a esta clase de trabajos. En la excavación con empleo de explosivos, el contratista deberá tomar las precauciones adecuadas para que, en el momento de la explosión, no se proyecten al exterior piedras que puedan provocar accidentes o desperfectos, cuya responsabilidad correría a cargo del contratista. Igualmente se cuidará que la roca no sea dañada, debiendo arrancarse todas aquellas piedras movedizas que no formen bloques con la roca, o que no estén suficientemente empotradas en el terreno.

1.3.2 Transporte y acopio a pie de pozo

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

El contratista tomará nota de los materiales recibidos dando cuenta al director de obra de las anomalías que se produzcan.

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

1.3.3 Cimentaciones

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

Si en el momento de realizar las excavaciones se apreciase que las características del terreno difieren a las indicadas en el proyecto, el contratista lo comunicará al director de obra, siendo éste el que autorice a un redimensionamiento nuevo de la cimentación.

Las cimentaciones se realizarán de acuerdo a lo expuesto en los planos de cimentaciones y conforme a la "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)", empleando un hormigón HM-25/B/20/IIa. Esta definición se corresponde con un hormigón en masa y

estructural. Lo que determina una resistencia mínima de 25 N/mm² según la EHE-08. La consistencia será blanda y el tamaño máximo de árido empleado será de 20. Con referencia a la clase general de exposición se especifica una de tipo IIa, correspondiente a humedades altas.

El amasado del hormigón se realizará con hormigonera, procurando que la mezcla sea lo más homogénea posible. Tanto el cemento como los áridos serán medidos con elementos apropiados:

1.3.3.1 Arena y grava

La arena puede proceder de ríos, arroyos y canteras. Debe ser limpia, sin impurezas orgánicas, arcillosas, carbón, escorias, yeso, mica o feldespato. Se dará preferencia a la arena cuarzosa, la de origen calizo, siendo preferibles las arenas de superficie áspera o angulosa. No se pueden emplear arenas con contenido de sulfuros oxidables.

En todo caso los áridos cumplirán con lo expuesto en el artículo 28 de la EHE-08. Y deberán llegar a la obra manteniendo las características granulométricas de cada una de sus fracciones.

1.3.3.2 Agua

Son admisibles, sin necesidad de ensayos previos, todas las aguas que sean potables y aquellas que procedan de río o manantial, a condición de que su mineralización no sea excesiva.

Se prohíbe el uso de aguas que procedan de ciénagas, o estén muy cargadas de sales carbonosas o selenitosas. Podrán rechazarse las aguas que no cumplan con lo expuesto en el artículo 27 de la EHE-08.

1.3.3.3 Cemento

Los cementos utilizados deberán cumplir con lo establecido en el artículo 26 de la EHE-08.

1.3.3.4 Hormigón

La fabricación del hormigón se realizará según lo establecido en el artículo 71 de la EHE-08, ya sea en fábrica o in situ mediante hormigonera. Se comprobará el contenido de humedad de los áridos, para corregir, en caso necesario, la cantidad de agua vertida en la hormigonera.

1.3.3.5 Ejecución

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

La manera de ejecutar la cimentación será la siguiente:

- Se echará primeramente una capa de hormigón seco fuertemente apisonado, de 10cm de espesor, de manera que se conserve la distancia marcada en el plano desde la superficie al terreno hasta la capa de hormigón.
- Al día siguiente se colocará sobre esa capa la base del apoyo, nivelando cuidadosamente el plano de unión de la base con la estructura exterior del apoyo e inmovilizándola mediante un dispositivo adecuado.
- Cuando se trate de apoyos de ángulo o final de línea, se dará a la superficie de la base una inclinación del 0,5 al 1% en sentido opuesto a la resultante de las fuerzas producidas por conductores y cable de guarda.
- Después se rellenará de hormigón el foso, vertiendo el hormigón suavemente y por medio de un canal de chapa de gran pendiente en capas de 20 a 30 cm y vibrándolo a continuación. Durante el vertido del hormigón se prestará especial atención en no golpear el anclaje para no desnivelarlo. Una vez iniciado el hormigonado de un macizo, no se interrumpirá éste hasta que no esté totalmente terminado.

No podrá retirarse la plantilla hasta pasadas 24 horas de la terminación del hormigonado. Este plazo será de 48 horas en el caso de utilización de cementos puzolánicos o siderúrgicos. Durante el fraguado y primer periodo de endurecimiento del hormigón, deberá asegurarse el mantenimiento de la humedad mediante un adecuado curado tal y como se indica en el artículo 71 de la EHE-08

En aquellos apoyos donde sea necesario, por indicarse en los planos del proyecto o porque lo solicite la dirección de obra, el contratista estará obligado a la construcción de recercados de hormigón armado. Dichos recercados se ejecutarán sin junta con hormigón de las mismas características que el empleado en el resto de la cimentación. Las armaduras serán suministradas por el contratista de acuerdo con los planos.

Los encofrados podrán ser de madera o chapa y se ejecutarán de manera que quede asegurada la estanqueidad de los mismos con el fin de evitar fugas de la lechada de cemento. Si son de madera, ésta tendrá una superficie lisa y se humedecerá suficientemente con agua antes de comenzar el hormigonado. En caso de utilizarse encofrados de chapa, se podrán utilizar desencofrantes de calidad verificada, que serán sometidos a la aprobación del director de obra. Se cuidará la verticalidad de los encofrados y que éstos no se muevan durante su relleno. Estos recrecidos se realizarán de forma que las superficies vistas queden bien terminadas.

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

1.3.4 Armado e izado de apoyos

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

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

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

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

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

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

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

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

En el montaje e izado de los apoyos, como observación principal de realización, ha de tenerse en cuenta que ningún elemento sea solicitado por esfuerzos capaces de producir deformaciones permanentes. Se recomienda el izado con pluma o grúa, evitando que el aparejo dañe las aristas o los montantes del poste.

Después de su izado y antes del tendido de los conductores, se apretarán los tornillos dando a las tuercas la presión correcta mediante empleo de llaves dinamométricas. Los tornillos deberán sobresalir de las tuercas, por lo menos, tres pasos de rosca. El apoyo deberá quedar vertical, salvo en los apoyos de fin de línea o ángulo, que presentará una inclinación del 0,5 al 1% en sentido opuesto a la resultante de los esfuerzos producidos por los conductores. En ambas posición es se admitirá una tolerancia del 0,2%.

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

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

1.3.5 Protección de las superficies metálicas

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

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

1.3.6 Tendido, empalme, tensado y retencionado

Los trabajos reflejados en este apartado son los siguientes:

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

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

1.3.6.1 Colocación de aisladores

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

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

1.3.6.2 Tendido de los conductores y cable de tierra

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

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

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

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

Se dispondrán, al menos, de un número de poleas igual a tres veces el número de vanos del cantón más grande. Las gargantas de las poleas de tendido serán de aleación de aluminio, madera o teflón y su diámetro como mínimo 20 veces el del conductor.

Cuando se haga el tendido sobre vías de comunicación, se establecerán protecciones especiales, de carácter provisional, que impida la caída de dichos conductores sobre las citadas vías, permitiendo al mismo tiempo el paso por las mismas sin interrumpir la circulación. Estas protecciones, aunque de carácter provisional, deben soportar con toda seguridad los esfuerzos anormales que por accidentes puedan actuar sobre ellas. En caso de cruce con otras líneas (A.T., B.T. o de comunicaciones) también deberán disponerse las protecciones necesarias de manera que exista la máxima seguridad y que no se dañen los conductores durante su cruce. Cuando haya que dejar sin tensión una línea para ser cruzada, deberán estar preparadas todas las herramientas y materiales con el fin de que el tiempo de corte se reduzca al mínimo y no se cortarán hasta que todo esté preparado.

Cuando el cruzamiento sea con una línea eléctrica, una vez conseguido que el propietario de la línea la corte, se tomarán las siguientes precauciones:

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

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

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

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

Si durante el tendido se producen roturas de venas del conductor, el contratista deberá consultar con la dirección técnica la clase de reparación que se debe ejecutar.

Los empalmes de los conductores podrán efectuarse por el sistema de manguitos de torsión, máquinas de husillo o preformados, según indicación previa de la dirección técnica y su colocación se realizará de acuerdo con las disposiciones contenidas en el vigente Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión. Todos los empalmes deberán ser cepillados cuidadosamente para asegurar la perfecta limpieza de las superficies a unir, no debiéndose apoyar sobre la tierra estas superficies limpias, para lo que se recomienda la utilización de tomas.

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

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

1.3.6.3 Tensado, regulado y engrapado de los conductores y cable de guarda

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

Los mecanismos para el tensado de los cables podrán ser los que la empresa contratista estime, con la condición de que se coloquen a distancia conveniente del apoyo de tense, de tal manera que el ángulo que formen las tangentes del cable a su paso por la polea no sea inferior a 150°.

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

Antes de regular el cable se medirá su temperatura con un termómetro de contacto, poniéndolo sobre el cable durante 5 minutos.

El contratista facilitará a la dirección técnica, para su comprobación, la altura mínima de los conductores y cable de tierra, en el caso más desfavorable de toda la línea, indicando la temperatura a que fue medida. Facilitará los mismos datos en todos los vanos de cruzamiento.

El afino y la comprobación del regulado se realizarán siempre por la flecha.

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

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

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

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

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

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

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

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

1.3.7 Reposición del terreno

Lasa tierra sobrantes, así como los restos del hormigonado, deberán ser retiradas a vertedero, todo lo cual será cargo del contratista.

Todos los daños serán por cuenta del contratista, salvo aquellos aceptados por el director de obra.

1.3.8 Numeración de apoyos. Avisos de peligro eléctrico

Se numerarán los apoyos con pintura negra, ajustándose dicha numeración a la dada por el director de obra. Las cifras serán legibles desde el suelo.

La placa de señalización de “Riesgo eléctrico” se colocará en el apoyo a una altura suficiente para que no se pueda retirar desde el suelo. Deberá cumplir las especificaciones señaladas en la recomendación UNESA 0203

1.3.9 Puesta a tierra

El trabajo detallado en este apartado comprende la apertura y el cierre del foso y zanja para la hincada del electrodo (colocación del anillo), así como la conexión del electrodo, o anillo, al apoyo a través del macizo de hormigón.

Una vez finalizada la puesta a tierra, el contratista procederá a la medición de la tensión de contacto aplicada mediante un método por inyección de corriente en los apoyos, donde la determinación de ese valor sea exigida según se indica en el apartado 7.3.4.6 de la ITC-07 del RLAT.

La puesta a tierra se efectuará de dos tipos dependiendo del caso: electrodos de difusión y anillos cerrados.

1.3.9.1 Electrodo de difusión

Cada apoyo dispondrá del número de picas de puesta a tierra de acero cobreado de 14,6 mm de diámetro y 2 m de longitud como sean necesarios para que la resistencia de difusión no sea superior de 20Ω , los cuales se conectarán entre sí y al apoyo mediante un cable de cobre de 95 mm². Como mínimo se instalarán dos picas conectadas a dos montantes diagonalmente opuestos del apoyo.

La cabeza de las picas, una vez hincadas, quedará como mínimo a 0,6m por debajo de la superficie del terreno. A esta profundidad irán también los cables de conexión entre los electrodos y el apoyo.

Las picas deben quedas aproximadamente a unos 80 cm del macizo de hormigón. Cuando sea necesaria más de una pica, la separación entre ellas será de una vez y media la longitud de una de ellas, no estando a más de 3 metros del macizo.

1.3.9.2 Anillo cerrado

La resistencia de difusión no será superior a 20 ohmios, para lo cual se dispondrá de tantas picas de puesta a tierra de acero cobredo de \varnothing 14,6 mm y 2 m de longitud como sean necesarios, con un mínimo de dos instaladas diametralmente opuestas.

El anillo de difusión estará realizado con cable de cobre de 95 mm². Igual naturaleza y sección tendrán los conductores de conexión al apoyo.

El anillo estará enterrado a 1 m. de profundidad y de forma que cada punto del mismo quede distanciado 1 m., como mínimo, de las aristas del macizo de cimentación.

1.4 Materiales

Los materiales empleados en la instalación serán entregados por el contratista siempre que no se especifique lo contrario en el pliego de condiciones.

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el director de obra. No se aceptará en ningún caso el uso de Policloruro de Vinilo (PVC).

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el director de obra, aunque no estén indicados en el pliego de condiciones.

1.4.1 Apoyos

Los apoyos a usar en la construcción de la línea serán metálicos de celosía, de la serie Gran Cóndor, fabricado por IMEDEXSA.

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

1.4.2 Herrajes

Serán del tipo indicado en el Proyecto. Los herrajes para las cadenas de suspensión y amarre cumplirán con las Normas UNE 21006, 207009 y UNE EN 61284. Los amortiguadores cumplirán con la Norma UNE EN 61897.

1.4.3 Aisladores

Los aisladores empleados en las cadenas de suspensión o amarre responderán a las especificaciones de la Normas CEI 120, CEI 815, UNE 21909, UNE-EN 61466-1-2, UNE 21009 y UNE 21128. En cualquier caso el tipo de aislador será el que figura en el proyecto.

1.4.4 Conductor y cable de tierra

Serán los que figuran en el Proyecto y deberán estar de acuerdo con las especificaciones de la Norma UNE 21018.

1.5 Recepción de obra

Durante la obra y una vez finalizada la misma, el director de obra verificará que los trabajos realizados estén de acuerdo con las especificaciones de este pliego de condiciones general y de más pliegos de condiciones particulares.

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

El director de obra contestará por escrito al contratista, comunicando su conformidad a la instalación o condicionando su recepción a la modificación de los detalles que estime susceptibles de mejora.

1.5.1 Calidad de cimentaciones

El director de obra verificará que las dimensiones de las cimentaciones y las características mecánicas del terreno se ajustan a las establecidas en el proyecto.

Asimismo podrá encargar la ejecución de los ensayos de resistencia característica del hormigón utilizado en la cimentación tal y como lo establecen el Art. 86º de la EHE-08. El contratista tomará a su cargo las obras ejecutadas con hormigón que hayan resultado de insuficiente calidad.

1.5.2 Tolerancias de ejecución

1.5.2.1 Desplazamiento de poyos sobre su alineación

Si D representa la distancia, expresada en metros, entre ejes de un apoyo y el de ángulo más próximo, la desviación en alineación de dicho apoyo y la alineación real, debe ser inferior a $(D/100) + 10$, expresada en centímetros.

1.5.2.2 Desplazamiento de un apoyo sobre el perfil longitudinal

No debe suponer aumento en la altura del apoyo. Las distancias de los conductores respecto al terreno deben permanecer como mínimo iguales a las previstas en el Proyecto Específico.

1.5.2.3 Verticalidad de los apoyos

En los apoyos de alineación se admitirá una tolerancia en la verticalidad del 0,2 % sobre la altura del mismo.

1.5.2.4 Altura de flechas

Los errores máximos admitidos en las flechas, cualquiera que sea la disposición de los conductores y el número de circuitos sobre el apoyo, en la regulación de conductores, serán:

- De +/-3% En el conductor que se regula.
- De +/-3% Entre los conductores situados en un plano vertical
- De +/-6% Entre los conductores situados en un plano horizontal

La medición de flechas se realizará según norma UNE 21 101.

Cuando se utilice conductor en haz dúplex se comprobará también que la diferencia entre las flechas de un haz de los dos subconductores no excederá del diámetro del conductor.

1.5.2.5 Estado y colocación de los aisladores y herrajes

Se comprobará que el montaje de cadenas de aisladores, crucetas aislantes y herrajes, son correctos y conforme a los planos de montaje.

No se admitirá una desviación horizontal de las cadenas de aisladores de suspensión superior al 1% de la longitud de la cadena ni un giro superior a 2º en las crucetas aislantes giratorias.

1.5.2.6 Distancias a masa

Se comprobará que las distancias fase-tierra son mayores que las mínimas establecidas en el apdo. 5.4.2 de la ITC 07 del RLEAT.

Capítulo 2 Línea subterránea

2.1 Objeto y campo de aplicación

Este pliego de condiciones tiene por objeto la definición de los requisitos que han de cumplir el suministro e instalación de los materiales necesarios en la construcción de la presente línea subterránea de alta tensión de 220kV entre las subestación 1 y el apoyo 1.

2.2 Replanteo y medición

Todos los trabajos se realizarán en conformidad a los planos y coordenadas entregados previamente a su ejecución.

Se comprobarán siempre los servicios y elementos afectados, tanto si están previstos inicialmente como si surgen a posteriori. Para ello, se realizarán los estudios y calas que sean oportunas.

2.3 Ejecución del trabajo

Corresponde al contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

2.3.1 Trazado

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajo aceras o calzadas, evitando ángulos pronunciados. El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales.

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud. Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc.

Se procurará causar los mínimos daños posibles en la propiedad, ajustándose a los compromisos adquiridos con el propietario antes de la ejecución de las obras.

En entornos rurales se mantendrán cerradas las propiedades atravesadas, en caso de posibilidad de presencia de ganado.

En instalaciones entubadas se respetarán los radios de curvatura mínimos precisos dependiendo del diámetro exterior del tubo, de tal forma que en instalaciones bajo tubo de diámetro exterior 160mm, se respetará un radio de curvatura mínimo de 8m; en instalaciones bajo tubo de diámetro exterior de 200mm, se respetará un radio de curvatura mínimo de 10m; y en instalaciones bajo tubo de diámetro exterior 250mm, se respetará un radio de curvatura mínimo de 12,5m.

2.3.2 Apertura de zanjas

La excavación la realizará una empresa especializada, que trabaje con los planos de trazado suministrados por la Compañía.

Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

Se procurará dejar un paso de 500 mm entre la zanja y las tierras extraídas o cualquier otro objeto, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja. La tierra excavada y el pavimento, deben depositarse por separado. La planta de la zanja debe limpiarse de piedras agudas, que podrían dañar las cubiertas exteriores de los cables.

Las tierras extraídas se apilarán de forma adecuada para su posterior uso, en caso de que las autoridades lo permitan, o para su posterior evacuación a vertedero autorizado. Se prestará especial atención para no mezclarla con agentes contaminantes que pudieran dañar el medio ambiente o impedir su posible reutilización.

2.3.3 Canalización

En este tipo de canalización se instalará un cable por tubo. Los tubos serán independientes entre sí y se ajustarán a lo indicado en la edición vigente de la Especificación

de Materiales “Tuberías plásticas corrugadas de doble pared para líneas subterráneas” de ENDESA distribución, siendo sus principales características:

- Tubo de polietileno de alta densidad o polipropileno, de doble pared, lisa la interna y corrugada la externa.
- Diámetro exterior de 160mm
- Tramos de 6 metros de longitud, con uniones entre tubos mediante manguitos con junta de estanqueidad.

La disposición de los tubos, que será siempre al tresbolillo, vendrá obligada por el empleo de separadores, situados cada 3 m (dos por tramo de tubo). Las características de los separadores de tubos de potencia serán las impuestas por la edición vigente de la Especificación de Materiales ENDESA distribución “Separadores de tuberías plásticas corrugadas para líneas subterráneas”.

Los separadores serán de tipo plástico, compuestos a partir material libre de halógenos y proporcionarán suficiente rigidez mecánica para soportar los esfuerzos electrodinámicos tanto en el momento de instalación como en servicio. La forma del separador obligará al formado del tresbolillo de los tubos, introduciendo una separación entre los tubos de 40 mm para tubos de diámetros exteriores de 160 y 200 mm y de 70 mm para diámetros exteriores de 250mm.

En caso de separadores de tubos de 250 mm de diámetro exterior, dispondrán en el mismo cuerpo de habitáculos para los tubos de cables equipotenciales y testigo de hormigonado para el encofrado. En caso de separador de tubos de menor diámetro no serán obligatorios estos dos requisitos, pero dispondrán de piezas conectoras para la correcta fijación de los tubos para el conductor equipotencial. Se respetará un radio de 100 mm alrededor de los tubos, sin que se ubique ningún otro elemento, para lo que se realizarán las etapas necesarias en las fases de hormigonado respetando las canalizaciones descritas en el documento PLANOS.

El encofrado de hormigón ocupará toda la anchura de la canalización. La altura del encofrado será de 783 mm para tubos de diámetros exterior de 160 mm, 858 mm para tubos de diámetro exterior 200 mm y 977 mm para tubos de diámetro exterior 250mm. Para el encofrado de hormigón se utilizará en todo caso hormigón en masa HM-20/B/20 según la norma EHE-08. Las clases general y específica de exposición se especificarán en caso necesario en función de la agresividad prevista del terreno para cada proyecto específico.

A continuación se rellenará toda la zanja con tierra procedente de la misma excavación, si esta reúne las condiciones exigidas por las normas, reglamentos y ordenanzas municipales correspondientes, o bien con tierra de aportación en caso contrario. Se compactará esta tierra en tongadas de 30 cm, hasta lograr una compactación, como mínimo, al 95% del Proctor Modificado (P.M.).

Con objeto de efectuar una señalización de los cables enterrados, se colocará una cinta señalizadora por terna (el material, dimensiones, color, etc. de la cinta de señalización será el indicado en la edición vigente de la Especificación de Materiales ENDESA distribución “Cinta de polietileno para señalización subterránea de cables enterrados”, a una profundidad aproximada de 150 mm bajo el pavimento a reponer y situada sobre el eje vertical de cada terna.

2.3.4 Transporte de bobinas de cables

Previamente al traslado, será estudiado el emplazamiento de destino. El transporte de la bobinas se realizará siempre sobre vehículo, manipulándose mediante grúa.

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina. Las bobinas de cable se transportarán siempre de pie y nunca tumbadas sobre una de las tapas.

Si la bobina se transporta con duelas, se deben proteger convenientemente para que un deterioro de las mismas no afecte al cable.

Cuando se coloquen las bobinas en cualquier tipo de transportador, éstas deberán quedar en línea, en contacto una con otra, y bloqueadas firmemente en los extremos y a lo largo de sus tapas.

El bloqueo de las bobinas se debe hacer con tacos de madera lo suficientemente largos y resistentes, con un largo total que cubra completamente el ancho de la bobina y puedan apoyarse los perfiles de las dos tapas. Las caras del taco tienen que ser uniformes para que las duelas no se puedan romper dañando entonces el cable.

El almacenamiento de bobinas se realizará sobre firme adecuado, en un lugar donde no pueda acumularse agua. En lugares húmedos se aconseja la separación de las bobinas. No se permitirá el apilamiento de bobinas. Cuando deba almacenarse una bobina de la que se ha utilizado una parte del cable que contenía, han de taponarse los extremos de los cables, utilizando capuchones retráctiles.

2.3.5 Tendido de cables

2.3.5.1 Tendido de conductores

Antes de iniciar la instalación del cable hay que limpiar el interior del tubo, asegurar que no haya cantos vivos, aristas y que los tubos estén sin taponamientos. Con este fin se procederá a mandrilar los tubos de la instalación según los diámetros interiores de los mismos. Para el tendido la bobina estará siempre elevada y sujeta por gatos mecánicos y una barra, de dimensiones y resistencia apropiada al peso de la bobina.

La base de los gatos será suficientemente amplia para que garantice la estabilidad de la bobina durante su rotación. Esta operación se deberá realizar obligatoriamente en presencia del director de obra.

Después del mandrilado se procederá a tapar el tubo para evitar la entrada de cuerpos extraños y se levantará acta de esta actividad.

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc., y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido, y un radio de curvatura una vez instalado de 10 (D+d), siendo D el diámetro exterior del cable y del diámetro del conductor.

Cuando los cables se tiendan a mano, los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja, estarán comunicados y en disposición de detener el proceso de tendido en cualquier momento. A medida que vaya extrayendo el cable de la bobina, se hará inspección visual de cualquier deterioro del cable.

También se puede tender mediante cabrestantes, tirando del extremo del cable al que se le habrá adaptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado de conductor que no debe pasar del indicado por el fabricante del mismo.

El tendido se hará obligatoriamente a través de rodillos que puedan girar libremente, y contruidos de forma que no dañen el cable. La superficie de los rodillos será lisa, libre de rebabas o cualquier deformación que pudiera dañar el cable. Los rodillos se montarán sobre rodamientos convenientemente lubricados, para lo que se dispondrán los equipos de engrase convenientes. El diámetro del rodillo será, como mínimo, de 2/3 partes el diámetro del conductor.

Solo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, siempre bajo vigilancia del Director de Obra.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a cero grados centígrados no se permitirá hacer el tendido del cable, debido a la rigidez que toma el aislamiento. El cable puede calentarse antes de su tendido almacenando las bobinas durante varios días en un local caliente o exponiéndolos a los efectos de elementos calefactores o corrientes de aire caliente situados a una distancia adecuada. Las bobinas han de girarse a cortos intervalos de tiempo, durante el precalentamiento. El cable ha de calentarse también en la zona interior del núcleo. Durante el transporte se debe usar una lona para cubrir el cable. El trabajo del tendido se ha de planear cuidadosamente y llevar a cabo con rapidez, para que el cable no se vuelva a enfriar demasiado. Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios; se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas al terminar los trabajos en las mismas condiciones en que se encontraban primitivamente.

Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia al director de obra y a la empresa correspondiente con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte del contratista deberá conocer la dirección de los servicios públicos así como su número de teléfono para comunicarse en caso de necesidad.

Si las pendientes son muy pronunciadas y el terreno es rocoso e impermeable, se corre el riesgo de que la zanja de canalización sirva de drenaje originando un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso se deberá entubar la canalización, asegurándola con hormigón en el tramo afectado. Nunca se pasará más de un cable por un mismo tubo.

Una vez tendido el cable, los tubos se tapan de forma que el cable quede en la parte superior del tubo.

En instalaciones bajo tubo, se tendrá especial cuidado en la boca del tubo para no producir rayaduras en la cubierta del cable. Se colocará un rodillo a la entrada del tubo o, en su defecto, se utilizarán boquillas protectoras.

2.3.5.2 Tendido de cable de puesta a tierra

La sección de cada cable de tierra no será en ningún caso inferior a la sección de la pantalla y, en cualquier caso, soportará una intensidad de cortocircuito admisible en régimen no adiabático superior a la soportada por la pantalla. Para el mandrilado del tubo utilizado para el tendido de los conductores equipotenciales, se emplearán medios mecánicos y no

manuales, como máquina de tiro con limitador de esfuerzo. El mandril será suministrado por el contratista.

2.3.6 Protección mecánica

Las líneas eléctricas subterráneas deben estar protegidas contra posibles averías producidas por hundimiento de tierras, por contacto con cuerpos duros y por choque de herramientas metálicas.

En instalaciones enterradas bajo tubo, el tubo actuará como protección mecánica. Estos tendrán características según las requeridas por la Especificación de Materiales ENDESA distribución “Tuberías plásticas corrugadas de doble pared para líneas subterráneas”.

Para ello se colocará una placa de polietileno de alta densidad o polipropileno según la edición vigente de la Especificación de Materiales de ENDESA distribución “Placa de Polietileno para protección de cables enterrados”.

Los elementos de protección tendrán una adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y un impacto de energía de 40 J.

2.3.7 Señalización

Todo cable o conjunto de cables debe estar señalado por una cinta de atención de acuerdo con la especificación de materiales de ENDESA distribución, colocada a una distancia mínima de 100 mm del suelo y a una distancia mínima de 300 mm de la parte superior del cable. Cuando los cables o conjuntos de cables de categorías de tensión diferentes estén superpuestos, debe colocarse dicha cinta encima de cada uno de ellos.

2.3.8 Identificación

Los cables deberán llevar grabado de forma indeleble y fácilmente legible, como mínimo, los siguientes datos:

- Nombre del fabricante
- Referencia de fabricación del cable
- Designación completa del cable
- Dos últimas cifras del año de fabricación
- Código UF

- Orden o lote de fabricación

La separación máxima entre dos marcas consecutivas será de un metro. En el marcado del cable deberán indicarse convenientemente las propiedades de comportamiento al fuego y obturación del conductor cuando proceda. En el marcado del cable deberán indicarse convenientemente las propiedades de comportamiento al fuego y obturación del conductor cuando proceda.

2.3.9 Cierre de zanjas

Para efectuar el cierre de zanjas, se rellenarán estas con tierra procedente de la misma excavación, si esta reúne las condiciones exigidas por las normas, reglamentos y ordenanzas municipales correspondientes, o bien con tierra de aportación en caso contrario.

Se compactará esta tierra en tongadas de 30 cm, empleando un rodillo vibratorio compactador manual hasta lograr una compactación, como mínimo, al 95% del Proctor Modificado (P.M.).

En el caso de canalización bajo tubo sin hormigonar, las dos primeras tongadas se pasarán con el rodillo sin vibrar, vibrándose el resto.

Se procurará que las primeras capas de tierra por encima de los elementos de protección (tubos o placas de polietileno) estén exentas de piedras o cascotes, para continuar posteriormente sin tanta escrupulosidad. De cualquier forma debe tenerse en cuenta que una abundancia de pequeñas piedras o cascotes puede elevar la resistividad térmica del terreno y disminuir con ello la posibilidad de transporte de energía del cable.

El Contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiente realización de esta operación y, por lo tanto, serán de su cuenta las posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

La carga y transporte a vertederos de las tierras sobrantes está incluida en la misma unidad de obra que el cierre de las zanjas con objeto de que el apisonado sea lo mejor posible.

A fin de lograr una buena compactación, no se realizará el cierre de la zanja en las 24 horas posteriores al hormigonado de las mismas ni se emplearán tierras excesivamente húmedas.

2.3.10 Reposición de pavimentos

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos o el organismo afectado. La reposición de capas asfálticas tendrá un espesor mínimo de 70 mm, salvo indicación expresa del organismo afectado.

2.3.11 Puesta a tierra

Las pantallas de los cables deben ser puestas a tierra según el esquema de conexión que se vaya a utilizar.

Los electrodos de puesta a tierra están constituidos, bien por picas de acero-cobre, bien por conductores de cobre desnudo enterrados horizontalmente, o bien por combinación de ambos.

En las terminaciones de las subestaciones, se empleará el electrodo de puesta a tierra propio de la subestación.

Las uniones de todos los elementos enterrados se realizarán mediante soldadura aluminotérmica.

2.4 Materiales

Todos los materiales empleados en la obra serán de primera calidad y cumplirán los requisitos que exige el presente Proyecto Tipo. El Director de Obra se reserva el derecho de rechazar aquellos materiales que no ofrezcan suficientes garantías.

Los materiales empleados en la instalación serán suministrados por el contratista, siempre que no se especifique lo contrario en el Pliego de Condiciones particulares.

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el director de obra.

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el director de obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones.

2.5 Recepción de obra

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

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

En la recepción de la instalación se incluirá la medición de la resistencia de las tomas de tierra y las pruebas de aislamiento pertinentes. Así, una vez que la instalación ha sido concluida, es necesario comprobar que el tendido del cable y el montaje de los accesorios (empalmes, terminales, etc.) se ha realizado correctamente, para lo cual serán de aplicación los ensayos especificados al efecto en las normas correspondientes y según se establece en la ITC-LAT 05.

El Director de Obra contestará por escrito al Contratista, comunicando su conformidad a la instalación o condicionando su recepción a la modificación de los detalles que estime susceptibles de mejora.

Capítulo 3 Condiciones ambientales y de seguridad y salud

3.1 Condiciones ambientales

La ejecución de los trabajos deberá cumplir los siguientes requisitos medioambientales.

3.1.1 Condiciones generales de trabajo

Se cumplirá con la normativa ambiental vigente para el ejercicio de la actividad, así como con los requisitos internos de las instalaciones de ENDESA distribución en lo referente a protección ambiental. Así mismo, en caso de existir, se cumplirán los requisitos ambientales establecidos en los Estudios de Impacto Ambiental, Declaraciones de Impacto Ambiental, Planes de Vigilancia Ambiental, o resoluciones emitidas por la Administración Ambiental.

3.1.2 Atmósfera

Para minimizar la dispersión de material por el viento, se adoptarán las siguientes medidas:

- Acopio y almacenamiento de materiales en lugares protegidos
- Reducción del área y tiempo de exposición de los materiales almacenados al máximo posible
- Humedecer los materiales expuestos al arrastre del viento y las vías no pavimentadas
- Priorizar el acondicionamiento de suelo desnudo
- La carga y transporte de materiales se realizará cubriendo las cajas de los vehículos y adaptando la velocidad del transporte al tipo de vía.

3.1.3 Residuos

Como primera medida se aplicará una política de NO GENERACIÓN DE RESIDUOS y su manejo incluirá los siguientes pasos: reducir, reutilizar y reciclar.

Conservar las zonas de obras limpias, higiénicas y sin acumulaciones de desechos o basuras, y depositar los residuos generados en los contenedores destinados y habilitados a tal fin.

La gestión y el transporte de los residuos se realizarán de acuerdo con la normativa específica para cada uno de ellos, según su tipología.

3.1.4 Conservación ambiental

Se acotarán las operaciones de desbroce y retirada de la cubierta vegetal a las necesidades de la obra.

Se acopiará y reservará la cubierta vegetal para su reposición una vez finalizada la obra.

Se utilizarán los accesos existentes para el transporte de material, equipo y maquinaria que se emplee durante la ejecución de la obra.

3.1.5 Finalización de la obra y restauración ambiental

Retirada de los materiales sobrantes, estructuras temporales y equipos empleados durante la ejecución de la obra, restaurando las zonas que hayan sido compactadas o alteradas.

3.2 Condiciones de seguridad y salud

Serán de aplicación todas las normas y reglamentación legal sobre Prevención de Riesgos Laborales referidas a su última edición.

Será de obligatorio cumplimiento el Estudio de Seguridad y Salud o, en su defecto, el Estudio Básico de Seguridad y Salud, cuando las condiciones permitan éste último.

El Contratista estará obligado a elaborar y hacer cumplir el Plan de Seguridad de la ejecución de la obra acorde con la normativa vigente según RD 1627/97 y todas las actualizaciones que le afectan.

Se adoptarán las medidas de protección necesarias para las personas que trabajen o transiten por la zona de obras.

Todas las grúas que se utilicen dispondrán de limitadores de carga.

Como primera medida a tomar, se procurará ejecutar las obras con orden y limpieza, y se mantendrán en buen estado los accesos.

PARTE IV
ESTUDIO DE
SEGURIDAD Y
SALUD

Capítulo 1 Objeto

El presente estudio de seguridad y salud tiene como objeto establecer las directrices generales encaminadas a disminuir en lo posible, los riesgos accidentales laborales y enfermedades profesionales, así como a la minimización de las consecuencias de los accidentes que se produzcan, mediante la planificación de la medicina asistencial y de primeros auxilios, durante los trabajos de ejecución del presente proyecto.

Este estudio se ha elaborado en cumplimiento del Real Decreto 1627/1997, del 24 de Octubre, que establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Capítulo 2 Datos de la obra

2.1 Descripción de los trabajos

La línea comienza en la subestación 1 y llega hasta el apoyo 1 a través de un tramo subterráneo de XXX metro de longitud. Desde el apoyo 1 a la subestación 2, la línea discurre por tramo aéreo de XXX metros de longitud a través de 22 apoyos. Discurre en su totalidad por el municipio de Torrecampo

2.2 Actividades principales

Las principales actividades a ejecutar para el desarrollo del trabajo son:

- Replanteo y estaquillado
- Implantación de obra y señalización
- Acopio y manipulación de materiales
- Transporte de materiales y equipos dentro de la obra
- Obras de excavación
- Movimiento de tierras
- Encofrados
- Hormigonado
- Zanjado
- Montaje de estructuras metálicas y prefabricados
- Maniobras de izado, situación en obra y montaje

- Tendido, regulado, engrapado, conexionado de conductores
- Colocación de accesorios
- Desmontaje de estructuras y equipos
- Desescombro y retirada
- Retirada de materiales y equipos existentes dentro de la obra
- Puesta en marcha de la instalación

2.3 Situación y climatología

La línea discurre por el término municipal de Torrecampo, en la provincia de Córdoba.

La climatología de la zona es de tipo continental, con inviernos muy fríos y veranos muy calurosos.

2.4 Personal previsto

Se prevé que el máximo número de personas durante la realización de las obras, no excederá a treinta personas.

Capítulo 3 Identificación de riesgos y análisis

3.1 Instalaciones

Se analizan a continuación los riesgos y medidas preventivas generales en función del tipo de instalación donde se desarrollan los trabajos de ejecución previstos en las obras. Estos riesgos y medidas preventivas serán concretados y detalladas para cada trabajo.

Riesgos:

- Caídas de personal al mismo nivel
- Caídas de personal a distinto nivel
- Caída de objetos
- Desprendimientos, desplomes y derrumbes
- Contactos eléctricos
- Arcos eléctricos

Medidas preventivas

- Orden y limpieza
- Señalización de la zona e trabajo
- Utilización de los pasos y vías existentes
- Iluminación adecuada de la zona
- Uso de calzado adecuado
- Extremar las precauciones con hielo, agua o nieve
- Trabajar en una superficie lo más uniforme y lisa posible, y suficientemente amplia
- Para zanjas de 2 o más metros de profundidad se colocarán barandillas con rodapiés, listón intermedio y listón superior a una altura mínima de 90cm
- Para zanjas con una profundidad inferior a 2 metros se colocarán vallas, se señalizarán los huecos o se tapanán de forma efectiva
- Se utilizará una línea de vida y el arnés anticaídas
- No se utilizará maquinaria diseñada solo para elevación de cargas para transportar o elevar personal
- Se usarán escaleras y andamios
- Entibación o ataluzado de zanjas de profundidad superior a 1,3 metros o en terreno poco estable. Para zanjas de profundidad superior a 1,3 metros se mantendrá un trabajador fuera de la zanja
- Mantener las distancias de la mitad de la profundidad de la zanja entre zanjas y acopio cercano o vallado. Esta distancia será igual a la profundidad de la zanja en caso de que el terreno sea arenoso
- En la medida de lo posible, se evitará que los trabajadores realicen trabajos en el interior de las zanjas
- Se comprobará el estado de las entibaciones y del terreno antes de cada jornada y después de una copiosa lluvia.
- Se señalizará la zona de acopio
- Los trabajos que conlleven un riesgo de incendio se procederán.
- Deberá haber un plan de emergencia y evacuación en los centros que lo precisen
- El personal estará formado en los procedimientos de trabajo así como en los planes de emergencia y evacuación
- Se evitara el contacto de las sustancias combustibles con fuentes de calor intempestivas: fumar, recalentamientos de máquinas, instalaciones eléctricas

inapropiadas, operaciones de fuego abierto descontroladas, superficies calientes, trabajos de soldadura, chispas de origen mecánico o debidas a electricidad estática.

- Se ventilaran los vapores inflamables
- Se limitará la cantidad de sustancias combustibles en los lugares de trabajo
- Los combustibles se almacenarán en locales y recipientes adecuados
- En la medida de lo posible se evitará trabajar con sustancias de elevada inflamabilidad
- Se deberá cumplir con la reglamentación vigente para la protección contra incendios tanto en la instalación como en el mantenimiento
- Las instalaciones eléctricas cumplirán las reglamentaciones vigentes en particular en lo relativo a cargas, protecciones, instalaciones antideflagrantes, etc.
- Se dotarán los logares de trabajos de extintores portátiles adecuados
- Se instalarán bocas de incendios equipadas donde se requieran
- Los trabajos en recintos cerrados deben procedimentarse. Prever la necesidad de ventilación forzada. Siempre que se dude de la calidad del aire, utilizar equipos de respiración autónomos organizar el trabajo teniendo en cuenta la posibilidad de actuar sobre la alimentación del aire (colocar pantallas)

3.2 Profesionales

A continuación se analizan los riesgos previsibles inherentes a las actividades de ejecución previstas en la obra.

Con el fin de no repetir innecesariamente la relación de riesgos, se analizan primero los riesgos generales, que pueden darse en cualquiera de las actividades, y después se seguirá con el análisis de los específicos para cada actividad.

3.2.1 Carácter general

Se entienden como riesgos generales aquellos que puedan afectar a todos los trabajadores, independientemente de la actividad concreta que desarrollen.

Riesgos generales:

- Caídas de personas a distinto nivel
- Caídas de personas al mismo nivel
- Caídas de objetos o componentes sobre personas
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento

- Caída de objetos desprendidos
- Pisadas sobre objetos
- Choques contra objetos inmóviles
- Choques contra objetos móviles
- Proyecciones de partículas a los ojos
- Heridas en manos o pies por manejo de materiales
- Sobreesfuerzos
- Golpes y cortes por manejo de herramientas
- Atrapamientos por o entre objetos
- Atrapamientos por vuelco de máquinas, vehículos o equipos
- Quemaduras por contactos térmicos
- Exposición a descargas eléctricas
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas
- Contactos con sustancias cáusticas y/o corrosivas
- Incendios
- Explosiones
- Atropellos o golpes por vehículos en movimiento
- Exposición a factores atmosféricos extremos

Medidas preventivas:

- Señalizaciones de acceso a obra y uso de elementos de protección personal.
- Las zonas de peligro deberán estar acotadas y señalizadas.
- La iluminación de los puestos de trabajo deberá ser la adecuada para el desarrollo correcto del trabajo.
- Acotamiento y señalización de zona donde exista riesgo de caída de objetos desde altura.
- Se montaran barandillas resistentes en los huecos por los que pudiera producirse caída de personas.
- En cada tajo de trabajo, se dispondrá de, al menos, un extintor portátil de polvo polivalente.
- Si se realizasen trabajos con proyecciones incandescentes en proximidad de
- materiales combustibles, se retirarán estos o se protegerán con lona ignífuga.
- Se mantendrán ordenados los materiales, cables y mangueras para evitar el riesgo de golpes o caídas al mismo nivel por esta causa.

- Los restos de materiales generados por el trabajo se retirarán periódicamente para mantener limpias las zonas de trabajo.
- Los productos tóxicos y peligrosos se almacenarán y manipularán según lo establecido en las condiciones de uso específicas de cada producto.
- Respetar la señalización y limitaciones de velocidad fijadas para circulación de vehículos y maquinaria en el interior de la obra.
- Aplicar las medidas preventivas contra riesgos eléctricos que desarrollaremos más adelante.
- Todos los vehículos llevarán los indicadores ópticos y acústicos que exija la legislación vigente.
- En actividades con riesgo de proyecciones a terceros, se colocarán mamparas opacas de material ignífugo.
- Se protegerá a los trabajadores contra las inclemencias atmosféricas que puedan comprometer su seguridad y su salud.

3.2.2 Carácter específico

Se entienden como riesgos específicos aquellos que pueden afectar solamente a los trabajadores que realicen una actividad concreta.

Normas generales de SEÑALIZACIÓN

Las zonas de los lugares de trabajo en las que exista riesgo de caída, de caída de objetos o de contacto o exposición a elementos agresivos, deberán estar claramente señalizadas según el R.D. 485/1997.

Se acotará y señalizará la zona de trabajo, a la cual se accederá siempre por accesos concretos. Se señalizarán aquellas zonas en las que existan los siguientes riesgos:

Caída desde altura de objetos

- Zonas donde se realicen maniobras con cargas suspendidas hasta que se encuentren totalmente apoyadas.
- Caídas de personas sobre plataformas, forjados, etc. en las que además se montarán barandillas resistentes en todo el perímetro o bordes.
- Caídas de personas dentro de huecos, etc. para lo que se protegerán con barandillas o tapas de suficiente resistencia.

- Aquellos huecos que se destapen para introducción de equipos, etc., que se mantendrán perfectamente controlados y señalizados durante la maniobra, reponiéndose las correspondientes protecciones nada más finalizar éstas.

Productos inflamables

- En las zonas de ubicación se dispondrá de al menos un extintor portátil de polvo polivalente.
- Es obligatoria la delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas.

Vías y salidas de emergencia

Los pictogramas serán lo más sencillos posible, evitándose detalles inútiles para su comprensión. Podrán variar ligeramente o ser más detallados que los indicados en el apartado 3, siempre que su significado sea equivalente y no existan diferencias o adaptaciones que impidan percibir claramente su significado.

Las señales serán de un material que resista lo mejor posible los golpes, las inclemencias del tiempo y las agresiones medio ambientales.

Las dimensiones de las señales, así como sus características colorimétricas y fotométricas, garantizarán su buena visibilidad y comprensión.

Las señales se instalarán preferentemente a una altura y en una posición apropiadas en relación al ángulo visual, teniendo en cuenta posibles obstáculos, en la proximidad inmediata del riesgo u objeto que deba señalizarse o, cuando se trate de un riesgo general, en el acceso a la zona de riesgo.

El lugar de emplazamiento de la señal deberá estar bien iluminado, ser accesible y fácilmente visible. Si la iluminación general es insuficiente, se empleará una iluminación adicional o se utilizarán colores fosforescentes o materiales fluorescentes.

A fin de evitar la disminución de la eficacia de la señalización no se utilizarán demasiadas señales próximas entre sí.

Las señales deberán retirarse cuando deje de existir la situación que las justificaba.

La señalización relativa a los riesgos eléctricos viene dada en “Riesgos Eléctricos” del apartado de Riesgos Específicos, debiendo señalizarse de forma clara y permanente la existencia del riesgo eléctrico.

Equipos de Protección Individual y Colectiva:

- Equipo de protección general.
- Chaleco reflectante.
- Vallas metálicas.
- Cinta o cadena de señalización.

Señalización en Entorno Urbano:

La señalización, balizamiento y en su caso, defensas en las obras que afecten a la libre circulación por las vías públicas, se atenderán a las normas establecidas o instrucciones complementarias que ordene la administración competente.

En entorno urbano, los trabajadores irán provistos de prendas de color amarillo o naranja, con elementos retroreflectantes.

Se acotará la zona de trabajo mediante cerramientos rígidos (vallas metálicas) en población. Las excavaciones no se quedarán nunca sin proteger o señalizar.

Cuando circulen vehículos, los cerramientos se colocarán dependiendo de las características del terreno a una distancia, como mínimo, de 1 m para firmes de hormigón.

Cuando por razones de la obra se ocupen los espacios destinados a la circulación peatonal (aceras, pasos, etc.) se habilitarán pasos alternativos debidamente señalizados y protegidos.

Se colocarán balizas luminosas de señalización por la noche.

Se extremarán las precauciones en cruzamientos de carreteras, zonas transitadas y/o cruzamiento de servicios.

Al término de la jornada, en las zonas transitadas se señalizarán y protegerán los posibles obstáculos que puedan ser causa de daños a terceros.

Equipos de Protección Individual y Colectiva:

- Equipo de protección general.

- chaleco reflectante.
- Vallas metálicas.
- Cinta o cadena de señalización.

Señalización en Entorno No Urbano

Se acotará la zona de trabajo mediante cerramientos rígidos (vallas metálicas) o cintas de limitación. En este último caso, se colocará una cinta delimitadora a una altura mínima de 1 metro respecto del suelo, rodeando el perímetro de la excavación. Dicha cinta se fijará a piquetas, situadas a una distancia mínima de 2 metros entre ellas.

La señalización habrá de ser claramente visible por la noche, disponiendo de bandas reflectantes verticales de 10 cm. de anchura.

Los recintos vallados o balizados llevarán siempre luces propias, colocadas a intervalos máximos de 30 metros y siempre en los ángulos salientes.

Las excavaciones no se quedarán nunca sin proteger o señalizar.

En entorno no urbano, los trabajadores irán provistos de prendas de color amarillo o naranja, con elementos retroreflectantes siempre que realicen trabajos próximos a carreteras o caminos por donde pueda haber circulación de vehículos

Equipos de Protección Individual y Colectiva:

- Equipo de protección general.
- chaleco reflectante.
- Vallas metálicas.
- Cinta o cadena de señalización.

Señalización en Carreteras (Norma de carreteras 8.3 – IC “Señalización De Obras”)

Se seguirán siempre las indicaciones que proporcione el organismo propietario de la carretera.

Las señales deberán tener las dimensiones mínimas especificadas por la Norma de carreteras 8.3 – IC “Señalización de Obras”, y ser siempre reflectantes, de nivel 1 como mínimo si son obras fijas y de nivel 2 si es señalización móvil de obra (según norma UNE). Se recomienda utilizar siempre un nivel superior en lugares donde la iluminación ambiente

dificulte su percepción y en lugares de elevada peligrosidad, asimismo las señales de STOP tendrán siempre, como mínimo, un nivel 2 de reflectancia.

El color amarillo que distingue a las señales de obra de las normales, solamente se debe emplear en las señales con fondo blanco.

En las obras en las que la señalización provisional esté implantada durante las horas nocturnas, las señales y los elementos de balizamiento no sólo serán reflectantes, sino que deberán ir acompañados de elementos luminosos. En general, las obras en el interior de túneles tendrán siempre la consideración de obras en horas nocturnas.

A juicio del Director de Obra y dependiendo de las circunstancias que concurran en la misma, se podrá señalar horizontalmente con marcas en color amarillo o naranja, las alteraciones que se produzcan sobre la situación normal de la vía.

Estas marcas viales podrán ser sustituidas por captafaros TB-10, aplicados sobre el pavimento.

El material de señalización y balizamiento se descargará y se colocará en el orden en que haya de encontrarlo el usuario. De esta forma el personal encargado de la colocación trabajará bajo la protección de la señalización precedente.

Si no se pudieran transportar todas las señales y balizas en un solo viaje, se irán disponiendo primeramente fuera de la calzada y de espaldas al tráfico.

Se recomienda anular la señalización permanente cuando no sea coherente con la de obra, tapando para ello las señales necesarias, mientras la señalización de obra esté en vigor.

La retirada de la señalización y balizamiento se realizará en orden inverso al de colocación y siempre que sea posible desde la zona vedada al tráfico o desde el arcén, pudiendo entonces el vehículo dedicado a ello, circular con la correspondiente luz prioritaria en sentido opuesto al de la calzada.

Una vez retirada la señalización de obra, se restablecerá la señalización permanente que corresponda.

Si los operarios van en vehículos, su protección vendrá dada por el propio vehículo. Si los operarios van a pie sobre la calzada, deberán protegerse mediante un vehículo.

En todas las circunstancias, los operarios irán provistos de prendas de color amarillo o naranja, con elementos retroreflectantes.

Se recomienda que las máquinas y vehículos que se utilicen en señalización móvil sean de colores blanco, amarillo o naranja. Llevarán como mínimo, una luz ámbar giratoria o intermitente omnidireccional en su parte superior, dispuesta de forma tal que pueda ser perfectamente visible por el conductor al que se quiere indicar su presencia, con una potencia mínima de 55 vatios en el caso de luz giratoria y de 1,5 julios en el caso de luz intermitente.

La señales TP-18 (peligro, obras) y TP-31 llevarán siempre tres luces ámbar intermitentes de encendido simultáneo y dispuestas en triángulo en los vértices.

Las dimensiones mínimas de las señales utilizadas en señalización móvil serán las clasificadas como “grandes” en la Tabla 4 de la Norma 8.3-I.C.

Equipos de Protección Individual y Colectiva:

- Equipo de protección general.
- chaleco reflectante.
- Vallas metálicas.
- Cinta o cadena de señalización.

TRABAJOS CON RIESGO ELÉCTRICO

Todo trabajo en una instalación eléctrica, o en su proximidad, que conlleve un riesgo eléctrico deberá de efectuarse sin tensión, salvo en el caso de que las condiciones de explotación o de continuidad del suministro así lo requieran (4.4.b R.D. 614/2.001).

En ningún caso se prevé la realización de trabajos en tensión. Caso de ser necesaria la realización de este tipo de trabajos, se elaborará un plan específico para ello.

Trabajos sin tensión (ANEXO II. R.D. 614/2001)

Disposiciones generales

Las operaciones y maniobras para dejar sin tensión una instalación, antes de iniciar el «trabajo sin tensión», y la reposición de la tensión, al finalizarlo, las realizarán trabajadores autorizados que, en el caso de instalaciones de alta tensión, deberán ser trabajadores cualificados.

A.1 Supresión de la tensión.

Una vez identificados la zona y los elementos de la instalación donde se va a realizar el trabajo, y salvo que existan razones esenciales para hacerlo de otra forma, se seguirá el proceso que se describe a continuación, que se desarrolla secuencialmente en cinco etapas:

- Desconectar.
- Prevenir cualquier posible realimentación.
- Verificar la ausencia de tensión.
- Poner a tierra y en cortocircuito.
- Proteger frente a elementos próximos en tensión, en su caso, y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

Hasta que no se hayan completado las cinco etapas no podrá autorizarse el inicio del trabajo sin tensión y se considerará en tensión la parte de la instalación afectada. Sin embargo, para establecer la señalización de seguridad indicada en la quinta etapa podrá considerarse que la instalación está sin tensión si se han completado las cuatro etapas anteriores y no pueden invadirse zonas de peligro de elementos próximos en tensión.

A.2 Reposición de la tensión.

La reposición de la tensión sólo comenzará, una vez finalizado el trabajo, después de que se hayan retirado todos los trabajadores que no resulten indispensables y que se hayan recogido de la zona de trabajo las herramientas y equipos utilizados.

El proceso de reposición de la tensión comprenderá:

1. La retirada, si las hubiera, de las protecciones adicionales y de la señalización que indica los límites de la zona de trabajo.
2. La retirada, si la hubiera, de la puesta a tierra y en cortocircuito.
3. El desbloqueo y/o la retirada de la señalización de los dispositivos de corte.
4. El cierre de los circuitos para reponer la tensión.

Desde el momento en que se suprima una de las medidas inicialmente adoptadas para realizar el trabajo sin tensión en condiciones de seguridad, se considerará en tensión la parte de la instalación afectada.

Disposiciones particulares

Las disposiciones particulares establecidas a continuación para determinados tipos de trabajo se considerarán complementarias a las indicadas en la parte A de este anexo, salvo en los casos en los que las modifiquen explícitamente.

B.2 Trabajos en líneas aéreas y conductores de alta tensión.

En los trabajos en líneas aéreas desnudas y conductores desnudos de alta tensión se deben colocar las puestas a tierra y en cortocircuito a ambos lados de la zona de trabajo, y en cada uno de los conductores que entran en esta zona; al menos uno de los equipos o dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito debe ser visible desde la zona de trabajo.

En los trabajos en líneas aéreas aisladas, cables u otros conductores aislados, de alta tensión la puesta a tierra y en cortocircuito se colocará en los elementos desnudos de los puntos de apertura de la instalación o tan cerca como sea posible a aquellos puntos, a cada lado de la zona de trabajo

3.3 Primeros auxilios y asistencia sanitaria

Como medida general, cada grupo de trabajo o brigada contará con un botiquín de primeros auxilios completo, revisado mensualmente, que estará ubicado en lugar accesible, próximo a los trabajos y conocido por todos los trabajadores, siendo el Jefe de Brigada (Encargado o Capataz) el responsable de revisar y reponer el material.

En caso de producirse un accidente durante la realización de los trabajos, se procederá según la gravedad que presente el accidentado.

Ante los accidentes de carácter leve, se atenderá a la persona afectada en el botiquín instalado a pie de obra, cuyo contenido se detalla más adelante.

Si el accidente tiene visos de importancia (grave) se acudirá al Centro Asistencial de la mutua a la cual pertenece la Contrata o Subcontrata, (para lo cual deberán proporcionar la dirección del centro asistencial más cercano de la mutua a la que pertenezca), donde tras realizar un examen se decidirá su traslado o no a otro centro.

Si el accidente es muy grave, se procederá de inmediato al traslado del accidentado al Hospital más cercano.

Por todo lo anterior, cada grupo de trabajo deberá disponer de un teléfono móvil y un medio de transporte, que le permita la comunicación y desplazamiento en caso de emergencia.

3.4 Responsables de seguridad en obra

La organización de la seguridad en la obra es responsabilidad del Promotor, quien designará (cuando corresponda) al coordinador en materia de seguridad y salud en la fase de ejecución de obra, con las competencias y funciones descritas en el apartado de Obligaciones de las partes implicadas.

Cada empresa contratista contará a pie de obra con un responsable de seguridad y salud, que corresponderá con una persona de acreditada competencia (con formación en materia de prevención de riesgos y de primeros auxilios), siendo la encargada de organizar, dirigir y mantener el control y supervisión de los trabajos realizados por empleados de su Empresa así como de los realizados por otras Empresas subcontratadas. Como norma general tendrá asignadas las siguientes funciones:

- Organizar los trabajos dentro del ámbito de su competencia, para garantizar la realización de los mismos con las suficientes garantías de seguridad.
- Supervisar y controlar de forma continuada el cumplimiento de las normas de seguridad por parte de trabajadores propios como de trabajadores subcontratados.
- Permitir el acceso de sólo personal autorizado/cualificado a los lugares de especial peligrosidad, o a la realización de actividades de especial riesgo (trabajos en altura, eléctricos, etc.)

3.5 Reuniones de seguridad en obra

A lo largo de la ejecución del proyecto, se deben realizar reuniones de seguridad en obra, donde se traten todos aquellos aspectos que afecten a la seguridad de la misma, y especialmente se haga un seguimiento y control sobre los incumplimientos detectados.

A estas reuniones podrán asistir además de las empresas contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos, el coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra (en el caso en que sea necesario su nombramiento), la dirección facultativa y el promotor o representante del mismo

3.6 Botiquín

El contenido mínimo del botiquín será: desinfectantes y antisépticos autorizados, gases estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas y guantes desechables.

Junto al botiquín se dispondrá de un cartel en el que figuren de forma visible los números de teléfonos necesarios en caso de urgencias como los del hospital más próximo, centro asistencial más cercano, de la mutua de las distintas empresas intervinientes, servicio de ambulancias, bomberos, policía local,...

3.7 Formación a los trabajadores

De conformidad con los artículos 18 y 19 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y su salud en la obra.

La información deberá ser comprensible para los trabajadores afectados. Al ingresar en la obra se informará al personal de los riesgos específicos de los trabajos a los cuales van a ser asignados, así como las medidas de seguridad que deberán emplear personal y colectivamente.

Se insistirá en la importancia del uso de los medios preventivos puestos a su disposición, enseñando su correcto uso y explicando las situaciones peligrosas a que la negligencia o la ignorancia pueden llevar.

Conforme al artículo 8 del R.D. 773/1997, de 30 de mayo, el empresario deberá informar a los trabajadores, previamente al uso de los equipos, de los riesgos contra los que les protegen, así como de las actividades u ocasiones en las que deben utilizarse.

Asimismo, deberá proporcionarles instrucciones, preferentemente por escrito, sobre la forma correcta de utilizarlos y mantenerlos.

El empresario garantizará la formación y organizará, en su caso, sesiones de entrenamiento, para la correcta utilización de los Equipos de Protección Individual, especialmente cuando se requieran la utilización simultánea de varios equipos que por su especial complejidad así lo haga necesaria.

Eligiendo al personal más cualificado, se impartirán cursillos de socorrismo y primeros auxilios, de forma de que en cada obra disponga de algún socorrista con todos los medios que precise.

3.8 Paralización de los trabajos

Cuando el Coordinador de Seguridad y Salud o cualquier otra persona integrada en la Dirección Facultativa compruebe que la inobservancia de la normativa sobre prevención de riesgos laborales implica, a su juicio, un riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores podrá ordenar la paralización inmediata de tales trabajos o tareas, dejando constancia en el Libro de Incidencias.

Dicha medida será comunicada a la Empresa responsable, que la pondrá en conocimiento inmediato de los trabajadores afectados, del Delegado de Prevención o, en su ausencia, de los Representantes del Personal. Por otro lado, la persona que hubiera ordenado la paralización deberá dar cuenta a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social del cumplimiento de esta notificación.

La paralización de los trabajos se levantará por la Inspección de Trabajo y Seguridad Social si la hubiese decretado, por el Coordinador de Seguridad y Salud o por el Empresario tan pronto como se subsanen las causas que la motivaron, debiendo el empresario comunicarlo a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social y/o al Coordinador de Seguridad y Salud, según el caso.

3.9 Libro de incidencias

En cada centro de trabajo existirá con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud un Libro de incidencias que constará de hojas por duplicado, habilitado al efecto.

El Libro de incidencias, que deberá mantenerse siempre en la obra, estará en poder del técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud.

A dicho libro tendrán acceso la Dirección Facultativa, los Contratistas, los Subcontratistas y los Trabajadores Autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las Empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las Administraciones Públicas competentes, quienes podrán

hacer anotaciones en el mismo, relacionadas con los fines a que se refiere el párrafo primero de este apartado.

Efectuada una anotación el libro de incidencias, el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud, estará obligado a remitir, en el plazo de veinticuatro horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la Provincia en la que se realiza la obra. Igualmente deberá notificar las anotaciones en el libro al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste.

PARTE V

PRESUPUESTO

Capítulo 1 Mediciones

1.1 Equipamiento eléctrico tramo aéreo

1.1.1 Resumen de apoyos

Denominación	Medición
Apoyo metálico doble circuito GCO-40000-40-N1 Acopio y transporte de materiales Montaje, izado de apoyo y marcado de numeración	1
Apoyo metálico doble circuito CO-7000-40-N5C Acopio y transporte de materiales Montaje, izado de apoyo y marcado de numeración	5
Apoyo metálico doble circuito CO-7000-30-N5C Acopio y transporte de materiales Montaje, izado de apoyo y marcado de numeración	10
Apoyo metálico doble circuito CO-27000-40-N5C Acopio y transporte de materiales Montaje, izado de apoyo y marcado de numeración	1
Apoyo metálico doble circuito CO-7000-35-N5C Acopio y transporte de materiales Montaje, izado de apoyo y marcado de numeración	1
Apoyo metálico doble circuito CO-18000-35-N5C Acopio y transporte de materiales Montaje, izado de apoyo y marcado de numeración	1
Apoyo metálico doble circuito CO-9000-30-N5C Acopio y transporte de materiales Montaje, izado de apoyo y marcado de numeración	1
Apoyo metálico doble circuito CO-5000-40-N5C Acopio y transporte de materiales Montaje, izado de apoyo y marcado de numeración	1
Apoyo metálico doble circuito CO-33000-40-N5C Acopio y transporte de materiales Montaje, izado de apoyo y marcado de numeración	1

1.1.2 Conductores y cables

Denominación	Medición
M tendido línea trifásica A.T. LA-455 (Condor) Acopio, transporte del material y devolución del sobrante 1 metro tensado, tendido y retencionado Montaje del conjunto	1
M tendido cable de guarda 48fo Acopio, transporte del material y devolución del sobrante 1 metro tensado, tendido y retencionado Montaje del conjunto	5

1.1.3 Aisladores, herrajes, puesta a tierra y accesorios

Denominación	Medición
Cadena de suspensión para conductor	108
Grillete recto N-241030	1
Rotula larga N-243181/16	1
Aislador de vidrio E-120P-146	18
Grapa de suspensión GAS7/28	1
Descargador suspensión superior P11114x2	1
Descargador suspensión simplex inferior P33135x2	1
Anilla bola N-242043	1
Cadena de suspensión para cable de guarda	18
Grapa GSA para cable fo S90216	1
Eslabón revirado 2129	1
Grillete normal recto N-241030	1
Grapa conexión sencilla 230013/2	1
Grapa conexión universal 259111	1
Cadena de amarre para conductor	24
Grapa de amarre compresión condo-LA455	1
Grillete normal recto R-241031	2
Rotula larga R-42631	1
Descargador amarre simplex inferior P43135	1
Aislador de vidrio E-120P-146	18
Anilla bola N-242079/60	1
Descargador amarre superior P21114	1
Cadena de amarre para cable de guarda	4
Retención pref. Amarre cable opgw	1
Eslabón revirado 2129	1
Grillete normal recto N-241030	1
Grapa conexión sencilla 230013/2	1
Grapa conexión universal 259111	1
Tensor corredera 249026	1
Horquilla guardacabos SW1121	1
Amortiguador Stockbridge LA-455	21
Puesta a tierra apoyo frecuentado	2
Cable acero galvanizado 50mm2	32
Grapa conexión paralelo para cable acero galvanizado	4
Tubo de PVC corrugado D36mm para puesta a tierra	2
Pica P.T. AC-CU 2000x14,6 D lisa	2
Conexión a pica con estribo para cables paralelos	2
Anillo AC-CU S100 liso	1
Acopio y transporte de materiales	
Montaje del conjunto y conexionado	
Puesta a tierra apoyo NO frecuentado	20
Cable acero galvanizado 50mm2	32
Grapa conexión paralelo para cable acero galvanizado	4

Tubo de PVC corrugado D36mm para puesta a tierra	2
Pica P.T. AC-CU 2000x14,6 D lisa	2
Conexión a pica con estribo para cables paralelos	2
Acopio y transporte de materiales	
Montaje del conjunto y conexionado	

1.2 Equipamiento eléctrico tramo subterráneo

1.2.1 Conductores y cables

Denominación	Medición
M tendido línea trifásica A.T. XLPE-Al-1000/220 Acopio, transporte del material y devolución del sobrante 1 metro de canalización y tendido de cables Montaje del conjunto	602,37

1.2.2 Terminales, empalmes y accesorios

Denominación	Medición
Botella terminal APECB 2456 P Acopio y transporte de materiales Montaje del conjunto	6
Autoválvula EXILIM Q Acopio y transporte de materiales Montaje del conjunto	6
Empalme con extracción de pantalla Acopio y transporte de materiales Montaje del conjunto	2
Conjunto de accesorios para la conexión Acopio y transporte de materiales Montaje del conjunto	2

1.2.3 Puesta a tierra

Denominación	Medición
Caja unipolar de puesta a tierra directa de pantallas Incluye puente desmontable Acopio y transporte de materiales Montaje del conjunto	2
M cable RZ1 0,6/1kV 1x185mm ² CU Acopio y transporte de materiales Montaje del conjunto	10

1.3 Ejecución del material de obra

1.3.1 Tramo aéreo

Denominación	Medición
m3 excavación cimentación apoyo en terreno medio Excavación en terreno medio Retirada de escombros a vertedero	228
m3 de hormigonado H-200 cimentación apoyo Acopio y transporte de materiales Suministro y vertido de hormigón	228
Muro antiescalo en apoyo PAS Acopio y transporte de materiales Suministro y vertido de hormigón	1

1.3.2 Tramo subterráneo

Denominación	Medición
M. de zanja (1,4x1,25) en tierra Apertura, tapado y compactado de zanja en tipo de terreno medio y dimensiones indicadas en material de aportación adecuado para conseguir proctor modificado min 95%, transporte de sobrantes a vertedero autorizado incluidas tasas	602,37
M. de canalización Acopio y transporte de materiales Suministro vertido y compactado de arena Colocación y ensamblaje de placas de protección de polietileno Colocación de cinta señalizadora Colocación y ensamblaje de tubos equipotenciales	602,37

Capítulo 2 Presupuestos

2.1 Maquinaria y equipamiento eléctrico

2.1.1 Tramo aéreo

2.1.1.1 Apoyos

Incluido suministro, acopio, armado, izado, puesta a tierra y placa de señalización:

Concepto	Designación	Unidades	Precio unitario [€]	Precio [€]
Apoyo metálico	GCO-40000-40-N1	1	25680.95	25680.95
Apoyo metálico	CO-7000-40-N5C	5	22257.75	111288.75
Apoyo metálico	CO-7000-30-N5C	10	20257.75	202577.5
Apoyo metálico	CO-27000-40-N5C	1	23654.2	23654.2
Apoyo metálico	CO-7000-35-N5C	1	21257.75	21257.75
Apoyo metálico	CO-18000-35-N5C	1	23257.75	23257.75
Apoyo metálico	CO-9000-30-N5C	1	22950.07	22950.07
Apoyo metálico	CO-5000-40-N5C	1	10433.05	10433.05
Apoyo metálico	CO-33000-40-N5C	1	24493.05	24493.05
TOTAL				465593.07

2.1.1.2 Cadenas de aislamiento

Incluido suministro, acopio y montaje.

Concepto	Unidades	Precio unitario [€]	Precio [€]
Cadena de amarre para conductor	24	984.13	23619.12
Cadena de amarre para cable de guarda	4	218.45	873.8
Cadena de suspensión para conductor	108	535	57780
Cadena de suspensión para cable de guarda	18	115.1	2071.8
TOTAL			84344.72

2.1.1.3 Conductor y cable de tierra

Incluye el suministro, tendido, regulado y engrapado.

Concepto	Unidades	Precio unitario [€]	Precio [€]
Cable de fase LA-455	50519.16	15.32	773953.5
Cable de guarda 48fo	8419.86	6.72	56581.46
TOTAL			830535

2.1.1.4 Total

Resulta un total de: 1.378.400,98

2.1.2 Tramo subterráneo

2.1.2.1 Conductor

Concepto	Unidades	Precio unitario [€]	Precio[€]
Tendido de cable de fase	1204.74	400	481896
TOTAL			481896

2.1.2.2 Empalmes y accesorios

Concepto	Unidades	Precio unitario[€]	Precio[€]
Botella terminal	6	30250	181500
Autoválvula	6	3950	23700
Accesorios, soportes, piezas de conexión	4	1850	7400
TOTAL			212600

2.1.2.3 Puesta a tierra

Concepto	Unidades	Precio unitario[€]	Precio[€]
Puesta a tierra en anillo para apoyo de transición	1	110.5	110.5
Caja de puesta a tierra	2	2250.25	4500.5
Cable de conexión	120	16.79	2014.8
TOTAL			6625.8

2.1.2.4 Total

Para el tramo subterráneo resulta un total de: 701.121,8

2.2 Ejecución material de la obra

2.2.1 Tramo aéreo

Concepto	Unidades	Precio unitario [€]	Precio [€]
m ³ de excavación cimentación apoyo	228	122	27816
m ³ de hormigonado H-200	228	225.32	51372.96
Antiescalo en apoyo de transición	1	119.4	119.4
TOTAL			79308.36

2.2.2 Tramo subterráneo

Concepto	Unidades	Precio unitario [€]	Precio [€]
m de zanja en tierra	602.37	37.06	22323.8322
m de canalización 2 ternas	602.37	76.32	45972.8784
TOTAL			68296.7106

2.2.3 Total

Resulta un total de ejecución de 147.605,08

2.3 Resumen presupuesto

Equipamiento aéreo [€]	1378400.98
Equipamiento subterráneo [€]	701121.8
Ejecución aéreo y subterráneo [€]	147605.08
TOTAL [€]	2227127.86

Finalmente queda un total de: DOS MILLONES DOSCIENTOS VEINTISIETE MIL CIENTO VEINTISIETE EUROS CON OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS (2.227.127,86€).