Escuela Politécnica Superior de Jaén

Grado en Ingeniería Eléctrica

UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Jaén

Trabajo Fin de Grado

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

Alumno: Pilar Molina Trillo

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

Septiembre, 2015

Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén
Departamento de Ingeniería Eléctrica

Don Francisco José Sánchez Sutil, tutor del Proyecto Fin de Carrera titulado: "Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV", que presenta Pilar Molina Trillo, autoriza su presentación para defensa y evaluación en la Escuela Politécnica Superior de Jaén.

Jaén, Agosto de 2015

El alumno: Los tutores:

Pilar Molina Trillo Francisco José Sanchez Sutil

Índice

1. MEMORIA 12

1.1. Objeto.....12

1.2. Alcance 12

1.3. Antecedentes.....12

1.4. Normas y referencias.....12

1.4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas 12

1.4.2. Programas de cálculo.....13

1.4.3. Bibliografía 13

1.5. Definiciones y abreviaturas.....13

1.6. Requisitos de diseño 14

1.7. Análisis de soluciones.....14

1.8. Resultados finales.....15

1.8.1. Descripción general de la línea aérea 15

1.8.1.a. Trazado.....15

1.8.1.b. Descripción de los constituyentes 15

- Conductor y cable de tierra 15
- Apoyos.....16
- Cimentaciones 17
- Aisladores 17
- Distancias de seguridad. Cruzamientos y paralelismos.....18
- Puesta a tierra.....18

1.8.2. Descripción general de la línea subterránea 19

1.8.2.a. Trazado.....19

1.8.2.b. Disposición física 19

1.8.2.c. Esquema de conexión de pantallas 19

1.8.2.d. Descripción de materiales 20

- Cable de potencia 20
- Terminales 22
- Autoválvulas.....22
- Caja de conexión trifásica enterrada 23
- Empalmes.....23

1.8.3. Obra civil de la instalación subterránea.....23

1.8.3.a. Canalización 23

1.8.4. Descripción general de la subestación.....24

1.8.4.a. Parque de 132 kV 24

- ❖ Magnitudes eléctricas....25
- ❖ Distancias....26
- ❖ Embarrados....28
- ❖ Piezas de conexión....30
- ❖ Características de la aparamenta....31

1.8.4.b. Parque de 66 kV....34

- ❖ Magnitudes eléctricas....35
- ❖ Distancias....36
- ❖ Embarrados....37
- ❖ Piezas de conexión....40
- ❖ Características de la aparamenta....40

1.8.4.c. Transformación....43

1.8.4.d. Red de tierras....45

- ❖ Red de tierras inferiores....45
- ❖ Red de tierras superiores....46

1.8.4.e. Sistemas de control y protección....47

1.8.5. Descripción de las instalaciones de la subestación....49

1.8.5.a. El edificio....49

1.8.5.b. Telecontrol y telecomunicaciones....49

1.8.5.c. Equipos de medida....50

1.8.5.d. Servicios generales....50

- ❖ Cuadro de corriente continua y alterna....50
- ❖ Sistemas de mando y protección....50
- ❖ Rectificador de batería....50
- ❖ Transformador de servicios auxiliares....51

1.8.5.e. Instalación de alumbrado....51

1.8.5.f. Sistema de protección contra incendios e intrusos....51

1.8.5.g. Cerramientos y señalización....52

1.8.6. Obra civil de la subestación....52

1.8.6.a. Movimiento de tierras....52

1.8.6.b. Cimentaciones....52

1.8.6.c. Arquetas y canalización para cables....53

1.8.6.d. Sistema de recogida de aceite....54

1.8.7. Estructura metálica y soportes....54

1.9. Planificación....55

1.10. Orden de prioridad entre los documentos....58

2. ANEXOS 59

2.1. Cálculos de la línea aérea 59

2.1.1. Elección del conductor aéreo 59

2.1.1.a. 1º Criterio: Densidad de corriente.....59

2.1.1.b. 2º Criterio: Caída de tensión 61

2.1.2. Elección del conductor de tierra 63

2.1.3. Cálculo mecánico de los conductores 64

2.1.3.a. Vano de regulación 66

2.1.3.b. Componente horizontal máxima.....73

2.1.3.c. Constante de catenaria para trazado de la línea.....100

2.1.3.d. Cambio de condiciones.....101

2.1.3.e. Cálculo de flechas.....102

2.1.3.f. Tabla de tensiones y flechas reglamentarias 102

2.1.3.g. Tabla de tendido 125

2.1.4. Características del aislamiento.....190

2.1.4.a. Descripción 190

2.1.4.b. Tipos de cadenas.....190

2.1.5. Características de los apoyos 191

2.1.5.a. Cálculo mecánico de los apoyos 191

- Esfuerzos verticales 194
- Esfuerzos transversales 195
- Esfuerzos longitudinales 196

2.1.5.b. Tabla del cálculo de apoyos.....197

2.1.5.c. Tabla de elección de apoyos 208

2.1.5.d. Cimentaciones de los apoyos.....239

- Cimentación monobloque.....239
- Cimentación fraccionada.....242

2.1.5.e. Tierras.....247

- Intensidad de defecto.....247
- Tension de contacto.....247
- Tensión de paso.....249
- Tensión de paso en el acceso.....249
- Aumento de potencial absoluto de tierra 250
- Configuración de la puesta a tierra.....251

2.2. Cálculos de la línea subterránea.....258

2.2.1. Cálculos eléctricos justificativos del cable subterráneo 258

2.2.1.a. Cálculo de la intensidad máxima en servicio 258

- Intensidad admisible 258
- Resistencia del conductor en corriente alterna 259
- Pérdidas dieléctricas 261
- Factor de pérdidas en la pantalla 261
- Resistencia térmica entre conductor y envolvente, T_1 262
- Resistencia térmica entre la cubierta y la armadura, T_2 262
- Resistencia térmica de la cubierta exterior, T_3 262
- Resistencia térmica externa, T_4 263

2.2.1.b. Cálculo de la caída de tensión 265

2.3. Cálculos de la subestación 266

2.3.1. Parque de 132 kV 266

2.3.1.a. Tensiones nominales normalizadas 266

2.3.1.b. Niveles de aislamiento 266

2.3.1.c. Distancias mínimas 267

- Distancias fase-tierra y fase-fase 267
- Distancias en pasillos de servicio y zonas de protección 267
- Distancias en zonas de protección contra contactos accidentales en el interior del recinto de la instalación 268
- Distancias en zonas de protección contra contactos accidentales desde el exterior del recinto de la instalación 268

2.3.1.d. Cálculos eléctricos 269

- Corrientes nominales 269
- Corrientes de cortocircuito 269

2.3.1.e. Embarrados 270

- Embarrados principales 270
- Embarrados secundarios 271
- Embarrados flexibles 272

2.3.1.f. Cálculos mecánicos 273

- Cálculo mecánico del embarrado principal 273
- Cálculo mecánico del embarrado secundario 284

2.3.1.g. Selección de autoválvulas 295

2.3.2. Parque de 66 kV 297

2.3.2.a. Tensiones nominales normalizadas 297

2.3.2.b. Niveles de aislamiento 297

2.3.2.c. Distancias mínimas 298

- ❖ Distancias fase-tierra y fase-fase 298
- ❖ Distancias en pasillos de servicio y zonas de protección....298
- ❖ Distancias en zonas de protección contra contactos accidentales en el interior del recinto de la instalación 299
- ❖ Distancias en zonas de protección contra contactos accidentales desde el exterior del recinto de la instalación 299

2.3.2.d. Cálculos eléctricos 300

- ❖ Corrientes nominales 300
- ❖ Corrientes de cortocircuito 301

2.3.2.e. Embarrados 301

- ❖ Embarrados principales....301
- ❖ Embarrados secundarios 302
- ❖ Embarrados flexibles....303

2.3.2.f. Cálculos mecánicos....304

- ❖ Cálculo mecánico del embarrado principal 304
- ❖ Cálculo mecánico del embarrado secundario....315

2.3.2.g. Selección de autoválvulas....326

2.3.3. Red de tierras 328

2.3.3.a. Criterios de cálculo....328

2.3.3.b. Red de tierras inferiores....329

- ❖ Descripción 329
- ❖ Conductor de la red de tierras inferiores....329
- ❖ Resistencia de puesta a tierra....330
- ❖ Cálculos eléctricos. Tensiones de paso y contacto 331

2.3.3.c. Red de tierras superiores....335

2.4. Estudio de Impacto Ambiental 337

2.4.1. Finalidad, antecedentes, descripción de la actividad....337

2.4.1.a. Antecedentes....337

2.4.1.b. Referencias....337

- ❖ Legislación nacional....337
- ❖ Legislación de la Comunidad autónoma de Andalucía 339

2.4.1.c. Emplazamiento....339

- ❖ Características y descripción de la zona 340

2.4.2. Características de la línea y materiales empleados....340

2.4.2.a. Resumen tipos de apoyos....341

2.4.3. Riesgos ambientales y corrección....341

2.4.3.a. Ruidos y vibraciones 341

- Definiciones 342
- Medición de ruidos 343
- Equipos de medición y calibración 343
- Evaluación del ruido 344
- Tipos de medidas 344
- Medición en línea de alta tensión 345
- Medición en subestación eléctrica 345
- Parámetros de medida y actuaciones en caso de incumplimiento 345

2.4.3.b. Emisiones de los campos eléctricos 346

- Definiciones 346
- Medición de los campos eléctricos y magnéticos 348
- Equipos de medida y calibración 348
- Evaluación de las medidas 349
- Actuaciones relativas a las medidas de campo electromagnético 349

2.4.3.c. Gestión de residuos 349

- Definiciones 349
- Tipos de residuos 350
- Recogida selectiva y traslado de residuos 351
- Almacenamiento y registro 352
- Retirada de residuos por gestor autorizado 353

2.4.4. Medidas de prevención, seguimiento y control 354

2.4.5. Protección de la Avifauna 358

2.4.5.a. Definiciones 358

2.4.5.b. Medidas antielectrocución 360

2.4.5.c. Medidas anticolisión 361

2.4.6. Ejecución de las principales actividades de la obra respetando el medio ambiente 362

2.4.6.a. Obras de excavación y movimientos de tierras 362

2.4.6.b. Obras de Hormigón 364

2.4.6.c. Maniobras de Izado 365

2.4.6.d. Tendido 365

2.4.7. Valoración de impactos 367

2.4.8. Conclusiones 369

2.5. Proyecto de Seguridad y Salud 370

2.5.1. Antecedentes 370

2.5.2. Objeto y ámbito de aplicación 370
2.5.3. Descripción de los trabajos 372
2.5.3.a. Actividades principales....372
2.5.3.b. Situación y climatología....373
2.5.3.c. Características del entorno de trabajo 373
2.5.3.d. Personal....373
2.5.3.e. Maquinaria y herramientas a utilizar....373
2.5.4. Riesgos laborales y medidas preventivas....374
2.5.4.a. Riesgos generals 374
2.5.4.b. Riesgos específicos 376
- Implantación de la obra y señalización 376
- Acopio de materiales....377
- Obras de excavación y movimiento de tierras 378
- Obras de hormigón 378
- Encofrado y desencofrado 379
- Montaje de estructuras metálicas....380
- Maniobras de Izado....381
- Tendido, regulado, engrapado, conexionado de conductores aéreos y subterráneo. 381
- Colocación de accesorios (Salvapájaros y balizado) 384
- Puesta en servicio de la instalación....384
- Aspectos con especial precaución 385

2.5.4.c. Utilización de maquinaria....386
- Actuación del maquinista 386
- Condiciones que deben reunir las máquinas de obra 386
- Almacenamiento de combustible....386

2.5.4.d. Servicios Sanitarios....386
- Primeros auxilios....386
- Medicina Preventiva....387
- Evacuación de accidentados....387

2.5.4.e. Servicios comunes....387
2.5.4.f. Seguridad e higiene en el trabajo 387
2.5.4.g. Formación....387
2.5.5. Presupuesto....388
2.5.5.a. Protecciones personales....388
2.5.5.b. Protecciones colectivas....389

2.5.5.c. Protecciones instalación eléctrica 389
2.5.5.d. Medicina preventiva y primeros auxilios 390
2.5.5.e. Vigilancia y formación 390
2.5.5.f. Instalaciones de higiene y bienestar 390
2.5.5.g. Total presupuesto de seguridad y salud 391
2.6. Catálogos 392
2.6.1. Cable subterráneo 392
2.6.2. Terminal exterior de composite 393
2.6.3. Empalmes 395
2.6.4. Transformadores de potencia 397
2.6.5. Transformadores de tensión capacitivos 400
2.6.6. Autoválvulas EXLIM Q-E 411
2.6.7. Autoválvulas EXLIM R 416
2.6.8. Módulos híbridos 420
3. PLANOS 425
4. PLIEGO DE CONDICIONES 511
4.1. Condiciones generales 511
4.1.1. Objeto 511
4.1.2. Campo de aplicación 511
4.1.3. Disposiciones generales 511
4.1.3.a. Condiciones facultativas legales 511
4.1.3.b. Seguridad en el trabajo 512
4.1.3.c. Seguridad pública 513
4.1.4. Organización del trabajo 513
4.1.4.a. Datos de la obra 513
4.1.4.b. Replanteo de la obra 514
4.1.4.c. Mejoras y variaciones del Proyecto 514
4.1.4.d. Recepción del material 514
4.1.4.e. Organización 515
4.1.4.f. Facilidades para la inspección 515
4.1.4.g. Ensayos 515
4.1.4.h. Limpieza y seguridad en las obras 516
4.1.4.i. Medios auxiliaries 516
4.1.4.j. Subcontratación de las obras 516
4.1.4.k. Plazo de ejecución 517
4.1.4.l. Recepción provisional 517

4.1.4.m. Periodos de garantía 518
4.1.4.n. Recepción definitiva 518
4.1.4.o. Pago de obras 519
4.1.4.p. Abono de materiales acopiados 519
4.1.5. Disposición final 519
4.2. Condiciones técnicas 520
4.2.1. Objeto y campo de aplicación 520
4.2.2. Ejecución del trabajo 520
4.2.2.a. Replanteo de apoyos 520
4.2.2.b. Apertura de hoyos 520
4.2.2.c. Transporte, acarreo y acopio a pie de hoyo 522
4.2.2.d. Cimentaciones 523
- Arena 523
- Grava 524
- Cemento 524
- Agua 525
- Hormigón 525
- Ejecución de las cimentaciones 526

4.2.2.e. Armado e izado de los apoyos 527
4.2.2.f. Tendido, tensado y engrapado de los conductores 528
- Colocación de aisladores 528
- Tendido de los conductores 529
- Tensado, regulado y engrapado de los conductores 531

4.2.2.g. Reposición del terreno 532
4.2.2.h. Numeración de los apoyos. Avisos de peligro eléctrico 532
4.2.2.i. Tomas de tierra 533
- Anillo cerrado 533
- Comprobación de los valores de resistencia de difusión 533

4.2.2.j. Apertura de zanja 533
4.2.2.k. Colocación de tubos 534
4.2.2.l. Relleno, cierre de zanjas y reposición de pavimentos 535
4.2.2.m. Explanación plataforma 535
4.2.2.n. Drenaje parque 536
4.2.2.o. Malla de tierras 536
4.2.2.p. Cubetos para transformadores 536
4.2.2.q. Depósito de recogida de aceite 537

4.2.2.r. Cimentaciones, estructuras y aparamenta 538
- ❖ Cimentaciones para soportes metálicos 538
- ❖ Cimentación del edificio prefabricado 538
- ❖ Saneamientos y drenajes 538

4.2.2.s. Urbanización parque 539
4.2.2.t. Cerramiento parque 540
4.2.2.u. Montaje electromecánico 541
4.2.3. Material 541
4.2.3.a. Reconocimiento y admisión de materiales 541
4.2.3.b. Apoyos 542
4.2.3.c. Herrajes 542
4.2.3.d. Aisladores 542
4.2.3.e. Conductores 542
4.2.4. Recepción de obra 542
4.2.4.a. Calidad de cimentaciones 543
4.2.4.b. Tolerancias de ejecución 543

5. MEDICIONES 544
5.1. Mediciones Línea aérea y subterránea 544
5.2. Mediciones Subestación 545
6. PRESUPUESTO 550
6.1. Presupuesto Línea aérea y subterránea 550
6.2. Presupuesto Subestación 552
6.3. Presupuesto del Proyecto 556

1. MEMORIA .

1.1. Objeto

El presente proyecto tiene como objeto el diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV. El objetivo del proyecto es la obtención del título de Graduado en Ingeniería Eléctrica.

1.2. Alcance

El presente proyecto describe la instalación a realizar para el transporte de energía desde Málaga capital a través de una línea aérea de alta tensión (132 kV) hasta una subestación ubicada en Archidona (Málaga) que realizará una transformación de 132 kV a 66 kV. Se describen todos los componentes que constituyen la instalación de la línea aérea de transporte, la entrada a subestación en subterráneo y la subestación, así como la descripción constructiva, valoración de las obras, materiales e instalaciones.

1.3. Antecedentes

Para mejorar el transporte de energía en España, se ha proyectado la construcción de una subestación tipo AIS formada por dos parques, uno de 132 kV y otro de 66 kV. Formará parte del interconexionado entre sistemas de transporte y distribución de la red eléctrica.

Se necesita transportar a dicha subestación ubicada en Archidona (Málaga) una potencia de 55 MW con un factor de potencia de 0,9.

Para transportar esta potencia recurriremos a la subestación de Ramos ubicada en Málaga. Tendremos una longitud de línea de 43.922 m desde el lugar de origen al destino. Debido a la gran longitud de la línea recurriremos al transporte aéreo por motivos económicos, aunque la entrada a la subestación será en subterráneo.

1.4. Normas y referencias

1.4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas

Para la elaboración del presente proyecto se ha tenido en cuenta:

- Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión, aprobado por Real Decreto 223/2008 de 15 Febrero.
- Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, aprobado por Real Decreto 3275/1982 de 12 Noviembre.
- Norma Española UNE 157001 de Junio de 2014 sobre criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyes un proyecto técnico.

1.4.2. Programas de cálculo

Los programas de cálculo utilizados en este proyecto son:

- Excel: Programa comercial para la realización de cálculos.
- Andelec: Programa comercial para el dimensionamiento de instalaciones de líneas aéreas.

1.4.3. Bibliografía

- SANCHEZ SUTIL, Francisco José: Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión. Universidad de Jaén. Dpto.de energía eléctrica.

1.5. Definiciones y abreviaturas

A continuación se muestra en la Tabla 1.1 las abreviaturas más utilizadas junto con su definición y unidades.

SIGLA	DEFINICIÓN	UNIDADES
U	Tensión	V
P	Potencia activa	W
Q	Potencia reactiva	VAr
S	Potencia aparente	VA
I	Intensidad	A
R	Resistencia eléctrica	Ω
L	Autoinducción	H
X	Reactancia	Ω
C	Capacidad	F
Cos φ	Factor de potencia	-

Debido al gran número de abreviaturas que contiene este proyecto, se ha preferido indicar el resto de definiciones en su lugar de aparición.

1.6. Requisitos de diseño

Los requisitos de diseño han sido requeridos por el director del proyecto.

Tensión de la línea 132 kV, potencia a transportar 55 MW con factor de potencia 0.9. Punto de partida Subestación de Ramos en Málaga, punto final Subestación de Archidona. Subestación reductora, con dos niveles de tensión 132 kV y 66 kV, capaz de transformar una potencia total de 62 MVA.

1.7. Análisis de soluciones

En primer lugar, se ha procedido a la elección del conductor aéreo. Debido a la cantidad de potencia que transporta la línea y la elevada tensión, se ha preferido utilizar doble circuito para que la sección del conductor utilizado no sea excesivamente grande. Por tanto, nuestra línea aérea será de doble circuito con un conductor por fase de LA-180. El número de apoyos utilizados ha sido 175 y todos serán al tresbolillo.

En cuanto al tramo subterráneo, también es de doble circuito y con un conductor por fase. Se ha elegido el conductor SILEC RHZ1-RA+2OL AL H120.

Respecto a la subestación, dispone de dos parques uno de 132 kV y otro de 66 kV, capaz de transformar 62 MVA. El parque de 132 kV tendrá dos entradas de línea en forma simétrica constituidas por conductor LA-180. El parque de 66 kV tendrá 5 salidas, tres de ellas aéreas y dos subterráneas. Estas cinco líneas serán con conductor LA-145.

En cuanto a la parcela que se va a utilizar para la construcción de la subestación tiene unas dimensiones de 145x95 m con una superficie total de 13775 m^2.

1.8. Resultados finales

En este capítulo describiremos la subestación, la línea aérea y la línea subterránea indicando las características que las definen y haciendo referencia a los planos en caso que sea necesario.

1.8.1. Descripción general de la línea aérea

La línea aérea es de transporte de energía. Tiene una tensión de 132 kV y transporta 55 MW con un factor de potencia de 0,9.

1.8.1.a. Trazado

La línea aérea tiene una longitud total de 43.922 metros. Esta tiene origen en la subestación de Ramos en Málaga y fin en el término municipal de Archidona (Málaga).

Para tener información más concreta de la situación, ver Plano nº1 'Emplazamiento'.

1.8.1.b. Descripción de los constituyentes

- Conductor y cable de tierra

El conductor elegido es LA-180 de aluminio-acero.

La justificación de dicha elección se puede ver en el punto 2.1.1. del Anexo. También pueden verse sus características principales eléctricas y mecánicas.

El cable de tierra será de Fibra Óptica OPGW48. Sus características son las siguientes:

- Sección_____180 mm^2
- Diámetro_____17,5 mm
- Carga de rotura_____8.000 daN
- Peso_____0,61152 daN/m
- Módulo de elasticidad_____12000 daN/mm^2
- Coeficiente de dilatación_____0,00001154 $ºC^{-1}$

❖ Apoyos

Todos los apoyos serán metálicos y galvanizados en caliente, resueltos con fuste en barras atornilladas o electro-soldadas y cabeza en cuerpo único soldado. Están preparados para llevar cadenas de aisladores.

Los apoyos están formados por:

- Cabeza, Prismática de sección cuadrada en cuerpo único soldado, taladrada para adosar en diferentes combinaciones de crucetas.

- Fuste, tronco piramidal de sección cuadrada, formado por distintos tramos según la altura que se desee, cada uno se compone de cuatro montantes de longitud máxima 6 m unidos por celosía sencilla atornillada.

- Armado, se realiza a partir de semicrucetas atornilladas de diferente longitud.

Las crucetas tendrán una separación mínima de 2,40 m, para que permita cumplir con las distancias mínimas de seguridad establecidas en la ley de protección de avifauna, en cuanto a medidas de electrocución.

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

Hay un total de 175 apoyos, de los cuales 1 es principio de línea, 1 es fin de línea, 63 son alineación-suspensión, 66 son alineación-amarre, 7 son alineación-anclaje y 37 son de ángulo-anclaje.

Los apoyos de celosía elegidos de la empresa ANDEL S.A son los siguientes:

- Apoyo AL – 2 – 4 - 132 kV_____50 unidades
- Apoyo AL – 3 – 4 - 132 kV_____ 2 unidades
- Apoyo AM – 1 – 4 - 132 kV_____68 unidades
- Apoyo AM – 2 – 4 - 132 kV_____1 unidad
- Apoyo AM – 3 – 4 - 132 kV_____8 unidades
- Apoyo AM – 4 – 4 - 132 kV_____7 unidades

- Apoyo AG – 1 – 4 - 132 kV_____3 unidades
- Apoyo AG – 2 – 4 - 132 kV_____16 unidades
- Apoyo AG – 3 – 4 - 132 kV_____2 unidades
- Apoyo FL – 2 – 4 - 132 kV_____11 unidades
- Apoyo AM – 1 – 5,5 - 132 kV_____4 unidades
- Apoyo AG – 1 – 5,5 - 132 kV_____1 unidad
- Apoyo AG – 2 – 5,5 - 132 kV_____1 unidad
- Apoyo AG – 3 – 5,5 - 132 kV_____1 unidad

Se puede ver la elección de los apoyos en el Anexo punto 2.1.5.c.

❖ Cimentaciones

Tendremos dos tipos de cimentaciones.

Cimentación monobloque, en este caso la cimentación está compuesta por un solo macizo que contiene las 4 patas del apoyo.

Cimentación fraccionada, en este caso tenemos cuatro macizos independientes, uno para cada pata. De los cuatro tipos de cimentación fraccionada que existen, se va a utilizar el tipo cuadrada sin cueva.

Habrá 62 apoyos con cimentación monobloque y los otros 113 apoyos, debido a los esfuerzos que actúan sobre ellos son mayores, tendrán cimentación fraccionada tipo cuadrada sin cueva.

Para ver más detalles, ver el punto 2.1.5.d. del Anexo y el Plano nº 80 'Cimentaciones de los apoyos'.

❖ Aisladores

Todos los apoyos llevarán cadenas de aisladores de vidrio.

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

Tendremos cuatro tipos de cadenas de aisladores:

- Anclaje simple vidrio_____70 unidades
- Anclaje doble vidrio_____33 unidades
- Suspensión simple vidrio_____54 unidades
- Suspensión doble vidrio_____18 unidades

Para saber sus características ir al punto 2.1.4 del Anexo y ver el Plano nº 72 'Cadena de suspensión simple vidrio', Plano nº 73 'Cadena de suspensión doble vidrio', Plano nº 74 'Cadena de amarre simple vidrio' y Plano nº 75 'Cadena de amarre doble vidrio'.

❖ Distancias de seguridad. Cruzamientos y paralelismos

En el presente proyecto se efectúan los siguientes cruzamientos:

- Línea de menor o igual tensión_____30 cruzamientos
- Línea de mayor tensión_____6 cruzamientos
- Carretera_____9 cruzamientos
- Autopista o autovía_____1 cruzamiento
- Río_____19 cruzamientos

Las distancias de seguridad, cruzamientos y paralelismos se han calculado según el apartado 5 de la instrucción ITC-LAT 07.

Los valores han sido calculados por el programa Andelec que sigue correctamente el Reglamento de Líneas de Alta Tensión.

❖ Puesta a tierra

Se instalará el cable de tierra descrito anteriormente, a lo largo de toda la línea en las cúpulas de tierra de los apoyos. Su función principal será proteger la línea frente a descargas atmosféricas.

Además todas las estructuras metálicas de los apoyos, irán unidas directamente a tierra mediante conductores de 50 mm^2 de acero y piquetas de acero galvanizado.

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

Para ver los cálculos correspondientes a las tierras de los apoyos ver el punto 2.1.5.e. del Anexo.

1.8.2. Descripción general de la línea subterránea

1.8.2.a. Trazado

El trazado subterráneo tendrá una longitud de 25 metros. Transcurre desde el último apoyo de la línea aérea hasta la entrada de la subestación.

1.8.2.b. Disposición física

El tramo de subterránea habrá dos tubos de hormigón, cada uno con un circuito. En cada circuito, las fases estarán dispuestas en triángulo y cada uno de los cables irá por el interior de un tubo de polietileno.

La canalización tendrá una profundidad de 180 cm, una anchura de 300 cm y se mantendrá una distancia entre ternas de 60 cm.

Ver Plano nº 81 'Canalización subterránea'.

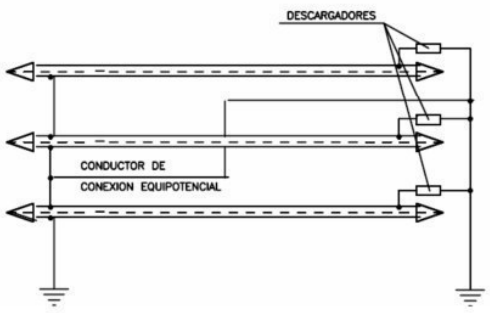
1.8.2.c. Esquema de conexión de pantallas

La conexión de las pantallas a tierra tiene los siguientes objetivos:

- Eliminar o reducir corrientes de circulación por las pantallas debidas a un acoplamiento inductivo con la corriente que pasa por los cables, evitando pérdidas de potencia activa.

- Reducir las tensiones inducidas entre las pantallas de los cables y tierra. Las sobretensiones inducidas durante cortocircuitos pueden provocar averías en los cables empalmes y cajas de conexión.

Dada la longitud del tramo, la tensión de la línea y la intensidad admisible, se efectuará el sistema de puesta a tierra "single-bonding" o puesta a tierra en un solo punto.



La conexión será Single Point, se conecta rígidamente a tierra la pantalla en un solo extremo de la línea, conectando el otro extremo a tierra a través de descargadores.

Se emplearán de puesta a tierra unipolares para la conexión a tierra de las pantallas a través de descargadores. Estas cajas son metálicas y disponen de los orificios necesarios para recibir los cables de conexión de pantallas y las barras de contacto. Los descargadores son de óxido de zinc y el cable de conexión pantallas-descargadores será de cobre de sección 2x185 mm^2 con aislamiento 0,6/1 kV. El conductor exterior está directamente puesto a tierra en ambos extremos, y el interior será el que conecte la pantalla del cable con el descargador.

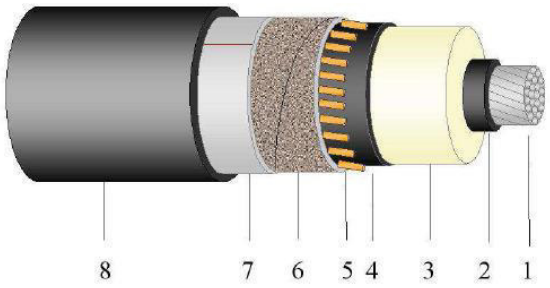
1.8.2.d. Descripción de materiales

- ❖ Cable de potencia

Cada línea de 132 kV subterránea está constituida por una terna de cables dispuestos en triángulos.

El cable subterráneo utilizado es SILEC RHZ1-RA+2OL AL H120. El cable es de aluminio de sección 630 mm^2 con aislamiento XLPE. Está constituido por:

- Conductor
- Semiconductora interna
- Aislamiento
- Semiconductora externa
- Pantalla metálica
- Protección longitudinal al agua
- Protección radial al agua



- Cubierta exterior

Las características nominales del cable son:

- Tensión nominal_____132 kV
- Tensión a frecuencia industrial entre conductor y pantalla_____145 kV
- Tensión soportada a los impulsos_____650 kV
- Temperatura del conductor en servicio_____90 ºC
- Temperatura del conductor en cortocircuito_____250 ºC

La composición del cable es la siguiente:

- Sección del conductor_____630 mm^2
- Material del conductor_____Aluminio
- Material del aislamiento_____XLPE
- Tipo de pantalla_____Corona de hilos de cobre
- Material de pantalla_____Cobre
- Material de la cubierta_____Poliolefina termoplástica

Las dimensiones son las siguientes:

- Diámetro del conductor_____28,32 mm
- Diámetro sobre aislamiento_____67,3 mm
- Espesor de la cubierta_____10,2 mm
- Diámetro exterior nominal_____87,7 mm
- Radio de curvatura mínimo_____1.755 mm
- Peso del cable_____8,425 kg/m

Las características del cable son:

- Resistencia del conductor en c.c a 20 ºC_____0,04844 Ω/m
- Resistencia de la pantalla en c.c a 20 ºC_____0,06141 Ω/m
- Capacidad nominal del cable_____0,198 µF/km
- Inductancia nominal del cable_____0,127 Ω/km

En régimen permanente, la intensidad máxima admisible es 516 A. En régimen de cortocircuito, la intensidad máxima admisible es de 201 kA.

❖ Terminales

Un terminal es un dispositivo adaptado en el extremo de un cable para asegurar la conexión eléctrica con otras partes del sistema y para mantener el aislamiento hasta el punto de conexión.

Se utilizarán terminales para exterior ya que están diseñados para instalarlos en el exterior de subestaciones o en apoyos cuando los cables subterráneos se han de conectar a las líneas aéreas.

Los terminales serán de composite. Se han elegido el modelo APECB 1452 P de ABB, tienen las siguientes características:

- Corriente_____Alterna trifásica
- Tensión asignada_____132 kV
- Frecuencia_____50 Hz
- Tensión más elevada del material_____145 kV
- Tensión soportada a impulso tipo rayo_____650 kV

Se puede ver el catálogo del terminal en el punto 2.6.2. del Anexo.

❖ Autoválvulas

Se instalarán una autoválvula en cada uno de los extremos de los cables unipolares con el fin de proteger a los cables contra las sobretensiones que se pueden producir por descargas atmosféricas.

Las autoválvulas utilizadas serán de Clase 3 EXLIM Q132-EV145 de ABB. En total habrá 6 autoválvulas, una por cada fase de ambos circuitos.

Las características técnicas son:

- Tensión de servicio continuo (fase-tierra)_____92 kV
- Tensión máxima transitoria TOV 1s_____153 kV
- Tensión máxima transitoria TOV 10s_____145 kV
- Intensidad máxima de descarga_____40 kA
- Longitud de la línea de fuga_____5.302 mm

La puesta a tierra de las autoválvulas se realizará conectando directamente al apoyo de entronque aéreo-subterráneo.

El catálogo de las autoválvulas se puede ver en el punto 2.6.6 del Anexo.

- Caja de conexión trifásica enterrada

Es una caja de conexión con tapa atornillable de acero inoxidable para instalaciones enterradas.

Dispone en uno de sus laterales de cinco prensaestopas; tres de ellas para la entrada de los cables de fase, otra para el cable de tierra del sistema y el quinto para el cable de tierra del propio cuerpo de la caja.

- Empalmes

Los empalmes a utilizar será tipo premodelado y compatibles con los cables que une.

La envolvente de los empalmes debe tener como mínimo las mismas características de resistencia mecánica que la cubierta del cable. Además los empalmes no deben limitar la capacidad de transporte de los cables tanto en régimen permanente como en cortocircuito.

Los empalmes a utilizar son del tipo SMPGB 14508 C de ABB. Se van a utilizar 6 empalmes, uno por cada fase de ambos circuitos. Estos son para una tensión máxima del material de 145 kV, están diseñados para cables con pantalla de cobre, admiten un diámetro de conductor entre 16 y 65 mm y admite un diámetro de aislamiento entre 66 y 71 mm.

El catálogo del empalme se puede ver en el punto 2.6.3. del Anexo.

1.8.3. Obra civil de la instalación subterránea

1.8.3.a. Canalización

En la zanja habrá dos prismas de hormigón, uno para cada circuito, distanciados 60 cm y que sirve para dar protección y conseguir un medio de propiedades de disipación térmica definidas y estables en el tiempo.

En el interior de los prismas de hormigón, se dispondrán tubos de polietileno de doble capa (corrugada el exterior y lisa el interior) de 150 mm en los que estarán alojados los cables del circuito. Habrá un tubo para cada fase y estarán dispuestos en triángulo.

Se instalará otro tubo de polietileno de doble capa, por circuito de diámetro exterior 50 mm para la colocación de los cables de comunicaciones de fibra óptica.

La profundidad de la zanja será de 1,8 m y la anchura de 3 m. Con una separación entre circuitos mínima de 0,6 m.

Los tubos irán colocados sobre una solera de hormigón HM-20 de 5 cm de espesor. Tras colocar los tubos se rellena de hormigón hasta 15 cm por encima de la superior de los mismos.

El relleno con tierras se realizará con un mínimo grado de compactación del 95%.

Ver Plano nº 81 'Canalización subterránea'.

1.8.4. Descripción general de la subestación

La subestación proyectada interconexiona una red de transporte de 132 kV con una red de distribución de 66 kV. La superficie que ocupa la subestación es 13775 m^2.

La subestación es reductora y consta de dos parques. El parque de 132 kV está interconectado al parque de 66 kV mediante dos transformadores trifásicos de potencia, cada uno con 31 MVA. La subestación cuenta con dos entradas de línea y cinco salidas de línea de las cuales tres son aéreas y dos son subterráneas.

Ambos parques cuentan con la tecnología híbrida compacta aislada en SF_6. Gracias a esta tecnología, en una misma aparamenta disponemos de los seccionadores de barras, línea y tierra, el interruptor y el transformador de intensidad que necesita la subestación para su correcto funcionamiento y maniobras.

1.8.4.a. Parque de 132 kV

El parque de 132 kV, será conectado a la red de transporte de 132 kV y se interconexionará, a través de dos transformadores trifásicos de potencia de 31 MVA cada uno, con una red de distribución de 66 kV.

La configuración para el parque es la de interruptor y medio. Se ha elegido esta configuración ya que asegura que el suministro de energía sea constante incluso cuando sea necesario realizar operaciones de maniobra o mantenimiento en alguna aparamenta o embarrado.

El parque de 132 kV se compone de:

- 2 entradas de línea de 132 kV.
- 2 embarrados principales. Cada uno con una posición de línea y otra de transformación.
- Embarrados secundarios.
- 12 transformadores de tensión capacitivos.
- 6 equipos híbridos compactos aislamiento en SF_6.
- 12 autoválvulas pararrayos.
- 18 aisladores de soporte.
- 4 pórticos para dar funcionalidad a la entrada y salida de líneas.

❖ Magnitudes eléctricas

Para el cálculo y diseño del parque, se han definido algunas magnitudes eléctricas que se especifican a continuación.

En primer lugar, la tensión nominal. Esta tensión será la misma que la tensión de las líneas de transporte que alimentan la subestación, es decir, 132 kV.

En segundo lugar, la corriente máxima que circula por la subestación. El valor de ésta viene impuesto por la potencia máxima que es capaz de transportar un circuito en caso de que el otro circuito falle. En el caso de los embarrados principales es 271,17 A y en los embarrados secundarios 135,58 A.

De acuerdo con la normativa CEI, se considera la corriente de cortocircuito con un valor de 40 kA y un tiempo de despeje de la falta de 0.5 s.

Por otro lado, sabiendo que la tensión nominal del parque es 132 kV, según la ITC-MIE-RAT-04 la tensión más elevada para el material tiene un valor de 145 kV y según la ITC-MIE-RAT-12 la tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo es 650 kV y la tensión soportada nominal de corta duración a frecuencia industrial es 275 kV.

En función de dichas tensiones, según la ITC-MIE-RAT-12, el grupo de nivel de aislamiento del parque es Grupo B, ya que tenemos una tensión entre 52 kV y 245 kV.

Tensión nominal	132 kV		Intensidad nominal	271,17 A
Tensión más elevada del material	145 kV		Corriente de cortocircuito de diseño	40 kA
Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo	650 kV		Tiempo de despeje de la falta	0,5 s
Tensión soportada nominal de corta duración a frecuencia industrial	275 kV		Grupo de aislamiento	B

La justificación de las magnitudes eléctricas está detallada en el punto 2.3.1.d. del Anexo y el nivel de aislamiento en el punto 2.3.1.b. del Anexo.

- Distancias

Es un aspecto importante para el diseño de la subestación determinar las distancias.

En la ITC-MIE-RAT-12 vienen especificadas las distancias mínimas que se deben establecer dependiendo de la tensión que tenga el parque.

A continuación, en las siguiente tablas se indican las distancias entre conductores; las distancias en pasillos de servicio y zonas de protección; las distancias en zonas de protección contra contactos accidentales en el interior del recinto de la instalación; y las distancias en zonas de protección contra contactos accidentales desde el exterior del recinto de la instalación.

	Distancia mínima	Distancia establecida
Fase-Tierra	130 cm	220 cm
Fase-Fase	130 cm	300 cm

	Distancia mínima	Distancia establecida
Pasillos de maniobra con elementos en tensión a un solo lado	100 cm	120 cm
Pasillos de maniobra con elementos en tensión a ambos lados	120 cm	150 cm
Pasillos de inspección con elementos en tensión a un solo lado	80 cm	120 cm
Pasillos de inspección con elementos en tensión a ambos lados	100 cm	150 cm
Altura de elementos en tensión sobre pasillos	380 cm	550 cm

	Distancia mínima	Distancia establecida
De elementos en tensión a paredes macizas de 180 cm de altura mínima	133 cm	12700 cm
De elementos en tensión a enrejados de 180 cm de altura mínima	140 cm	10300 cm
De elementos en tensión a cierres de cualquier tipo	160 cm	10300 cm

	Distancia mínima	Distancia establecida
Distancia horizontal entre elementos en tensión y el cierre del recinto (enrejado)	280 cm	10300 cm

Todas las distancias establecidas para el parque de 132 kV son superiores a las distancias mínimas que exige el reglamento.

La justificación de dichas distancias mínimas está detallada en el punto 2.3.1.c. del Anexo.

❖ Embarrados

Embarrados principales, su función es unir las entradas de línea con las posiciones de transformación. Los tubos del embarrado no pueden ser soldados por lo que deberán ser facilitados en tiradas continuas. Para el parque de 132 kV, estos tubos serán de aluminio con las siguientes características:

- Aleación_____AlMgSI 0,5
- Diámetro exterior_____150 mm
- Diámetro interior_____134 mm
- Sección del conductor_____3569 mm^2
- Peso propio_____9,63 kg/m
- Momento de inercia_____902 cm^4
- Momento resistente_____120 cm^3
- Módulo de Young_____70.000 N/mm^2
- Límite de fluencia_____160 N/mm^2
- Coeficiente de dilatación_____0,023 mm/mºC
- Carga de rotura_____215 N/mm^2
- Intensidad máxima admisible_____4408 A

La longitud del embarrado principal será de 28 metros, la distancia entre apoyos 14 metros y la distancia entre fases 3 metros.

Los embarrados principales, estarán colocados sobre aisladores de soporte tipo C6-650, los cuales tienen una altura de 6 metros. Las características de los aisladores de soporte son las siguientes:

- Carga de rotura a flexión_____6000 N
- Carga de rotura a torsión_____3000 Nm
- Altura del aislador_____1500 mm

- Diámetro del aislador_____172 mm
- Tensión nominal_____132 kV
- Tensión máxima del material_____145 kV
- Tensión soportada bajo lluvia_____275 kV
- Tensión soportada al choque_____650 kV

Embarrados secundarios, su función es unir la aparamenta y los embarrados principales. Estos embarrados estarán formados por tubos de aluminio con las siguientes características:

- Aleación_____AlMgSI 0,5
- Diámetro exterior_____100 mm
- Diámetro interior_____88 mm
- Sección del conductor_____1772 mm^2
- Peso propio_____4,78 kg/m
- Momento de inercia_____196 cm^4
- Momento resistente_____100 cm^3
- Módulo de Young_____70.000 N/mm^2
- Límite de fluencia_____160 N/mm^2
- Coeficiente de dilatación_____0,023 mm/mºC
- Carga de rotura_____215 N/mm^2
- Intensidad máxima admisible_____2320 A

La longitud del embarrado secundario será de 12,5 metros, la distancia entre apoyos 12,5 metros y la distancia entre fases 3 metros.

Los embarrados secundarios, estarán colocados sobre aisladores de soporte tipo C4-650, los cuales tienen una altura de 5 metros. Las características de los aisladores de soporte son las siguientes:

- Carga de rotura a flexión_____4000 N
- Carga de rotura a torsión_____3000 Nm
- Altura del aislador_____1500 mm
- Diámetro del aislador_____172 mm
- Tensión nominal_____132 kV

- Tensión máxima del material_____145 kV
- Tensión soportada bajo lluvia_____275 kV
- Tensión soportada al choque_____650 kV

Embarrados flexibles, se utilizan para unir embarrados rígidos y aparamenta, y para unir entradas y salidas de línea con la subestación. Estos embarrados estarán formados por cables de aluminio con alma de acero y sus características son:

- Formación_____Duplex
- Tipo_____Lapwing
- Sección total del conductor_____634,70 mm^2
- Diámetro exterior_____32,76 mm
- Intensidad máxima admisible_____1115 A

Los embarrados flexibles se unirán a los pórticos a través cadenas de aisladores. Estos aisladores serán U 40 BS en forma de disco y sus características son:

- Tipo_____Normal
- Diámetro_____175 mm
- Paso_____100 mm
- Línea de fuga_____185 mm
- Tensión soportada nominal_____132 kV

Se utilizarán 10 aisladores para la conexión de los embarrados flexibles con los pórticos.

Los cálculos eléctricos y mecánicos en los que se basa el uso de los tubos del embarrado principal, embarrado secundario y embarrado flexible, así como el uso de sus aisladores de soporte, se pueden ver en el punto 2.3.1.e. del Anexo.

❖ Piezas de conexión

Los embarrados primarios y secundarios pueden sufrir variaciones longitudinales, debido a las variaciones de temperaturas. Para absorber estas variaciones longitudinales se instalarán unas piezas de conexión elásticas que

permiten la dilatación de los conductores sin que las bornas de conexión se vean perjudicadas.

El cálculo de las dilataciones que se producen en los embarrados ocasionadas por la temperatura, está reflejado en el punto 2.3.1.f. del Anexo.

❖ Características de la aparamenta

Módulo híbrido PASS M0 145 kV, es un módulo compacto de intemperie, con aislamiento en SF_6. El módulo agrupa en un único elemento el interruptor, el seccionador de barras, seccionador de líneas y su puesta a tierra, transformador de intensidad y transformador de tensión. Con el aislamiento en SF_6 se evita la creación de posibles arcos eléctricos. Las funciones de los distintos elementos son las siguientes:

- Interruptor: establecer, mantener e interrumpir la intensidad de servicio, o interrumpir de manera automática intensidades elevadas que puedan dañar la subestación.

- Transformador de intensidad: reducir la intensidad de la línea para la alimentación de los instrumentos de medida y relés; proteger la línea cuando ocurra una falta, evitando que la alta intensidad llegue al equipo de protección; y proteger al personal de la subestación, de modo que la intensidad que llegue a los paneles de control sea lo bastante reducida para no ser peligrosa su manipulación.

- Transformador de tensión: separan del circuito de alta tensión los instrumentos de medida, contactores, relés y protecciones y reduce las tensiones a valores manejables.

- Seccionador de barra: separa físicamente y de forma apreciable a la vista del operario la unión entre las barras principales y secundarias. Se abrirán o cerrarán siempre que la corriente por ellos sea nula.

- Seccionador de línea: tiene la misma función que la del seccionador de barra, pero separando la calle de la subestación de la entrada de línea.

Gracias a la utilización de estos módulos, las dimensiones de la subestación son menores ya que reúne toda la aparamenta dicha en un único módulo.

El módulo utilizado en el parque de 132 kV es el PASS M0 132 kV de ABB. Sus características son:

- Tensión nominal de red_____132 kV
- Tensión más elevada_____145 kV
- Frecuencia_____50 Hz
- Tensión soportada nominal a impulsos tipo rayo_____650 kV
- Tensión soportada nominal a frecuencia industrial_____275 kV
- Corriente máxima admisible_____3.150 A
- Corriente de cortocircuito soportada_____40 kA

Las características de los interruptores automáticos son:

- Fluido para el aislamiento_____SF_6
- Tiempo de apertura_____< 50 ms
- Tiempo de cierre_____< 150 ms

Las características de los transformadores de intensidad son:

- Tipo_____Toroidal
- Relación de transformación_____1.000/15 A

Las características asignadas a los seccionadores son las siguientes:

- Accionamiento cuchillas principales_____Motorizado
- Poder de cierre del seccionador de puesta a tierra_____80 kA

Se puede ver el catálogo del módulo híbrido en el punto 2.6.8. del Anexo.

Transformadores de tensión capacitivos, sus funciones son:

- Transformar la tensión de la línea en otra más reducida para alimentar los aparatos de medida y protección.

- Proteger la línea, de manera que si ocurre una falta envía las altas tensiones al equipo de protección.

- Proteger al personal, ya que la tensión que llega a los paneles de control es reducida.

- Permitir la transmisión de señales de alta frecuencia a través de las líneas.

- Servir como instrumento para la tarificación de la enegía distribuida.

Los transformadores utilizados son el modelo CPB 145 de ABB. En el parque de 132 kV se instalarán 12. Se colocaran, por fase, uno en cada entrada de línea a la subestación y en la entrada de los transformadores trifásicos de potencia. .

Las características de los transformadores de tensión son:

- Tensión máxima de funcionamiento_____145 kV
- Tensión soportada nominal a impulsos tipo rayo_____650 kV
- Tensión soportada nominal a frecuencia industrial_____275 kV
- Frecuencia_____50 Hz
- Capacidad_____9.100 pF
- Relación de transformación_____132.000:$\sqrt{3}$ / 110: $\sqrt{3}$

Las dimensiones serán 1235 mm la distancia de contorneo, y 335 mm de diámetro en planta. La altura total del transformador es de 2135 mm.

Se puede ver el catálogo del transformador de tensión en el punto 2.6.5 del Anexo.

Autoválvulas, su función es proteger contra las sobretensiones de tipo atmosférico. Se instalan en ambos lados de los transformadores de potencia y en las entradas de línea de la subestación.

Para el parque de 132 kV, hemos seleccionado las autoválvulas de Clase 3 EXLIM Q108-EH145.

Se instalaran 12 autoválvulas una por cada fase en ambas entradas de línea y otra por cada fase en las entradas a los trasformadores.

Las características técnicas son:

- Tensión de servicio continuo (fase-tierra)_____86 kV
- Tensión máxima transitoria TOV 1s_____125 kV
- Tensión máxima transitoria TOV 10s_____118 kV
- Intensidad máxima de descarga_____40 kA
- Longitud de la línea de fuga_____3.685 mm

La selección de las autoválvulas está justificada en el punto 2.3.1.g. del Anexo. El catálogo se puede ver en el punto 2.6.6. del Anexo.

1.8.4.b. Parque de 66 kV

El parque de 66 kV, será conectado a la red de distribución de 66 kV y se interconexionará, a través de dos transformadores trifásicos de potencia de 31 MVA cada uno, con una red de transporte de 132 kV.

La configuración para el parque es de doble barra. Se ha elegido esta configuración ya que asegura que el suministro de energía sea constante incluso cuando sea necesario realizar operaciones de maniobra o mantenimiento en alguna aparamenta o embarrado.

El parque de 66 kV se compone de:

- 5 salidas de línea de 66 kV, 3 aéreas y 2 subterráneas.
- Embarrados principales. Compuestos por 5 posiciones de línea, 2 de transformación y una de acoplamiento.
- Embarrados secundarios.
- 6 transformadores de tensión capacitivos.
- 8 equipos híbridos compactos aislamiento en SF_6.
- 6 autoválvulas pararrayos.
- 22 aisladores de soporte.
- 1 pórtico para dar funcionalidad a la salida de líneas.

- Magnitudes eléctricas

Para el cálculo y diseño del parque, se han definido algunas magnitudes eléctricas que se especifican a continuación.

En primer lugar, la tensión nominal. Esta tensión será la misma que la tensión de las líneas de transporte que alimentan la subestación, es decir, 66 kV.

En segundo lugar, la corriente máxima que circula por la subestación. El valor de ésta viene impuesto por la potencia máxima que es capaz de transportar un circuito en caso de que el otro circuito falle. En el caso de los embarrados principales es 542,35 A y en los embarrados secundarios 271,17 A.

De acuerdo con la normativa CEI, se considera la corriente de cortocircuito con un valor de 31,5 kA y un tiempo de despeje de la falta de 0.5 s.

Por otro lado, sabiendo que la tensión nominal del parque es 66 kV, según la ITC-MIE-RAT-04 la tensión más elevada para el material tiene un valor de 72,5 kV y según la ITC-MIE-RAT-12 la tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo es 325 kV y la tensión soportada nominal de corta duración a frecuencia industrial es 140 kV.

En función de dichas tensiones, según la ITC-MIE-RAT-12, el grupo de nivel de aislamiento del parque es Grupo B, ya que tenemos una tensión entre 52 kV y 245 kV.

Tensión nominal	66 kV		Intensidad nominal	542,35 A
Tensión más elevada del material	72,5 kV		Corriente de cortocircuito de diseño	31,5 kA
Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo	325 kV		Tiempo de despeje de la falta	0,5 s
Tensión soportada nominal de corta duración a frecuencia industrial	140 kV		Grupo de aislamiento	B

La justificación de las magnitudes eléctricas está detallada en el punto 2.3.2.d. del Anexo y el nivel de aislamiento en el punto 2.3.2.b. del Anexo.

❖ Distancias

Es un aspecto importante para el diseño de la subestación determinar las distancias.

En la ITC-MIE-RAT-12 vienen especificadas las distancias mínimas que se deben establecer dependiendo de la tensión que tenga el parque.

A continuación, en las siguientes tablas se indican las distancias entre conductores; las distancias en pasillos de servicio y zonas de protección; las distancias en zonas de protección contra contactos accidentales en el interior del recinto de la instalación; y las distancias en zonas de protección contra contactos accidentales desde el exterior del recinto de la instalación.

	Distancia mínima	Distancia establecida
Fase-Tierra	63 cm	120 cm
Fase-Fase	63 cm	200 cm

	Distancia mínima	Distancia establecida
Pasillos de maniobra con elementos en tensión a un solo lado	100 cm	120 cm
Pasillos de maniobra con elementos en tensión a ambos lados	120 cm	150 cm
Pasillos de inspección con elementos en tensión a un solo lado	80 cm	120 cm
Pasillos de inspección con elementos en tensión a ambos lados	100 cm	150 cm
Altura de elementos en tensión sobre pasillos	313 cm	450 cm

	Distancia mínima	Distancia establecida
De elementos en tensión a paredes macizas de 180 cm de altura mínima	66 cm	10800 cm
De elementos en tensión a enrejados de 180 cm de altura mínima	73 cm	8700 cm
De elementos en tensión a cierres de cualquier tipo	93 cm	8700 cm

	Distancia mínima	Distancia establecida
Distancia horizontal entre elementos en tensión y el cierre del recinto (enrejado)	213 cm	8700 cm

Todas las distancias establecidas para el parque de 66 kV son superiores a las distancias mínimas que exige el reglamento.

La justificación de dichas distancias mínimas está detallada en el punto 2.3.2.c. del Anexo.

❖ Embarrados

Embarrados principales, su función es unir las entradas de línea con las posiciones de transformación. Los tubos del embarrado no pueden ser soldados por lo que deberán ser facilitados en tiradas continuas. Para el parque de 132 kV, estos tubos serán de aluminio con las siguientes características:

- Aleación_____AlMgSI 0,5
- Diámetro exterior_____120 mm
- Diámetro interior_____100 mm
- Sección del conductor_____3456 mm^2
- Peso propio_____9,33 kg/m
- Momento de inercia_____812 cm^4
- Momento resistente_____110 cm^3

- Módulo de Young_____69.200 N/mm^2
- Límite de fluencia_____160 N/mm^2
- Coeficiente de dilatación_____0,023 mm/mºC
- Carga de rotura_____205 N/mm^2
- Intensidad máxima admisible_____3795 A

La longitud del embarrado principal será de 32 metros, la distancia entre apoyos 8 metros y la distancia entre fases 2 metros.

Los embarrados principales, estarán colocados sobre aisladores de soporte tipo C6-325, los cuales tienen una altura de 6 metros. Las características de los aisladores de soporte son las siguientes:

- Carga de rotura a flexión_____6000 N
- Carga de rotura a torsión_____2500 Nm
- Altura del aislador_____770 mm
- Diámetro del aislador_____158 mm
- Tensión nominal_____66 kV
- Tensión máxima del material_____72,5 kV
- Tensión soportada bajo lluvia_____140 kV
- Tensión soportada al choque_____325 kV

Embarrados secundarios, su función es unir la aparamenta y los embarrados principales. Estos embarrados estarán formados por tubos de aluminio con las siguientes características:

- Aleación_____AlMgSI 0,5
- Diámetro exterior_____80 mm
- Diámetro interior_____68 mm
- Sección del conductor_____1394 mm^2
- Peso propio_____3,76 kg/m
- Momento de inercia_____96,1 cm^4
- Momento resistente_____90 cm^3
- Módulo de Young_____68,600 N/mm^2
- Límite de fluencia_____160 N/mm^2

- Coeficiente de dilatación_____0,023 mm/mºC
- Carga de rotura_____225 N/mm^2
- Intensidad máxima admisible_____2020 A

La longitud del embarrado secundario será de 7 metros, la distancia entre apoyos 7 metros y la distancia entre fases 2 metros.

Los embarrados secundarios, estarán colocados sobre aisladores de soporte tipo C4-325, los cuales tienen una altura de 6,1 metros. Las características de los aisladores de soporte son las siguientes:

- Carga de rotura a flexión_____4000 N
- Carga de rotura a torsión_____2000 Nm
- Altura del aislador_____770 mm
- Diámetro del aislador_____158 mm
- Tensión nominal_____66 kV
- Tensión máxima del material_____72,5 kV
- Tensión soportada bajo lluvia_____140 kV
- Tensión soportada al choque_____325 kV

Embarrados flexibles, se utilizan para unir embarrados rígidos y aparamenta, y para unir entradas y salidas de línea con la subestación. Estos embarrados estarán formados por cables de aluminio con alma de acero y sus características son:

- Formación_____Duplex
- Tipo_____Lapwing
- Sección total del conductor_____634,70 mm^2
- Diámetro exterior_____32,76 mm
- Intensidad máxima admisible_____1115 A

Los embarrados flexibles se unirán a los pórticos a través cadenas de aisladores. Estos aisladores serán U 40 BS en forma de disco y sus características son:

- Tipo_____Normal
- Diámetro_____175 mm
- Paso_____100 mm

- Línea de fuga_____185 mm
- Tensión soportada nominal_____66 kV

Se utilizarán 11 aisladores para la conexión de los embarrados flexibles con los pórticos.

Los cálculos eléctricos y mecánicos en los que se basa el uso de los tubos del embarrado principal, embarrado secundario y embarrado flexible, así como el uso de sus aisladores de soporte, se pueden ver en el punto 2.3.2.e. del Anexo.

❖ Piezas de conexión

Los embarrados primarios y secundarios pueden sufrir variaciones longitudinales, debido a las variaciones de temperaturas. Para absorber estas variaciones longitudinales se instalarán unas piezas de conexión elásticas que permiten la dilatación de los conductores sin que las bornas de conexión se vean perjudicadas.

El cálculo de las dilataciones que se producen en los embarrados ocasionadas por la temperatura, está reflejado en el punto 2.3.2.f. del Anexo.

❖ Características de la aparamenta

Módulo híbrido PASS M00 72,5 kV, es un módulo compacto de intemperie, con aislamiento en SF_6. El módulo agrupa en un único elemento el interruptor, el seccionador de barras, seccionador de líneas y su puesta a tierra, transformador de intensidad y transformador de tensión. Con el aislamiento en SF_6 se evita la creación de posibles arcos eléctricos. Las funciones de los distintos elementos son las siguientes:

- Interruptor: establecer, mantener e interrumpir la intensidad de servicio, o interrumpir de manera automática intensidades elevadas que puedan dañar la subestación.

- Transformador de intensidad: reducir la intensidad de la línea para la alimentación de los instrumentos de medida y relés; proteger la línea cuando ocurra una falta, evitando que la alta intensidad llegue al equipo de

protección; y proteger al personal de la subestación, de modo que la intensidad que llegue a los paneles de control sea lo bastante reducida para no ser peligrosa su manipulación.

- Transformador de tensión: separan del circuito de alta tensión los instrumentos de medida, contactores, relés y protecciones y reduce las tensiones a valores manejables.

- Seccionador de barra: separa físicamente y de forma apreciable a la vista del operario la unión entre las barras principales y secundarias. Se abrirán o cerrarán siempre que la corriente por ellos sea nula.

- Seccionador de línea: tiene la misma función que la del seccionador de barra, pero separando la calle de la subestación de la entrada de línea.

Gracias a la utilización de estos módulos, las dimensiones de la subestación son menores ya que reúne toda la aparamenta dicha en un único módulo.

El módulo utilizado en el parque de 66 kV es el PASS M00 72,5 kV de ABB. Sus características son:

- Tensión nominal de red_____66 kV
- Tensión más elevada_____72,5 kV
- Frecuencia_____50 Hz
- Tensión soportada nominal a impulsos tipo rayo_____325 kV
- Tensión soportada nominal a frecuencia industrial_____140 kV
- Corriente máxima admisible_____2.000 A
- Corriente de cortocircuito soportada_____31,5 kA

Las características de los interruptores automáticos son:

- Fluido para el aislamiento_____SF_6
- Tiempo de apertura_____< 50 ms
- Tiempo de cierre_____<150 ms

Las características de los transformadores de intensidad son:

- Tipo_____Toroidal
- Relación de transformación_____600/5 A

Las características asignadas a los seccionadores son las siguientes:

- Accionamiento cuchillas principales_____Motorizado
- Poder de cierre del seccionador de puesta a tierra_____80 kA

Se puede ver el catálogo del módulo híbrido en el punto 2.6.8. del Anexo.

Transformadores de tensión capacitivos, sus funciones son:

- Transformar la tensión de la línea en otra más reducida para alimentar los aparatos de medida y protección.
- Proteger la línea, de manera que si ocurre una falta envía las altas tensiones al equipo de protección.
- Proteger al personal, ya que la tensión que llega a los paneles de control es reducida.
- Permitir la transmisión de señales de alta frecuencia a través de las líneas.
- Servir como instrumento para la tarificación de la energía distribuida.

Los transformadores utilizados son el modelo CPB 72 de ABB. En el parque de 66 kV se instalarán 6. Se colocaran, por fase, uno en cada salida de los transformadores trifásicos de potencia. .

Las características de los transformadores de tensión son:

- Tensión máxima de funcionamiento_____72,5 kV
- Tensión soportada nominal a impulsos tipo rayo_____325 kV
- Tensión soportada nominal a frecuencia industrial_____140 kV
- Frecuencia_____50 Hz
- Capacidad_____18.200 pF
- Relación de transformación_____66.000:$\sqrt{3}$ / 110: $\sqrt{3}$

Las dimensiones serán 680 mm la distancia de contorneo, y 335 mm de diámetro en planta. La altura total del transformador es de 1.580 mm.

Se puede ver el catálogo del transformador de tensión en el punto 2.6.5 del Anexo.

Autoválvulas, su función es proteger contra las sobretensiones de tipo atmosférico. Se instalan en ambos lados de los transformadores de potencia y en las entradas de línea de la subestación.

Para el parque de 66 kV, hemos seleccionado las autoválvulas de Clase 2 EXLIM R75-CV072.

Se instalaran 21 autoválvulas una por cada fase de las salidas de las líneas de distribución y otra por cada fase en las salidas de los trasformadores.

Las características técnicas son:

- Tensión de servicio continuo (fase-tierra)_____60 kV
- Tensión máxima transitoria TOV 1s_____87 kV
- Tensión máxima transitoria TOV 10s_____82,5 kV
- Intensidad máxima de descarga_____40 kA
- Longitud de la línea de fuga_____2.651 mm

La selección de las autoválvulas está justificada en el punto 2.3.2.g. del Anexo. El catálogo se puede ver en el punto 2.6.7. del Anexo.

1.8.4.c. Transformación

La subestación dispondrá de dos transformadores trifásicos de potencia, cada uno de 31 MVA. La relación de transformación será 132/66 kV. Los transformadores cumplen con la ITC-MIE-RAT-07.

Las características de los transformadores trifásicos serán:

- Tipo de instalación_____Intemperie
- Numero de fases_____3
- Frecuencia_____50

- Potencia nominal_____31 MVA
- Relación de transformación_____132/66 kV
- Tensión máxima de servicio_____145 kV
- Reactancia de dispersión_____12 %
- Intensidad de cortocircuito en el lado de 132 kV_____44 kA
- Intensidad de cortocircuito en el lado de 66 kV_____34,6 kA
- Refrigeración por circulación natural de aceite, con radiadores enfriados por aire natural (ONAN) y forzado con ventiladores (ONAF).

Los arrollamientos primario y secundario tendrán conexión estrella y la puesta a tierra se hará con conexión del neutro rígido a tierra. El devanado terciario tendrá unos arrollamientos de cobre que se utilizaran para la alimentación de equipos auxiliares.

Cada transformador tendrá un depósito de aceite, para en caso de fugas que éste sea recogido. El depósito tendrá una capacidad para el 120% del volumen de aceite que contiene el transformador.

También dispondrán de 4 juegos de ruedas, para que puedan ser desplazados sobre carriles. Cuando el transformador este en servicio, las ruedas quedarán bloqueadas.

Cada transformador, además tendrá los siguientes accesorios:

- Transformadores de intensidad, en las bornas de AT y en el neutro para la imagen térmica, en las bornas de B.T para el regulador de tensión y en bornas del terciario para medidas.

- Elementos para la translación y elevación del transformador.

- Sistemas de refrigeración, con radiadores, bombas y ventiladores.

- Instrumentos de medida de temperatura del aceite y de los arrollamientos.

- Armario de control principal, en el que se incluirá un autómata programable.

- Armario de centralización y transferencia, estará conectado a la cabina de control principal.

- Aceite según la norma UNE 60926, de baja corrosividad y sin aditivos.

- Bornas pasatapas.

- Válvulas para el llenado y vaciado de aceite.

- Rele Buchholz, detecta los fallos internos que provocan la emisión de gases dentro del transformador. Funciona con dos flotadores. El primero se encuentra en la parte superior del dispositivo, se hundirá en caso de acumulación de gases y generará la señal de alarma. El segundo es de disparo y se producirá cuando una emisión de gases incontrolada arrastre el flotador.

Se puede ver el catálogo del transformador de potencia en el punto 2.6.4. del Anexo.

1.8.4.d. Red de tierras

❖ Red de tierras inferiores

Para el diseño de la red de tierras se ha tenido en cuenta la ITC-MIE-RAT 13.

La red de tierras debe satisfacer las siguientes funciones:

- Garantizar la protección del personal de maniobra y los equipos cuando se den potenciales peligrosos.

- Facilitar un camino a tierra para las elevadas intensidades debidas a descargas atmosféricas o defectos.

- Facilitar a los elementos de protección el despeje a tierra.

Para el diseño, se han tenido en cuenta las condiciones del parque de 132 kV por ser las más desfavorables. Los criterios de diseño han sido:

- Resistividad del terreno_____200 Ω
- Intensidad de defecto_____28 kA
- Tiempo de despeje de falta_____1 s

El cable para la red de tierras inferiores será un cable de cobre con una sección de 120 mm^2. Se formará una malla que cubre una superficie total de la subestación, 13.775 m^2 y estará enterada a una profundidad de 60 cm. Tendremos un total de 13.107 m de longitud de cable y será cubierto por una capa de hormigón de 20 cm de espesor. La resistividad del hormigón es de 3000 Ωm.

Según los criterios de diseño, las tensiones de paso y contacto no pueden ser superiores a:

$$V_p = 2638{,}96\ V$$

$$V_c = 787{,}49\ V$$

Para la red de tierras diseñada se han obtenido los valores de tensión de paso y contacto siguientes:

$$V_p = 1972{,}49\ V$$

$$V_c = 783{,}30\ V$$

Por tanto, la red de tierras diseñada cumple con sus objetivos y funciones anteriormente descritas.

Las estructuras se fijarán a la malla mediante cable fijado a la estructura mediante grapas de fundición de bronce. Del cable saldrá una varilla, de cobre electrolítico de 14 mm de diámetro, de toma a tierra.

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

Las características geométricas se pueden ver en el Plano nº 83 'Red de tierras inferiores de subestación 132/66 kV'. Los cálculos que justifican el diseño de la red de tierras se pueden ver en el punto 2.3.3.b. del Anexo.

- Red de tierras superiores

La función de la red de tierras superiores es la captación de las descargas atmosféricas y conducirla a la malla de red inferiores enterrada a 0,6 m de profundidad, pudiendo ser disipada sin poner en peligro la seguridad.

La red está formada por un conjunto de hilos de guarda, paralelos a la calle y unos pararrayos que protegen los equipos de la subestación.

Se instalarán 4 pararrayos, dos en las cúpulas del parque de 132 kV y dos en el parque de 66 kV. Éstos se han determinado según la norma UNE 21186 y el material de su fabricación será acero inoxidable. El radio de protección de cada pararrayos será de 27 m.

Todos los cálculos del diseño de la red de tierras superiores están en el punto 2.3.3.c. del Anexo.

1.8.4.e. Sistemas de control y protección

El sistema de control consistirá de un centro de control de subestación (CCS) que está situado en el edificio de control.

En los parques de la subestación se instalaran unidades de control (ULC) que recogerán la información para telecontrol y permitirá además la funcionalidad de control (alarmas, mando y señalizaciones) para la operación local de mantenimiento. Los ULC irán conectados mediante fibra óptica al centro de control.

Se instalarán 12 ULC, una por cada posición de las barras de los parques 132 kV y 66 kV.

Respecto a los sistemas de protección deberán cumplir con las funciones de protección, comunicación y teledisparo. Las protecciones irán instaladas en las siguientes posiciones:

- Posición de línea

    - Protección primaria, sus funciones de protección serán: diferencial de línea (87L), diferencial de barras (87B), función de sobreintensidad de neutro (67N), función de reenganche (79), función térmica (49), localizador de falta y oscilografía. Al tener configuración de interruptor y medio en el parque de 132 kV, se incorporará la función instantánea de sobreintensidad (50C).

- Protección secundaria, sus funciones de protección serán: función de distancia (21), función de sobreintensidad de neutro (67N), función de reenganche (79), función de sobretensión de corriente alterna (59), localizador de falta y oscilografía.

- Teleprotección por onda portadora para la emisión y recepción de aceleración de la zona de las respectivas protecciones de distancia y para la emisión y recepción de teledisparo por actuación de fallo de los interruptores de los extremos de la línea.

- Protección Interruptor, sus funciones de protección serán: fallo interruptor (50S-62), función de cierre o arranque con tiempo de retraso (2), función protección interruptor, función de mínima tensión de corriente alterna (27), oscilografía y dos funciones de supervisión de bobinas de disparo (3).

- Posición de barras

  - Protección diferencial de barras (87B).

- Posición de acoplamiento

  - Protección interruptor, sus funciones de protección serán: fallo interruptor (50S-62), función de distancia (21), función de cierre o arranque con tiempo de retraso (2), función protección interruptor, función de mínima tensión de corriente alterna (27), función instantánea de sobreintensidad (50), función temporizada de sobreintensidad para c.a. (51), función de sobreintensidad del neutro (50N), temporizada de sobreintensidad para c.a. de neutro (51N), diferencial de barras (87B), función de sincronismo (25), oscilografía y dos funciones de supervisión de bobinas de disparo (3).

- Posición de transformación

  - Protección Interruptor, sus funciones de protección serán: fallo interruptor (50S-62), función de cierre o arranque con tiempo de

retraso (2), función de mínima tensión de corriente alterna (27), función de sincronismo (25), diferencial de transformador (87), diferencial de barras (87B), oscilografía y dos funciones de supervisión de bobinas de disparo (3).

- Generales

En líneas y posiciones de transformación se añadirán las funciones de medida de tensión, de potencia activa y reactiva. Y en la posición de acoplamiento se añadirán las funciones de medida de potencia activa, reactiva y medida de tensión en barras.

1.8.5. Descripción de las instalaciones de la subestación

1.8.5.a. El edificio

Se construirá un edificio de una planta de dimensiones 18 x 25 metros y de altura 5,5 metros. Ocupará un espacio de 450 m^2.

En el edificio habrá una sala de control y mando, una sala de comunicaciones, una sala para los servicios auxiliares, aseos, vestuarios y un almacén.

Será un edificio con cerramiento en bloque de hormigón cara vista, y la cubierta será plana con placas de aluminio. La cimentación será determinada por las cargas propias y de uso.

Se recurrirá a tubos en la solera para pasar cables entre las dependencias del edificio, y para pasar cables de la subestación al edificio se hará a través de huecos que, cuando termine la obra, serán sellados.

El edificio dispondrá de agua mediante una acometida.

1.8.5.b. Telecontrol y telecomunicaciones

Las necesidades de telecontrol y comunicaciones consistirán en servicios de telefonía, canales de comunicación para la protección de la subestación y circuitos de telegestión.

Se dotará al edifico de control de fibra óptica y de red de telefonía.

Para la realización de las comunicaciones remotas, se dispondrá de un armario de comunicaciones instalado en la sala de control del edificio. Dicho armario irá alimentado por un rectificador de batería de 48 V.

1.8.5.c. Equipos de medida

Los equipos de medida irán instalados en el interior de un armario en la sala de control. El armario tendrá contadores de energía para las posiciones de transformación.

1.8.5.d. Servicios generales

- Cuadro de corriente continua y alterna

En el interior del edificio irá ubicado un cuadro de corriente continua y uno de corriente alterna para alimentar los equipos de protección, control, señalización y emergencia.

- Sistemas de mando y protección

Se instalará un sistema informático para el control de los armarios de protección. Habrá un armario para la protección de las líneas del parque de 132 kV, otro para la protección de las líneas del parque de 66 kV, otro para los transformadores y un último para la posición de acoplamiento.

Para las líneas, los armarios contarán con protecciones de distancia y de sobre intensidad; y para las posiciones de transformación tendrán protecciones de sobre intensidad de alta y de baja, regulador de tensión y protección diferencial.

- Rectificador de batería

La alimentación de los equipos de protección y control se hará con 4 equipos. Dos compuestos por dos rectificadores con una batería de 225 V y destinados al parque de 132 kV. Otros dos equipos compuestos por dos rectificadores con una batería de 125 V y destinados al parque de 66 kV.

Se instalará una batería rectificadora de 48 V para alimentar a los sistemas de telemando y control.

El edificio de control será el que contendrá todas estas baterías rectificadoras.

- Transformador de servicios auxiliares

Para poder disponer de servicios auxiliares, se instalará un transformador con una relación de transformación 66000 / 400 V de 250 kVA de potencia. El transformador se alimentará mediante la conexión a una de las líneas de salida del parque de 66 kV de la subestación. Será instalado en una sala adecuada para su uso dentro del edifico de control. Además dispondrá de un armario de distribución.

1.8.5.e. Instalación de alumbrado

Habrá instalaciones de alumbrado y fuerza, para el alumbrado exterior e interior y alumbrado de emergencia y para ventilación y aire acondicionado.

Gracias al alumbrado exterior tendremos un mejor acceso al edificio y su alimentación será de corriente continua proveniente del armario de distribución de los servicios auxiliares.

Tanto el alumbrado interior como el alumbrado de emergencia, se realizará con corriente alterna proveniente del armario de distribución de los servicios auxiliares.

En cuanto al sistema de ventilación y aire acondicionado, es importante que mantenga la temperatura del edificio por debajo de los valores que se recomiendan para el adecuado funcionamiento de los sistemas informáticos, así como de los armarios de SS.AA, protección, telemando y rectificadores de baterías.

1.8.5.f. Sistema de protección contra incendios e intrusos

En el edificio de control habrá un sistema de detención y extinción de incendios, así como de intrusismo.

Para la detección de incendios habrá unos detectores en el techo para que ante la presencia de humo o calor excesivo, actúen como alarma.

En cuanto al equipo de extinción de incendios serán unos extintores portátiles de espuma que estarán colocados en lugares adecuados.

El sistema anti intrusismo serán unos detectores de presencia en la puerta del edificio.

1.8.5.g. Cerramientos y señalización

Se instalará una puerta metálica, de apertura automática con motor eléctrico, para acceder a la subestación. Las dimensiones serán 10 metros de ancho y 2 de alto con puerta de 1 metro de ancho para la entrada de personal.

El vallado de la subestación será de 2,2 metros de alto. Se construirá con postes metálicos de perfil circular y una malla metálica. Los postes irán embebidos sobre hormigón para asegurar su anclaje.

El vallado cumple las funciones:

- Evitar el acceso a personas ajenas a la subestación.
- Proteger de daños intencionados la subestación.
- Evita robos.

Se utilizará señalización reglamentaria para la señalización de los accesos a la subestación y deberá indicarse correctamente la presencia de instalaciones de alta tensión.

1.8.6.Obra civil de la subestación

1.8.6.a. Movimiento de tierras

La explanación de la plataforma sobre la que se construirá la subestación tiene que ser lo suficientemente amplia para la implantación de los dos parques y el edifico de control.

También se hará un desbroce y se preparará un camino de acceso a la subestación.

1.8.6.b. Cimentaciones

Las cimentaciones sirven para soportar y sujetar los elementos de las subestación. Están compuestas de hormigón y a la hora de su cálculo se tendrán en cuenta los esfuerzos aplicados para asegurar la estabilidad al vuelco.

Para el paso de los cables de tierra que van hacia las estructuras metálicas y a los equipos, las cimentaciones tendrán canalizaciones de tubo PVC.

Las cimentaciones se harán con zapatas de hormigón y con pernos de acero galvanizado, se realizará el anclaje de las estructuras.

Para el parque de 132 kV, se necesitarán:

- Cimentación de pórtico, 14 unidades.
- Cimentación de transformadores de tensión, 12 unidades.
- Cimentación de autoválvulas, 12 unidades.
- Cimentación de equipos híbridos, 6 unidades.
- Cimentación de aisladores de barras, 18 unidades.

Para el parque de 66 kV, se necesitarán:

- Cimentación de pórtico, 6 unidades.
- Cimentación de transformadores de tensión, 12 unidades.
- Cimentación de autoválvulas, 24 unidades.
- Cimentación de equipos híbridos, 8 unidades.
- Cimentación de aisladores de barras, 16 unidades.

Además, para el vallado exterior, se construirán cimentaciones distanciadas 3 metros entre sí a lo largo del perímetro de la subestación.

La bancada de los transformadores de potencia serán vigas sobre las que van insertadas las vías donde los transformadores irán apoyados.

Se establecerán unos viales perimetrales de 5 metros y unos viales internos de 3 metros para facilitar el acceso a puntos de subestación y poder realizar maniobras de mantenimiento. Éstos serán de aglomerado asfáltico y estarán sobre una base de grava-cemento.

1.8.6.c. Arquetas y canalización para cables

Para el tendido y la conexión de los cables de control, alumbrado y fuerza, se instalarán arquetas prefabricadas de hormigón con tapa de hormigón armado.

1.8.6.d. Sistema de recogida de aceite

Se construirá un sistema de recogida de aceite para en caso de que se produzcan vertidos accidentales de aceite al terreno, sea encauzado hacia un depósito estanco. El aceite que se acumula en el depósito será retirado de manera periódica.

El sistema estará formado por una red de evacuación de aceite y un depósito colector. Habrá un sistema independiente para cada transformador. La red de evacuación son tubos de hormigón con una ligera pendiente para facilitar la circulación del aceite. El depósito colector estará en subterráneo, rodeado de hormigón armado y su capacidad será del 120% de la capacidad del aceite del transformador.

1.8.7.Estructura metálica y soportes

Las estructuras y soportes de la aparamenta se construirán con perfiles de acero de alma llena con acabado galvanizado en caliente para protegerlos de la corrosión.

Las alturas de los soportes deben cumplir con los requerimientos de alturas mínimas que indican las ITCs correspondientes.

Como hemos visto anteriormente, estas alturas mínimas son 380 cm en el parque de 132 kV y de 313 cm en el parque de 66 kV. De acuerdo a estas alturas mínimas se ha establecido que las distancias serán 550 cm para el parque de 132 kV y 450 cm para el parque de 66 kV.

Estas estructuras necesitarán tornillería y herrajes auxiliares para la sujeción de cables y cajas de centralización.

Las estructuras para los pórticos de entrada y salida de línea tendrán una altura de 16 m y anchura de 12,5 m en el parque de 132 kV y en el parque de 66 kV, tendrán 8 m de altura y 7 m de anchura.

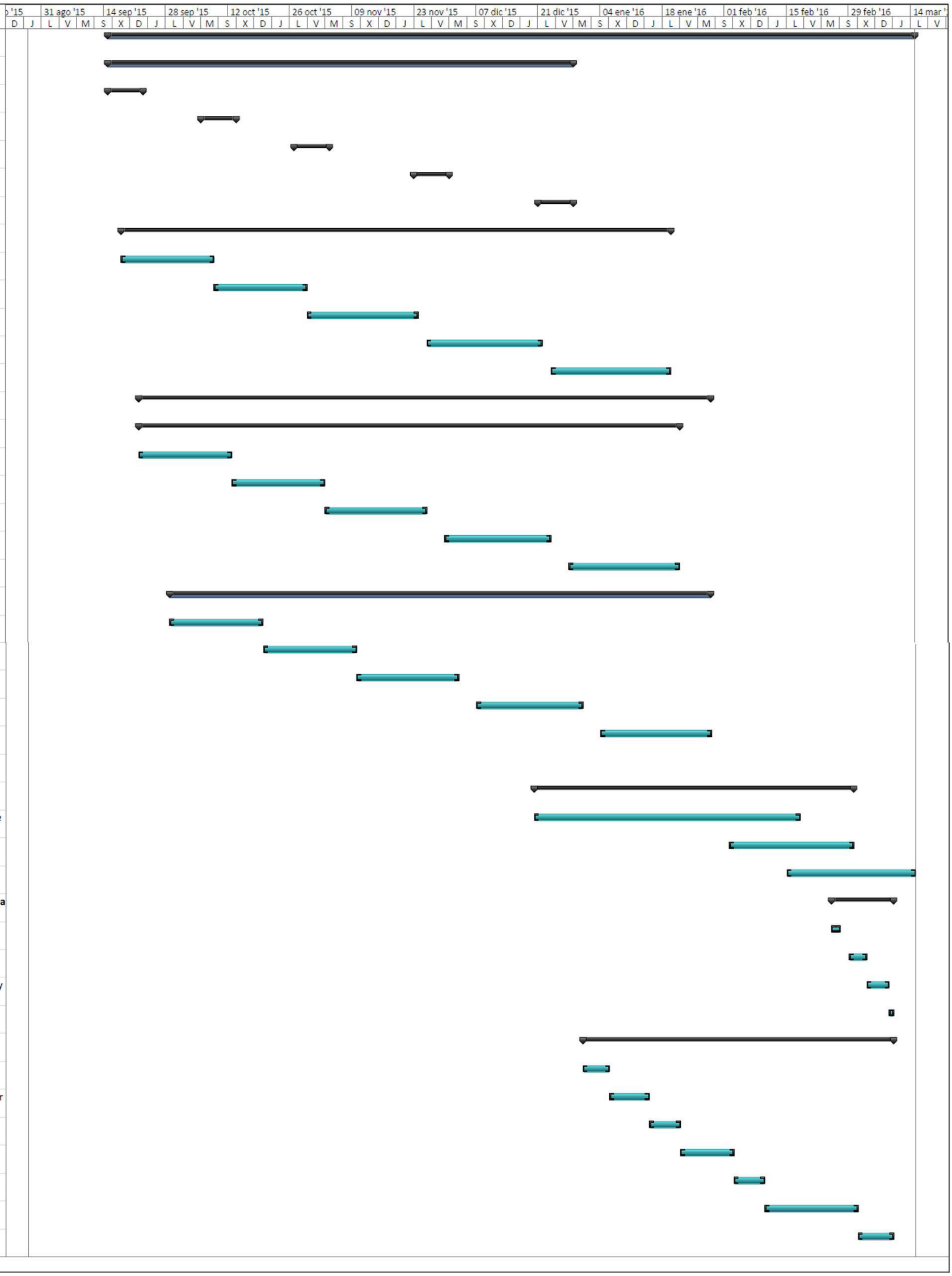
Las dimensiones se pueden observar en el Plano nº 82 'Planta de subestación 132/66 kV'.

1.9. Planificación

A continuación se detalla la planificación de la ejecución del presente proyecto, que se ha realizado con Microsoft Proyect. Para ello se presentan una tabla con las tareas a realizar, su fecha de inicio y el tiempo estimado para su ejecución, y el correspondiente diagrama de Gantt.

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
Construcción línea aérea	**130 días**	**mar 15/09/15**	**lun 14/03/16**
Acondicionamiento del terreno	**75 días**	**mar 15/09/15**	**lun 28/12/15**
De 0 a 8km	**6 días**	**mar 15/09/15**	**mar 22/09/15**
Limpieza del terreno	5 días	mar 15/09/15	lun 21/09/15
Construcción de caminos auxiliares	5 días	mar 15/09/15	lun 21/09/15
Movimiento y compactado de tierra	5 días	mié 16/09/15	mar 22/09/15
De 9 a 17km	**6 días**	**mar 06/10/15**	**mar 13/10/15**
Limpieza del terreno	5 días	mar 06/10/15	lun 12/10/15
Construcción de caminos auxiliares	5 días	mar 06/10/15	lun 12/10/15
Movimiento y compactado de tierra	5 días	mié 07/10/15	mar 13/10/15
De 18 a 26km	**6 días**	**mar 27/10/15**	**mar 03/11/15**
Limpieza del terreno	5 días	mar 27/10/15	lun 02/11/15
Construcción de caminos auxiliares	5 días	mar 27/10/15	lun 02/11/15
Movimiento y compactado de tierra	5 días	mié 28/10/15	mar 03/11/15
De 27 a 35km	**6 días**	**lun 23/11/15**	**lun 30/11/15**
Limpieza del terreno	5 días	lun 23/11/15	vie 27/11/15
Construcción de caminos auxiliares	5 días	lun 23/11/15	vie 27/11/15
Movimiento y compactado de tierra	5 días	mar 24/11/15	lun 30/11/15
De 36 a 45km	**6 días**	**lun 21/12/15**	**lun 28/12/15**
Limpieza del terreno	5 días	lun 21/12/15	vie 25/12/15
Construcción de caminos auxiliares	5 días	lun 21/12/15	vie 25/12/15
Movimiento y compactado de tierra	5 días	mar 22/12/15	lun 28/12/15
Excavación de apoyos	**88 días**	**vie 18/09/15**	**mar 19/01/16**
Apoyo 1 al 33	15 días	vie 18/09/15	jue 08/10/15
Apoyo 34 al 65	15 días	vie 09/10/15	jue 29/10/15
Apoyo 66 al 100	17 días	vie 30/10/15	lun 23/11/15
Apoyo 101 al 137	18 días	jue 26/11/15	lun 21/12/15
Apoyo 138 al 175	19 días	jue 24/12/15	mar 19/01/16
Colocación de apoyos	**93 días**	**mar 22/09/15**	**jue 28/01/16**
Cimentación de apoyos	**88 días**	**mar 22/09/15**	**jue 21/01/16**
Apoyo 1 al 33	15 días	mar 22/09/15	lun 12/10/15
Apoyo 34 al 65	15 días	mar 13/10/15	lun 02/11/15
Apoyo 66 al 100	17 días	mar 03/11/15	mié 25/11/15
Apoyo 101 al 137	18 días	lun 30/11/15	mié 23/12/15
Apoyo 138 al 175	19 días	lun 28/12/15	jue 21/01/16
Colocación de estructura de apoyo	**88 días**	**mar 29/09/15**	**jue 28/01/16**
Apoyo 1 al 33	15 días	mar 29/09/15	lun 19/10/15
Apoyo 34 al 65	15 días	mar 20/10/15	lun 09/11/15
Apoyo 66 al 100	17 días	mar 10/11/15	mié 02/12/15
Apoyo 101 al 137	18 días	lun 07/12/15	mié 30/12/15
Apoyo 138 al 175	19 días	lun 04/01/16	jue 28/01/16
Tendido de cables	**51 días**	**dom 20/12/15**	**lun 29/02/16**
Tendido conductores fase	44 días	dom 20/12/15	mié 17/02/16
Tendido cable de tierra	20 días	mar 02/02/16	lun 29/02/16
Puesta a tierra de apoyos	21 días	lun 15/02/16	lun 14/03/16
Construcción línea subterránea	**10 días**	**jue 25/02/16**	**mié 09/03/16**
Excavación de zanja	2 días	jue 25/02/16	vie 26/02/16
Colocación de tubos	4 días	lun 29/02/16	jue 03/03/16
Colocación de conductores y empalmes	3 días	vie 04/03/16	mar 08/03/16
Cierre de zanja	1 día	mié 09/03/16	mié 09/03/16
Construcción subestación	**50 días**	**jue 31/12/15**	**mié 09/03/16**
Acondicionamiento del terreno	4 días	jue 31/12/15	mar 05/01/16
Construcción edificio auxiliar	7 días	mié 06/01/16	jue 14/01/16
Excavación para cimentaciones	5 días	vie 15/01/16	jue 21/01/16
Cimentaciones	8 días	vie 22/01/16	mar 02/02/16
Instalación de pórticos	5 días	mié 03/02/16	mar 09/02/16
Colocación aparamenta	15 días	mié 10/02/16	mar 01/03/16
Cableado y conexión de aparamenta	6 días	mié 02/03/16	mié 09/03/16

Id	Nombre de tarea
1	**Construcción línea aérea**
2	**Acondicionamiento del terreno**
3	**De 0 a 8km**
7	**De 9 a 17km**
11	**De 18 a 26km**
15	**De 27 a 35km**
19	**De 36 a 45km**
23	**Excavación de apoyos**
24	Apoyo 1 al 33
25	Apoyo 34 al 65
26	Apoyo 66 al 100
27	Apoyo 101 al 137
28	Apoyo 138 al 175
29	**Colocación de apoyos**
30	**Cimentación de apoyos**
31	Apoyo 1 al 33
32	Apoyo 34 al 65
33	Apoyo 66 al 100
34	Apoyo 101 al 137
35	Apoyo 138 al 175
36	**Colocació de estructura de apoyo**
37	Apoyo 1 al 33
38	Apoyo 34 al 65
39	Apoyo 66 al 100
40	Apoyo 101 al 137
41	Apoyo 138 al 175
42	
43	**Tendido de cables**
44	Tendido conductores fase
45	Tendido cable de tierra
46	Puesta a tierra de apoyos
47	**Construcción línea subterránea**
48	Excavación de zanja
49	Colocación de tubos
50	Colocación de conductores y empalmes
51	Cierre de zanja
52	**Construcción subestación**
53	Acondicionamiento del terreno
54	Construcción edificio auxiliar
55	Excavación para cimentaciones
56	Cimentaciones
57	Instalación de pórticos
58	Colocación aparamenta
59	Cableado y conexión de aparamenta



1.10. Orden de prioridad entre los documentos

El criterio básico de prioridad es el siguiente:

1. Planos
2. Anexos
3. Memoria
4. Presupuesto
5. Pliego de condiciones

2. ANEXOS

2.1. Cálculos de la línea aérea

2.1.1. Elección del conductor aéreo

Se ha elegido para la línea aérea un cable de aluminio y acero, LA-180, cuyas características son:

- Sección_____181,6 mm^2
- Diámetro_____17,5 mm
- Carga de rotura_____6.387 daN
- Peso_____0,675 kg/m
- Módulo de elásticidad_____8.036 daN/mm^2
- Coeficiente de dilatación_____$1,781*10^{-5}$ C^{-1}
- Resistividad a 20ºC_____0,194 Ω/km
- Composición_____30+7

A continuación se detallan los criterios que se han seguido para la elección del conductor.

2.1.1.a. 1º Criterio: Densidad de corriente

La densidad de corriente máximas en régimen permanente no deben sobrepasar los valores especificados en la instrucción técnica complementaria ITC-LAT 07.

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

Para cables de aluminio-acero se tomará en la tabla el valor de la densidad de corriente correspondiente a su sección total como si fuera de aluminio y su valor se multiplicará por un coeficiente de reducción que según la composición será: 0,916 para la composición 30+7; 0,937 para las composiciones 6+1 y 26+7; 0,95 para la composición 54+7; y 0,97 para la composición 45+7. El valor resultante se aplicará para la sección total del conductor.

La intensidad que circula por el cable se obtendrá mediante la siguiente ecuación:

$$I = A * S \quad (\mathbf{1})$$

Donde:

A es la densidad de corriente (A/mm^2);

S es la sección del conductor (mm^2).

Haciendo el cálculo para el cable aéreo LA-180, obtenemos un valor máximo de intensidad de corriente:

$$I_{máx} = 431{,}16 \text{ A}$$

Esta intensidad debe ser mayor o igual a la intensidad que circula en nuestra instalación, calculándose ésta como:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * U * cos\varphi} \quad (\mathbf{2})$$

Donde:

P es la potencia activa (W);

U es la tensión de la línea (V);

Cos φ es el factor de potencia, en nuestro caso es 0,9.

Aplicando la fórmula, sabiendo que nuestra línea es de doble circuito, obtenemos que por cada circuito circula una intensidad de valor:

$$I = 133{,}64\ A$$

La elección del conductor ha sido la correcta, ya que este soporta una intensidad bastante mayor que la intensidad que circulará por nuestro circuito.

El siguiente paso será comprobar el 2º criterio de la caída de tensión.

2.1.1.b. 2º Criterio: Caída de tensión

En este criterio se calculará la potencia que puede transportar cada circuito y la compararemos con la potencia transportada por nuestra línea.

En cuanto a la resistencia, el valor que aparece en la norma UNE-EN 50182 viene dado a 20°C, por tanto habrá de calcularse el valor de la resistencia a la temperatura adecuada al trabajo de la línea, que según el RAT ITC-LAT 07, fija una temperatura mínima de 50º C para conductores de fase y tierra en líneas de categoría no especial.

El valor de la resistencia se calculará con la siguiente ecuación:

$$R_2 = R_1 * [1+\propto * (t_2 - t_1)] \quad (\mathbf{3})$$

Donde:

R_2 es la resistencia a temperatura t_2 que es 50ºC;

R_1 es la resistencia a la temperatura t_1 que es 20ºC;

α es el coeficiente de variación de la resistividad con la temperatura;

Sustituyendo, tenemos un valor de resistencia a 50 ºC de:

$$R_2 = 0{,}2149\ \Omega/\mathrm{km}$$

Seguidamente calcularemos el coeficiente de autoinducción (H/km) según la siguiente ecuación:

$$L_k = \frac{1}{n} * \left[\frac{\mu}{2 * n} + 4{,}605 * log\frac{DMG}{r}\right] * 10^{-4} \quad (\mathbf{4})$$

Donde:

L_k es el coeficiente de autoinducción kilométrica (Ω/km);

n es el número de circuitos;

μ es la permeabilidad magnética del conductor (Ω/km);

r es el radio equivalente (m);

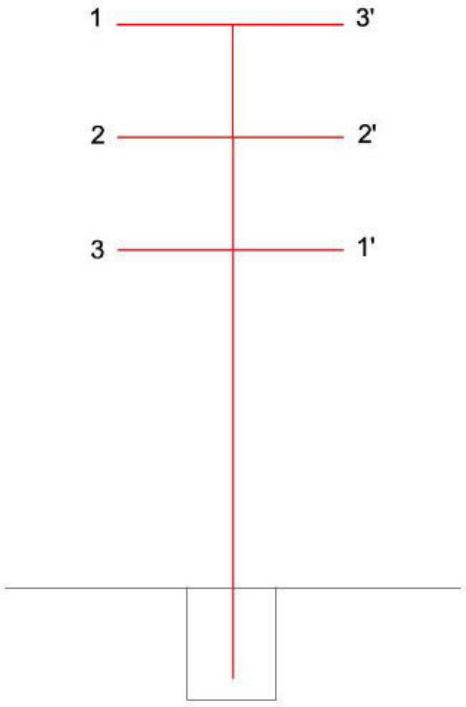
DMG es la distancia media geométrica, que para el tresbolillo de doble circuito será:

$$D_1 = \frac{\sqrt{D_{1-2} * D_{1-2'} * D_{1-3} * D_{1-3'}}}{D_{1-1'}} \quad (\mathbf{5})$$

$$D_2 = \frac{\sqrt{D_{2-1} * D_{2-1'} * D_{2-3} * D_{2-3'}}}{D_{2-2'}} \quad (\mathbf{6})$$

$$D_3 = \frac{\sqrt{D_{3-1} * D_{3-1'} * D_{3-2} * D_{3-2'}}}{D_{3-3'}} \quad (\mathbf{7})$$

$$DMG = \sqrt[3]{D_1 * D_2 * D_3} \quad (\mathbf{8})$$



Por tanto, la reactancia de autoinducción se calculará mediante la siguiente expresión:

$$X_k = L_k * \omega \ (\mathbf{9})$$

Donde:

X_k es la reactancia de autoinducción kilométrica (Ω/km);

ω es la pulsación de corriente eléctrica, 2πf.

Sustituyendo, obtenemos los siguientes valores:

$$L_k = 6{,}38 * 10^{-4}\ \Omega/km$$

$$X_k = 0{,}2\ \Omega/km$$

La potencia máxima que puede ser transportada por una línea de cierta longitud y caída de tensión determinada, se obtiene con la siguiente ecuación:

$$P_{máx} = \frac{U^2 * u\%}{\left(R_k + X_k * tg(\varphi)\right) * L_{línea} * 100} \quad (\mathbf{10})$$

Donde:

u% es la caída de tensión máxima, que en nuestro caso será del 5%;

$L_{línea}$ es la longitud de la línea (m).

La potencia será:

$$P_{máx} = 63{,}56\ MW$$

La potencia que puede transportar el cable es mayor que la potencia que transporta nuestra línea. Podemos concluir que el cable de aluminio LA-180 está bien elegido ya que cumple con el criterio tanto de densidad de corriente como de caída de tensión.

2.1.2. Elección del conductor de tierra

Se ha elegido el conductor de tierra de fibra óptica OPGW 48, cuyas características son:

- Sección_____180 mm^2
- Diámetro_____17,5 mm
- Carga de rotura_____8.000 daN
- Peso_____0,624 kg/m
- Módulo de elásticidad_____12.000 daN/mm^2
- Coeficiente de dilatación_____1,154*10^{-5} C^{-1}

2.1.3. Cálculo mecánico de los conductores

En primer lugar, debemos ver entre qué cotas está comprendido el trazado de la línea y ver según la ITC-LAT-07 en qué zona se encuentra la línea.

En nuestro caso, la línea transcurre por zona A, zona B y zona C.

Con anterioridad a la realización de los cálculos mecánicos de los conductores, se deben establecer las condiciones iniciales de cada zona y calcular sus sobrecargas correspondientes.

La sobrecarga en el conductor debida a un viento actuante sobre una línea, según ITC-LAT-07, será:

$$S_V = \sqrt{p^2 + (v * d)^2} \quad (\mathbf{11})$$

Donde:

S_V es la sobrecarga del viento (daN/m);

p es el peso propio del conductor (daN/m);

d es el diámetro del conductor (mm);

v es la presión del viento (daN/m^2),

$$d \leq 16\ mm^2 \qquad v = 60 * \left(\frac{V_{viento}}{120}\right)^2 \quad (\mathbf{12})$$

$$d > 16\ mm^2 \qquad v = 50 * \left(\frac{V_{viento}}{120}\right)^2 \quad (\mathbf{13})$$

La sobrecarga correspondiente al hielo actuando sobre el conductor se obtiene con la siguiente expresión:

$$S_H = p + M_H * \sqrt{d} \quad (\mathbf{14})$$

Donde:

S_H es la sobrecarga del hielo (daN/m);

p es el peso propio del conductor (daN/m);

d es el diámetro del conductor (mm);

M_H es el manguito de hielo con un valor de 0,18 daN/m para la zona B y 0,36 daN/m para la zona C.

La sobrecarga del efecto combinado del viento e hielo actuando en el conductor, se calcula con la ecuación:

$$S_{V+H} = \sqrt{{S_H}^2 + (V_{VH} * d_{MH})^2} \quad (\mathbf{15})$$

Donde:

S_{VH} es la sobrecarga del viento + hielo (daN/m);

S_H es la sobrecarga del hielo (daN/m);

V_{VH} es la presión del viento a 60 km/h (daN/m^2), calculandose con las fórmulas **(12)** o **(13)**;

d_{MH} es el diámetro del conductor incluido el manguito de hielo (m),

$$d_{MH} = \sqrt{\left(\frac{d}{1000}\right)^2 + \frac{4 * M_H * \sqrt{d}}{\pi * 750}} \quad (\mathbf{16})$$

Aplicando las fórmulas, obtenemos para el conductor de fase:

	Vel.viento (km/h)	v (daN/m2)	Sv (daN/m)
Zona A,B y C	140	68,0555	1,3623

	SH (daN/m)	dMH (m)	S v+H (daN/m)
Zona B	1,4144	39,8066	1,4994
Zona C	2,1674	53,5059	2,2683

	Condiciones iniciales		
	Zona A	Zona B	Zona C
t0 (ºC)	-5	-15	-20
p0 (daN/m)	1,3623	1,4994	2,2683
T0 (daN)	2554,8	2732,3959	3255,4198

Y para el conductor de tierra:

	Vel.viento (km/h)	v (daN/m2)	Sv (daN/m)
Zona A,B y C	140	68,0555	1,3387

	SH (daN/m)	dMH (m)	S v+H (daN/m)
Zona B	1,3645	39,8066	1,4524
Zona C	2,1175	53,5059	2,2206

	Condiciones iniciales		
	Zona A	Zona B	Zona C
t0 (ºC)	-5	-15	-20
p0 (daN/m)	1,3387	1,4524	2,2206
T0 (daN)	3200	3369,7255	3930,1754

2.1.3.a. Vano de regulación

Son los tramos de línea que se encuentran entre apoyos de amarre-alineación, anclaje-alineación, ángulo-amarre, ángulo-anclaje o final/principio de línea, que proporcionan puntos fuertes a la línea. En dichos tramos se encuentran colocados apoyos de alineación-suspensión o ángulo-suspensión, que deben tener las cadenas perfectamente verticales.

Se deben igualar las componentes horizontales de la tensión en cada uno de los vanos para que estas cadenas no sufran desviación alguna. Si varían las condiciones de equilibrio aparecen diferencias entre las componentes horizontales de la tensión en los distintos vanos, situación que queda en la realidad compensada por la desviación de las cadenas, que en estas condiciones dejan de estar perfectamente en equilibrio.

Por tanto como se puede demostrar las condiciones de equilibrio al modificarse hacen que las componentes horizontales de los vanos que componen la alineación varíen en la misma magnitud, del mismo modo que lo harían las componentes horizontales de un vano con una longitud ficticia denominado vano de regulación.

El cálculo de este vano de regulación se realiza para cada una de las alineaciones de las que está compuesta la línea eléctrica. Para este cálculo utilizamos la siguiente ecuación:

$$a_r = \frac{\Sigma \frac{b^3}{a^2}}{\Sigma \frac{b^2}{a}} * \sqrt{\frac{\Sigma a^3}{\Sigma \frac{b^2}{a}}} \quad (17)$$

Donde:

a_r es la longitud del vano de regulación (m);

a es la longitud proyectada del vano (m);

b es la longitud real del vano (m).

A continuación se muestra una tabla con los vanos de regulación.

Tramo	Zona	Vano (m)	Desnivel (m)	Vano Reg. (m)
1- 2	A	216	1,3	216,00
2- 3	A	234	61,6	234,00
3- 4	A	318	-14,67	283,45
4- 5		226	-41,61	
5- 6	A	224	21,56	224,00
6- 7	A	438	-36,08	438,00
7- 8	A	319	-7,75	319,00
8- 9	A	234	16,4	234,00
9- 10	A	246	1,62	223,94
10- 11		192	6,91	
11- 12		251	5,92	311,22
12- 13	A	238	10,9	
13- 14		300	33,22	
14- 15		386	29,8	
15- 16	A	429	-25,72	389,06
16- 17		330	-3,57	
17- 18	A	288	-17,86	288,00
18- 19	A	261	7,49	261,00
19- 20	A	347	47,27	347,00
20- 21	A	304	0,37	304,00
21- 22	A	321	39,14	352,98
22- 23		378	5,09	
23- 24	A	186	36,69	163,50
24- 25		121	-29,56	
25- 26	A	82	18,35	82,00
26- 27		196	25,19	253,33
27- 28	A	267	36,07	
28- 29		275	-18,88	
29- 30	A	86	-20,28	86,00
30- 31	A	98	8,58	98,00
31- 32	A	91	42,98	91,00
32- 33	A	59	3,53	59,00
33- 34	A	243	-79,35	243,00
34- 35	A	312	56,78	374,32
35- 36		415	-22,12	
36- 37	A	191	104,16	191,00
37- 38	A	222	-93,05	222,00

Tramo	Zona	Vano (m)	Desnivel (m)	Vano Reg. (m)
38- 39	A	591	13,19	547,89
39- 40		491	-42,46	
40- 41	A	189	43,96	240,77
41- 42		271	-9,01	
42- 43	A	327	31,42	283,20
43- 44		166	10,86	
44- 45	A	265	-6,68	265,00
45- 46	A	255	18,99	337,71
46- 47		383	35,78	
47- 48	A	339	69,27	339,00
48- 49	B	240	33,62	240,00
49- 50	B	267	-41,9	267,00
50- 51	A	273	-13,43	273,00
51- 52	A	128	-67,82	128,00
52- 53	A	362	-10,41	362,00
53- 54	A	263	30,53	258,15
54- 55		253	21,49	
55- 56	B	240	96,2	328,59
56- 57		374	-70,29	
57- 58	A	233	-21,43	233,00
58- 59	A	559	-48,95	559,00
59- 60	A	65	-5,24	65,00
60- 61	A	232	-2,73	232,00
61- 62	A	252	35,76	210,70
62- 63		194	25,58	
63- 64		105	10,64	
64- 65	B	257	48,91	226,59
65- 66		171	-32,32	
66- 67	A	237	-35,37	237,00
67- 68	A	418	50,15	418,00
68- 69	B	301	108,89	297,69
69- 70		294	70,59	
70- 71	B	476	30,46	426,91
71- 72		349	2,92	
72- 73	B	110	-71,28	110,00
73- 74	B	243	-42,81	243,00
74- 75	B	279	2,24	279,00

Tramo	Zona	Vano (m)	Desnivel (m)	Vano Reg. (m)
75- 76	B	178	25,32	178,00
76- 77	B	173	68,72	153,10
77- 78		118	46,98	
78- 79	B	403	-86,2	403,00
79- 80	B	299	9,66	299,00
80- 81	B	157	101,16	136,05
81- 82		80	44,19	
82- 83	B	293	-29,5	254,76
83- 84		164	-64,83	
84- 85	B	313	-83,04	313,00
85- 86	B	238	-26,47	291,35
86- 87		341	-54,53	
87- 88		264	-67,09	
88- 89	A	183	20,65	213,13
89- 90		234	9,82	
90- 91	B	310	43,57	311,97
91- 92		288	10,57	
92- 93		333	24,08	
93- 94	B	372	52,37	372,00
94- 95	B	289	76,57	289,00
95- 96	B	179	56,78	163,04
96- 97		140	-40,02	
97- 98	B	265	-53,97	229,54
98- 99		137	-23,3	
99-100	B	401	-24,67	401,00
100-101	B	291	20,25	273,26
101-102		204	5,41	
102-103		296	-1,34	
103-104	B	189	43,7	189,00
104-105	B	155	18,65	224,97
105-106		258	39,42	
106-107		225	-1,13	
107-108	B	325	38,14	332,23
108-109		339	10,86	

Tramo	Zona	Vano (m)	Desnivel (m)	Vano Reg. (m)
109-110	B	208	64,02	180,14
110-111		105	33,02	
111-112	B	229	-55,88	265,49
112-113		291	-68,49	
113-114	B	225	-2,06	225,00
114-115	B	149	11,2	149,00
115-116	B	277	25,36	281,61
116-117		286	9,83	
117-118	B	302	63,57	261,63
118-119		158	33,05	
119-120	C	258	93,1	258,00
120-121	C	183	77,45	180,24
121-122		176	-40,73	
122-123		181	-48,84	
123-124	B	270	-10,8	270,00
124-125	B	77	-41,34	99,99
125-126		113	-59,58	
126-127	B	118	-61,89	118,00
127-128	B	346	-53,41	302,86
128-129		217	-39,04	
129-130	B	376	-10,33	376,00
130-131	B	303	17,95	317,93
131-132		331	-6,66	
132-133	B	327	-24,84	380,75
133-134		418	-27,06	
134-135	B	263	22,96	263,00
135-136	B	119	-18,03	119,00
136-137	B	280	28,08	285,42
137-138		301	38,77	
138-139		273	-7,6	
139-140	B	342	43,58	298,87
140-141		211	-20,76	
141-142	B	424	17,74	424,00
142-143	B	127	20,18	127,00
143-144	B	324	15,98	324,00
144-145	B	104	13,35	130,28
145-146		146	-48,61	

Tramo	Zona	Vano (m)	Desnivel (m)	Vano Reg. (m)
146-147	B	364	-30,14	364,00
147-148	B	379	-4,16	379,00
148-149	B	389	58,56	389,00
149-150	B	125	-1,55	125,00
150-151	B	463	-46,18	463,00
151-152	B	176	-82,28	176,00
152-153	B	195	-55,43	195,00
153-154	B	450	40,21	450,00
154-155	B	241	114,16	232,97
155-156		254	12,47	
156-157		183	-94,23	
157-158	B	260	-67,38	260,00
158-159	B	157	3,47	157,00
159-160	B	484	21,61	404,16
160-161		432	-39,53	
161-162		222	-14,53	
162-163		323	-23,33	
163-164	B	224	6,07	241,00
164-165		255	5,6	
165-166	B	235	-12,5	246,17
166-167		256	-21,5	
167-168	B	235	-6,93	212,32
168-169		178	-14,41	
169-170	B	207	-3,36	259,78
170-171		241	0,36	
171-172		267	-2,25	
172-173		298	2,78	
173-174	B	249	-1,05	311,29
174-175		349	2,64	

2.1.3.b. Componente horizontal máxima

Se calcularan las componentes horizontales máximas para cada una de las alineaciones de que consta la línea. Para ello utilizaremos la siguiente ecuación:

$$T_0 = \frac{T_A - p_Z * \frac{h}{2}\sqrt{\left(T_A - p_Z * \frac{h}{2}\right)^2 - \frac{p_Z^2 * b^2}{2}}}{2 * \frac{b}{a}} \quad (18)$$

Donde:

T_0 es la componente horizontal máxima (daN);

T_A es la tensión en el punto más elevado de fijación del conductor (carga de rotura dividida por el coef. de seguridad en nuestro caso 2,5);

h es el desnivel del vano (m);

p_z es la sobrecarga correspondiente a la zona de cálculo (daN/m).

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

Según ITC-LAT-07, a la hora de determinar las tracciones mecánicas de los conductores deberá tenerse en cuenta la incidencia de posibles fenómenos vibratorios. Estos fenómenos son producidos por la vibración eólica y la vibración del subvano.

La tensión de cada día (EDS), con una temperatura en Zona A de 15ºC y Zona B y C de 10ºC, no debe ser superior al 15% de la carga de rotura. La tensión en horas frías (THF), con una temperatura en Zona A de -5ºC, Zona B de -15ºC y Zona C de -20ºC, no debe superar el 22,5% de la carga de rotura.

En caso de ser superado este porcentaje, se recalculará la tensión máxima menor del vano.

A continuación se muestra las tablas con la tensión máxima menor de cada vano y sus porcentajes de EDS y THF.

Tramo	Conductor	Zona	Tensión Máxima Menor		Cálculo E.D.S				E.D.S.		
			T0 (daN)	T0 (daN)	TºC (daN)	%E.D.S	Nueva TCD (daN)	Nueva T0 (daN)	Cálc. %	Valor máxi. %	Temp. ºC
1- 2	LA-180	A	2549,623	2549,623	1666,705	26,095	1277,400	2162,443	26,095	20	15
2- 3	LA-180	A	2424,810	2424,810	1500,819	23,498	1277,400	2191,288	23,498	20	15
3- 4 4- 5	LA-180	A	2532,841 2479,916	2479,916	1472,143	23,049	1277,400	2260,925	23,049	20	15
5- 6	LA-180	A	2523,817	2523,817	1622,280	25,400	1277,400	2175,502	25,400	20	15
6- 7	LA-180	A	2503,907	2503,907	1346,441	21,081	1277,400	2406,742	21,081	20	15
7- 8	LA-180	A	2539,472	2539,472	1478,121	23,143	1277,400	2303,061	23,143	20	15
8- 9	LA-180	A	2532,388	2532,388	1610,614	25,217	1277,400	2191,288	25,217	20	15
9- 10 10- 11	LA-180	A	2548,131 2545,083	2545,083	1644,774	25,752	1277,400	2175,402	25,752	20	15
11- 12 12- 13 13- 14 14- 15	LA-180	A	2544,314 2539,533 2508,464 2513,228	2508,464	1460,189	22,862	1277,400	2294,357	22,862	20	15
15- 16 16- 17	LA-180	A	2515,760 2542,281	2515,760	1387,847	21,729	1277,400	2370,085	21,729	20	15
17- 18	LA-180	A	2530,154	2530,154	1512,645	23,683	1277,400	2266,661	23,683	20	15
18- 19	LA-180	A	2542,433	2542,433	1569,287	24,570	1277,400	2230,993	24,570	20	15
19- 20	LA-180	A	2488,289	2488,289	1402,504	21,959	1277,400	2332,181	21,959	20	15
20- 21	LA-180	A	2546,125	2546,125	1504,224	23,551	1277,400	2286,025	23,551	20	15
21- 22 22- 23	LA-180	A	2499,990 2538,041	2499,990	1406,409	22,020	1277,400	2337,973	22,020	20	15

Tramo	Conductor	Zona	Tensión Máxima Menor		Cálculo E.D.S				E.D.S.		
			T0 (daN)	T0 (daN)	TºC (daN)	%E.D.S	Nueva TCD (daN)	Nueva T0 (daN)	Cálc. %	Valor máxi. %	Temp. ºC
23- 24 24- 25	LA-180	A	2478,743 2460,874	2460,874	1691,483	26,483	1277,400	2067,261	26,483	20	15
25- 26	LA-180	A	2480,310	2480,310	1887,370	29,550	1277,400	1898,181	29,550	20	15
26- 27 27- 28 28- 29	LA-180	A	2513,394 2500,839 2529,032	2500,839	1541,546	24,136	1277,400	2220,137	24,136	20	15
29- 30	LA-180	A	2472,458	2472,458	1872,243	29,313	1277,400	1906,302	29,313	20	15
30- 31	LA-180	A	2538,364	2538,364	1919,676	30,056	1277,400	1931,222	30,056	20	15
31- 32	LA-180	A	2282,784	2282,784	1663,274	26,042	1277,400	1916,600	26,042	20	15
32- 33	LA-180	A	2547,522	2547,522	1990,549	31,166	1277,400	1854,662	31,166	20	15
33- 34	LA-180	A	2371,440	2371,440	1432,399	22,427	1277,400	2204,990	22,427	20	15
34- 35 35- 36	LA-180	A	2466,307 2520,279	2466,307	1360,631	21,303	1277,400	2357,532	21,303	20	15
36- 37	LA-180	A	2176,776	2176,776	1333,744	20,882	1277,400	2119,141	20,882	20	15
37- 38	LA-180	A	2292,756	2292,756	1391,813	21,791	1277,400	2172,273	21,791	20	15
38- 39 39- 40	LA-180	A	2512,935 2494,060	2494,060	1294,487	20,268	1277,400	2467,315	20,268	20	15
40- 41 41- 42	LA-180	A	2455,836 2540,549	2455,836	1519,402	23,789	1277,400	2201,642	23,789	20	15
42- 43 43- 44	LA-180	A	2511,907 2539,451	2511,907	1502,662	23,527	1277,400	2260,603	23,527	20	15
44- 45	LA-180	A	2543,033	2543,033	1562,788	24,468	1277,400	2236,525	24,468	20	15

Tramo	Conductor	Zona	Tensión Máxima Menor		Cálculo E.D.S				E.D.S.		
			T0 (daN)	T0 (daN)	TºC (daN)	%E.D.S	Nueva TCD (daN)	Nueva T0 (daN)	Cálc. %	Valor máxi. %	Temp. ºC
45- 46 46- 47	LA-180	A	2528,880 2505,877	2505,877	1426,855	22,340	1277,400	2322,891	22,340	20	15
47- 48	LA-180	A	2445,948	2445,948	1375,186	21,531	1277,400	2324,201	21,531	20	15
48- 49	LA-180	B	2502,076	2502,076	1388,908	21,746	-	-	21,746	22	10
49- 50	LA-180	B	2489,070	2489,070	1333,259	20,875	-	-	20,875	22	10
50- 51	LA-180	A	2535,758	2535,758	1541,933	24,142	1277,400	2247,325	24,142	20	15
51- 52	LA-180	A	2214,961	2214,961	1509,562	23,635	1277,400	1994,749	23,635	20	15
52- 53	LA-180	A	2534,662	2534,662	1426,457	22,334	1277,400	2346,454	22,334	20	15
53- 54 54- 55	LA-180	A	2510,709 2522,448	2510,709	1542,785	24,155	1277,400	2226,993	24,155	20	15
55- 56 56- 57	LA-180	B	2297,398 2442,957	2297,398	1124,166	17,601	-	-	17,601	22	10
57- 58	LA-180	A	2522,013	2522,013	1601,880	25,080	1277,400	2189,736	25,080	20	15
58- 59	LA-180	A	2472,989	2472,989	1277,932	20,008	1277,400	2472,147	20,008	20	15
59- 60	LA-180	A	2542,156	2542,156	1977,312	30,958	1277,400	1865,356	30,958	20	15
60- 61	LA-180	A	2546,636	2546,636	1629,530	25,513	1277,400	2188,178	25,513	20	15
61- 62 62- 63 63- 64	LA-180	A	2495,764 2509,648 2532,623	2495,764	1621,081	25,381	1277,400	2153,584	25,381	20	15
64- 65 65- 66	LA-180	B	2466,205 2483,235	2466,205	1379,850	21,604	-	-	21,604	22	10
66- 67	LA-180	A	2494,259	2494,259	1565,412	24,509	1277,400	2195,908	24,509	20	15

Tramo	Conductor	Zona	Tensión Máxima Menor		Cálculo E.D.S				E.D.S.		
			T0 (daN)	T0 (daN)	TºC (daN)	%E.D.S	Nueva TCD (daN)	Nueva T0 (daN)	Cálc. %	Valor máxi. %	Temp. ºC
67- 68	LA-180	A	2479,473	2479,473	1340,273	20,984	1277,400	2392,628	20,984	20	15
68- 69 69- 70	LA-180	B	2314,658 2422,710	2314,658	1158,975	18,146	-	-	18,146	22	10
70- 71 71- 72	LA-180	B	2501,337 2541,604	2501,337	1205,588	18,876	-	-	18,876	22	10
72- 73	LA-180	B	2183,474	2183,474	1360,629	21,303	-	-	21,303	22	10
73- 74	LA-180	B	2477,746	2477,746	1361,097	21,310	-	-	21,310	22	10
74- 75	LA-180	B	2544,440	2544,440	1364,052	21,357	-	-	21,357	22	10
75- 76	LA-180	B	2506,993	2506,993	1528,742	23,935	1405,140	2387,715	23,935	22	10
76- 77 77- 78	LA-180	B	2322,834 2339,198	2322,834	1398,178	21,891	-	-	21,891	22	10
78- 79	LA-180	B	2416,201	2416,201	1162,235	18,197	-	-	18,197	22	10
79- 80	LA-180	B	2536,323	2536,323	1330,441	20,830	-	-	20,830	22	10
80- 81 81- 82	LA-180	B	2080,517 2206,494	2080,517	1192,480	18,670	-	-	18,670	22	10
82- 83 83- 84	LA-180	B	2510,332 2327,450	2327,450	1213,114	18,993	-	-	18,993	22	10
84- 85	LA-180	B	2397,714	2397,714	1207,120	18,900	-	-	18,900	22	10
85- 86 86- 87 87- 88	LA-180	B	2513,086 2469,142 2419,249	2419,249	1244,640	19,487	-	-	19,487	22	10

Tramo	Conductor	Zona	Tensión Máxima Menor		Cálculo E.D.S				E.D.S.		
			T0 (daN)	T0 (daN)	TºC (daN)	%E.D.S	Nueva TCD (daN)	Nueva T0 (daN)	Cálc. %	Valor máxi. %	Temp. ºC
88- 89 89- 90	LA-180	A	2519,568 2539,137	2519,568	1641,032	25,693	1277,400	2157,662	25,693	20	15
90- 91 91- 92 92- 93	LA-180	B	2486,725 2535,970 2517,762	2486,725	1275,922	19,977	-	-	19,977	22	10
93- 94	LA-180	B	2475,261	2475,261	1218,313	19,075	-	-	19,075	22	10
94- 95	LA-180	B	2404,335	2404,335	1235,401	19,342	-	-	19,342	22	10
95- 96 96- 97	LA-180	B	2390,876 2425,289	2390,876	1444,374	22,614	1405,140	2353,050	22,614	22	10
97- 98 98- 99	LA-180	B	2455,724 2499,302	2455,724	1364,472	21,363	-	-	21,363	22	10
99-100	LA-180	B	2480,355	2480,355	1204,800	18,863	-	-	18,863	22	10
100-101 101-102 102-103	LA-180	B	2503,974 2537,219 2530,989	2503,974	1337,170	20,936	-	-	20,936	22	10
103-104	LA-180	B	2431,392	2431,392	1424,147	22,298	1405,140	2412,565	22,298	22	10
104-105 105-106 106-107	LA-180	B	2509,346 2463,920 2540,671	2463,920	1380,749	21,618	-	-	21,618	22	10
107-108 108-109	LA-180	B	2497,100 2532,599	2497,100	1264,382	19,796	-	-	19,796	22	10

Tramo	Conductor	Zona	Tensión Máxima Menor		Cálculo E.D.S				E.D.S.		
			T0 (daN)	T0 (daN)	TºC (daN)	%E.D.S	Nueva TCD (daN)	Nueva T0 (daN)	Cálc. %	Valor máxi. %	Temp. ºC
109-110 110-111	LA-180	B	2390,798 2412,230	2390,798	1403,324	21,972	-	-	21,972	22	10
111-112 112-113	LA-180	B	2435,222 2427,060	2427,060	1282,191	20,075	-	-	20,075	22	10
113-114	LA-180	B	2547,564	2547,564	1461,766	22,887	1405,140	2489,463	22,887	22	10
114-115	LA-180	B	2536,780	2536,780	1636,049	25,615	1405,140	2319,757	25,615	22	10
115-116 116-117	LA-180	B	2516,657 2536,865	2516,657	1336,449	20,925	-	-	20,925	22	10
117-118 118-119	LA-180	B	2442,883 2473,587	2442,883	1300,997	20,369	-	-	20,369	22	10
119-120	LA-180	C	2285,068	2285,068	741,156	11,604	-	-	11,604	22	10
120-121 121-122 122-123	LA-180	C	2262,348 2435,835 2404,337	2262,348	810,999	12,698	-	-	12,698	22	10
123-124	LA-180	B	2536,591	2536,591	1370,522	21,458	-	-	21,458	22	10
124-125 125-126	LA-180	B	2222,852 2218,782	2218,782	1422,787	22,276	1405,140	2202,049	22,276	22	10
126-127	LA-180	B	2219,633	2219,633	1378,458	21,582	-	-	21,582	22	10
127-128 128-129	LA-180	B	2471,708 2480,289	2471,708	1273,702	19,942	-	-	19,942	22	10
129-130	LA-180	B	2530,392	2530,392	1254,018	19,634	-	-	19,634	22	10

Tramo	Conductor	Zona	Tensión Máxima Menor		Cálculo E.D.S				E.D.S.		
			T0 (daN)	T0 (daN)	TºC (daN)	%E.D.S	Nueva TCD (daN)	Nueva T0 (daN)	Cálc. %	Valor máxi. %	Temp. ºC
130-131 131-132	LA-180	B	2526,683 2537,154	2526,683	1301,085	20,371	-	-	20,371	22	10
132-133 133-134	LA-180	B	2516,951 2509,651	2509,651	1236,398	19,358	-	-	19,358	22	10
134-135	LA-180	B	2520,258	2520,258	1366,819	21,400	-	-	21,400	22	10
135-136	LA-180	B	2511,021	2511,021	1686,651	26,408	1405,140	2247,387	26,408	22	10
136-137 137-138 138-139	LA-180	B	2512,331 2494,832 2539,868	2494,832	1312,999	20,557	-	-	20,557	22	10
139-140 140-141	LA-180	B	2488,687 2522,073	2488,687	1291,690	20,224	-	-	20,224	22	10
141-142	LA-180	B	2519,222	2519,222	1218,493	19,078	-	-	19,078	22	10
142-143	LA-180	B	2506,395	2506,395	1661,137	26,008	1405,140	2266,721	26,008	22	10
143-144	LA-180	B	2528,062	2528,062	1295,909	20,290	-	-	20,290	22	10
144-145 145-146	LA-180	B	2522,876 2386,890	2386,890	1524,224	23,864	1405,140	2274,649	23,864	22	10
146-147	LA-180	B	2508,724	2508,724	1247,201	19,527	-	-	19,527	22	10
147-148	LA-180	B	2535,606	2535,606	1255,616	19,659	-	-	19,659	22	10
148-149	LA-180	B	2465,671	2465,671	1201,605	18,813	-	-	18,813	22	10
149-150	LA-180	B	2551,721	2551,721	1715,197	26,854	1405,140	2261,882	26,854	22	10
150-151	LA-180	B	2483,475	2483,475	1179,788	18,472	-	-	18,472	22	10
151-152	LA-180	B	2254,633	2254,633	1277,109	19,995	-	-	19,995	22	10

Tramo	Conductor	Zona	Tensión Máxima Menor		Cálculo E.D.S				E.D.S.		
			T0 (daN)	T0 (daN)	T ºC (daN)	%E.D.S	Nueva TCD (daN)	Nueva T0 (daN)	Cálc. %	Valor máxi. %	Temp. ºC
152-153	LA-180	B	2413,043	2413,043	1392,356	21,800	-	-	21,800	22	10
153-154	LA-180	B	2491,795	2491,795	1189,741	18,628	-	-	18,628	22	10
154-155 155-156 156-157	LA-180	B	2224,173 2535,237 2204,289	2204,289	1139,521	17,841	-	-	17,841	22	10
157-158	LA-180	B	2416,338	2416,338	1280,558	20,049	-	-	20,049	22	10
158-159	LA-180	B	2548,857	2548,857	1627,872	25,487	1405,140	2338,803	25,487	22	10
159-160 160-161 161-162 162-163	LA-180	B	2509,840 2493,624 2533,007 2519,076	2493,624	1211,870	18,974	-	-	18,974	22	10
163-164 164-165	LA-180	B	2543,770 2542,800	2542,800	1425,483	22,318	1405,140	2521,305	22,318	22	10
165-166 166-167	LA-180	B	2535,714 2522,473	2522,473	1396,918	21,871	-	-	21,871	22	10
167-168 168-169	LA-180	B	2542,392 2532,184	2532,184	1473,601	23,072	1405,140	2463,188	23,072	22	10
169-170 170-171 171-172 172-173	LA-180	B	2547,217 2548,121 2545,150 2542,789	2542,789	1392,327	21,799	-	-	21,799	22	10
173-174 174-175	LA-180	B	2547,149 2539,267	2539,267	1318,348	20,641	-	-	20,641	22	10

Tramo	Conductor	Zona	Cálculo T.H.F			T.H.F.	
			TºC (daN)	Nueva TCD (daN)	Nueva T0 (daN)	Cálc. %	Temp ºC
1- 2	LA-180	A	1551,891	1437,075	2067,619	24,298	-5
2- 3	LA-180	A	1528,201	1437,075	2114,155	23,927	-5
3- 4 4- 5	LA-180	A	1472,731	1437,075	2228,214	23,058	-5
5- 6	LA-180	A	1541,142	1437,075	2088,650	24,129	-5
6- 7	LA-180	A	1373,760			21,509	-5
7- 8	LA-180	A	1441,295	1437,075	2298,941	22,566	-5
8- 9	LA-180	A	1528,201	1437,075	2114,155	23,927	-5
9- 10 10- 11	LA-180	A	1541,225	1437,075	2088,488	24,131	-5
11- 12 12- 13 13- 14 14- 15	LA-180	A	1447,622	1437,075	2284,200	22,665	-5
15- 16 16- 17	LA-180	A	1395,908			21,855	-5
17- 18	LA-180	A	1468,338	1437,075	2237,753	22,989	-5
18- 19	LA-180	A	1496,149	1437,075	2178,827	23,425	-5
19- 20	LA-180	A	1420,827			22,246	-5
20- 21	LA-180	A	1453,764	1437,075	2270,156	22,761	-5
21- 22 22- 23	LA-180	A	1416,890			22,184	-5
23- 24 24- 25	LA-180	A	1629,265	1437,075	1915,178	25,509	-5
25- 26	LA-180	A	1746,245	1437,075	1634,488	27,341	-5
26- 27 27- 28 28- 29	LA-180	A	1504,819	1437,075	2161,060	23,561	-5
29- 30	LA-180	A	1741,502	1437,075	1648,813	27,266	-5
30- 31	LA-180	A	1726,355	1437,075	1691,953	27,029	-5
31- 32	LA-180	A	1735,352	1437,075	1666,778	27,170	-5
32- 33	LA-180	A	1770,018	1437,075	1554,746	27,713	-5
33- 34	LA-180	A	1517,043	1437,075	2136,380	23,752	-5
34- 35 35- 36	LA-180	A	1403,937			21,981	-5
36- 37	LA-180	A	1587,510	1437,075	1998,192	24,855	-5
37- 38	LA-180	A	1543,797	1437,075	2083,445	24,171	-5

Tramo	Conductor	Zona	Cálculo T.H.F			T.H.F.	
			TºC (daN)	Nueva TCD (daN)	Nueva T0 (daN)	Cálc. %	Temp ºC
38- 39 39- 40	LA-180	A	1341,384			21,002	-5
40- 41 41- 42	LA-180	A	1519,761	1437,075	2130,941	23,795	-5
42- 43 43- 44	LA-180	A	1472,978	1437,075	2227,680	23,062	-5
44- 45	LA-180	A	1491,764	1437,075	2187,908	23,356	-5
45- 46 46- 47	LA-180	A	1427,237			22,346	-5
47- 48	LA-180	A	1426,326			22,332	-5
48- 49	LA-180	B	1746,595	1437,075	2250,199	27,346	-15
49- 50	LA-180	B	1629,931	1437,075	2323,660	25,520	-15
50- 51	LA-180	A	1483,274	1437,075	2205,697	23,223	-5
51- 52	LA-180	A	1683,814	1437,075	1797,964	26,363	-5
52- 53	LA-180	A	1411,208			22,095	-5
53- 54 54- 55	LA-180	A	1499,334	1437,075	2172,271	23,475	-5
55- 56 56- 57	LA-180	B	1273,117			19,933	-15
57- 58	LA-180	A	1529,470	1437,075	2111,643	23,947	-5
58- 59	LA-180	A	1339,023			20,965	-5
59- 60	LA-180	A	1764,432	1437,075	1574,884	27,625	-5
60- 61	LA-180	A	1530,744	1437,075	2109,123	23,967	-5
61- 62 62- 63 63- 64	LA-180	A	1559,192	1437,075	2053,384	24,412	-5
64- 65 65- 66	LA-180	B	1755,438	1437,075	2211,201	27,485	-15
66- 67	LA-180	A	1524,430	1437,075	2121,639	23,868	-5
67- 68	LA-180	A	1382,057			21,639	-5
68- 69 69- 70	LA-180	B	1349,012			21,121	-15
70- 71 71- 72	LA-180	B	1316,570			20,613	-15
72- 73	LA-180	B	1923,511	1437,075	1794,745	30,116	-15
73- 74	LA-180	B	1703,928	1437,075	2258,689	26,678	-15
74- 75	LA-180	B	1655,964	1437,075	2354,253	25,927	-15

Tramo	Conductor	Zona	Cálculo T.H.F			T.H.F.	
			TºC (daN)	Nueva TCD (daN)	Nueva T0 (daN)	Cálc. %	Temp ºC
75- 76	LA-180	B	1869,215	1437,075	2054,794	29,266	-15
76- 77 77- 78	LA-180	B	1901,426	1437,075	1964,998	29,770	-15
78- 79	LA-180	B	1274,257			19,951	-15
79- 80	LA-180	B	1584,186	1437,075	2402,601	24,803	-15
80- 81 81- 82	LA-180	B	1672,073	1437,075	1899,747	26,179	-15
82- 83 83- 84	LA-180	B	1478,950	1437,075	2291,174	23,156	-15
84- 85	LA-180	B	1399,284			21,908	-15
85- 86 86- 87 87- 88	LA-180	B	1474,828	1437,075	2384,476	23,091	-15
88- 89 89- 90	LA-180	A	1555,831	1437,075	2059,934	24,359	-5
90- 91 91- 92 92- 93	LA-180	B	1494,473	1437,075	2432,275	23,399	-15
93- 94	LA-180	B	1364,632			21,366	-15
94- 95	LA-180	B	1464,806	1437,075	2378,830	22,934	-15
95- 96 96- 97	LA-180	B	1893,877	1437,075	2001,648	29,652	-15
97- 98 98- 99	LA-180	B	1729,774	1437,075	2219,939	27,083	-15
99-100	LA-180	B	1329,084			20,809	-15
100-101 101-102 102-103	LA-180	B	1626,639	1437,075	2339,781	25,468	-15
103-104	LA-180	B	1850,950	1437,075	2092,351	28,980	-15
104-105 105-106 106-107	LA-180	B	1759,263	1437,075	2206,375	27,544	-15
107-108 108-109	LA-180	B	1458,222	1437,075	2476,142	22,831	-15

Tramo	Conductor	Zona	Cálculo T.H.F			T.H.F.	
			TºC (daN)	Nueva TCD (daN)	Nueva T0 (daN)	Cálc. %	Temp ºC
109-110 110-111	LA-180	B	1863,343	1437,075	2062,189	29,174	-15
111-112 112-113	LA-180	B	1560,929	1437,075	2319,715	24,439	-15 -15
113-114	LA-180	B	1792,098	1437,075	2206,462	28,059	-15
114-115	LA-180	B	1916,546	1437,075	1949,589	30,007	-15
115-116 116-117	LA-180	B	1614,419	1437,075	2360,745	25,277	-15
117-118 118-119	LA-180	B	1592,700	1437,075	2309,578	24,937	-15
119-120	LA-180	C	835,266			13,078	-20
120-121 121-122 122-123	LA-180	C	1054,235			16,506	-20
123-124	LA-180	B	1677,184	1437,075	2331,423	26,259	-15
124-125 125-126	LA-180	B	1987,525	1437,075	1753,022	31,118	-15
126-127	LA-180	B	1932,460	1437,075	1827,602	30,256	-15
127-128 128-129	LA-180	B	1501,555	1437,075	2411,567	23,510	-15
129-130	LA-180	B	1408,324			22,050	-15
130-131 131-132	LA-180	B	1522,446	1437,075	2445,484	23,837	-15
132-133 133-134	LA-180	B	1382,128			21,640	-15
134-135	LA-180	B	1681,990	1437,075	2313,188	26,335	-15
135-136	LA-180	B	1961,960	1437,075	1831,675	30,718	-15
136-137 137-138 138-139	LA-180	B	1577,016	1437,075	2370,129	24,691	-15
139-140 140-141	LA-180	B	1530,978	1437,075	2402,299	23,970	-15
141-142	LA-180	B	1334,098			20,888	-15
142-143	LA-180	B	1950,371	1437,075	1863,950	30,537	-15
143-144	LA-180	B	1509,043	1437,075	2458,683	23,627	-15
144-145 145-146	LA-180	B	1945,502	1437,075	1877,004	30,460	-15

Tramo	Conductor	Zona	Cálculo T.H.F			T.H.F.	
			TºC (daN)	Nueva TCD (daN)	Nueva T0 (daN)	Cálc. %	Temp ºC
146-147	LA-180	B	1408,247			22,049	-15
147-148	LA-180	B	1408,281			22,049	-15
148-149	LA-180	B	1332,030			20,855	-15
149-150	LA-180	B	1953,309	1437,075	1855,934	30,583	-15
150-151	LA-180	B	1269,706			19,880	-15
151-152	LA-180	B	1705,051	1437,075	2047,827	26,696	-15
152-153	LA-180	B	1824,261	1437,075	2112,296	28,562	-15
153-154	LA-180	B	1286,824			20,148	-15
154-155 155-156 156-157	LA-180	B	1406,820			22,026	-15
157-158	LA-180	B	1566,470	1437,075	2305,242	24,526	-15
158-159	LA-180	B	1903,706	1437,075	1979,505	29,806	-15
159-160 160-161 161-162 162-163	LA-180	B	1336,276			20,922	-15
163-164 164-165	LA-180	B	1767,101	1437,075	2253,038	27,667	-15
165-166 166-167	LA-180	B	1748,060	1437,075	2267,579	27,369	-15
167-168 168-169	LA-180	B	1812,520	1437,075	2167,771	28,378	-15
169-170 170-171 171-172 172-173	LA-180	B	1721,633	1437,075	2304,667	26,955	-15
173-174 174-175	LA-180	B	1553,295	1437,075	2430,752	24,320	-15

Tramo	Conductor	Zona	Tensión Máxima Menor		Cálculo E.D.S				E.D.S.		
			T0 (daN)	T0 (daN)	TºC (daN)	%E.D.S	Nueva TCD (daN)	Nueva T0 (daN)	Cálc. %	Valor máxi. %	Temp. ºC
1- 2	F.Ópti OPGW48	A	3195,801	3195,801	2266,131	28,327	1600,000	2599,189	28,327	20	15
2- 3	F.Ópti OPGW48	A	3050,672	3050,672	2044,100	25,551	1600,000	2643,063	25,551	20	15
3- 4 4- 5	F.Ópti OPGW48	A	3179,665 3116,038	3116,038	1975,543	24,694	1600,000	2752,702	24,694	20	15
5- 6	F.Ópti OPGW48	A	3167,365	3167,365	2208,316	27,604	1600,000	2618,950	27,604	20	15
6- 7	F.Ópti OPGW48	A	3151,489	3151,489	1719,870	21,498	1600,000	3004,541	21,498	20	15
7- 8	F.Ópti OPGW48	A	3186,715	3186,715	1961,703	24,521	1600,000	2821,987	24,521	20	15
8- 9	F.Ópti OPGW48	A	3177,357	3177,357	2188,631	27,358	1600,000	2643,063	27,358	20	15
9- 10 10- 11	F.Ópti OPGW48	A	3194,602 3190,719	3190,719	2235,363	27,942	1600,000	2618,797	27,942	20	15
11- 12 12- 13 13- 14 14- 15	F.Ópti OPGW48	A	3190,725 3185,376 3152,060 3160,054	3152,060	1943,750	24,297	1600,000	2807,473	24,297	20	15
15- 16 16- 17	F.Ópti OPGW48	A	3164,046 3189,774	3164,046	1799,571	22,495	1600,000	2937,766	22,495	20	15
17- 18	F.Ópti OPGW48	A	3176,081	3176,081	2029,147	25,364	1600,000	2761,993	25,364	20	15
18- 19	F.Ópti OPGW48	A	3188,885	3188,885	2119,903	26,499	1600,000	2704,888	26,499	20	15
19- 20	F.Ópti OPGW48	A	3130,746	3130,746	1843,272	23,041	1600,000	2871,378	23,041	20	15
20- 21	F.Ópti OPGW48	A	3193,266	3193,266	2005,821	25,073	1600,000	2793,680	25,073	20	15
21- 22 22- 23	F.Ópti OPGW48	A	3143,122 3186,256	3143,122	1843,735	23,047	1600,000	2881,362	23,047	20	15

Tramo	Conductor	Zona	Tensión Máxima Menor		Cálculo E.D.S				E.D.S.		
			T0 (daN)	T0 (daN)	TºC (daN)	%E.D.S	Nueva TCD (daN)	Nueva T0 (daN)	Cálc. %	Valor máxi. %	Temp. ºC
23- 24 24- 25	F.Ópti OPGW48	A	3112,917 3088,298	3088,298	2306,716	28,834	1600,000	2459,793	28,834	20	15
25- 26	F.Ópti OPGW48	A	3110,293	3110,293	2534,862	31,686	1600,000	2228,532	31,686	20	15
26- 27 27- 28 28- 29	F.Ópti OPGW48	A	3154,442 3142,182 3174,539	3142,182	2089,728	26,122	1600,000	2687,811	26,122	20	15
29- 30	F.Ópti OPGW48	A	3100,826	3100,826	2517,491	31,469	1600,000	2239,234	31,469	20	15
30- 31	F.Ópti OPGW48	A	3181,408	3181,408	2578,431	32,230	1600,000	2272,311	32,230	20	15
31- 32	F.Ópti OPGW48	A	2866,838	2866,838	2260,326	28,254	1600,000	2252,858	28,254	20	15
32- 33	F.Ópti OPGW48	A	3191,685	3191,685	2654,658	33,183	1600,000	2171,814	33,183	20	15
33- 34	F.Ópti OPGW48	A	2987,004	2987,004	1945,783	24,322	1600,000	2664,203	24,322	20	15
34- 35 35- 36	F.Ópti OPGW48	A	3103,869 3168,500	3103,869	1767,957	22,099	1600,000	2915,498	22,099	20	15
36- 37	F.Ópti OPGW48	A	2745,210	2745,210	1831,735	22,897	1600,000	2534,811	22,897	20	15
37- 38	F.Ópti OPGW48	A	2889,978	2889,978	1899,349	23,742	1600,000	2614,049	23,742	20	15
38- 39 39- 40	F.Ópti OPGW48	A	3165,656 3142,597	3142,597	1614,894	20,186	1600,000	3121,559	20,186	20	15
40- 41 41- 42	F.Ópti OPGW48	A	3085,547 3187,042	3085,547	2063,146	25,789	1600,000	2659,020	25,789	20	15
42- 43 43- 44	F.Ópti OPGW48	A	3156,805 3183,981	3156,805	2020,928	25,262	1600,000	2752,183	25,262	20	15
44- 45	F.Ópti OPGW48	A	3189,581	3189,581	2108,945	26,362	1600,000	2713,643	26,362	20	15

Tramo	Conductor	Zona	Tensión Máxima Menor		Cálculo E.D.S				E.D.S.		
			T0 (daN)	T0 (daN)	TºC (daN)	%E.D.S	Nueva TCD (daN)	Nueva T0 (daN)	Cálc. %	Valor máxi. %	Temp. ºC
45- 46 46- 47	F.Ópti OPGW48	A	3173,896 3151,853	3151,853	1883,435	23,543	1600,000	2855,477	23,543	20	15
47- 48	F.Ópti OPGW48	A	3081,430	3081,430	1810,489	22,631	1600,000	2857,711	22,631	20	15
48- 49	F.Ópti OPGW48	B	3142,663	3142,663	1931,751	24,147	1760,000	2984,797	24,147	22	10
49- 50	F.Ópti OPGW48	B	3128,497	3128,497	1835,027	22,938	1760,000	3056,930	22,938	22	10
50- 51	F.Ópti OPGW48	A	3181,908	3181,908	2077,238	25,965	1600,000	2730,842	25,965	20	15
51- 52	F.Ópti OPGW48	A	2786,183	2786,183	2075,232	25,940	1600,000	2358,333	25,940	20	15
52- 53	F.Ópti OPGW48	A	3182,487	3182,487	1864,922	23,312	1600,000	2896,082	23,312	20	15
53- 54 54- 55	F.Ópti OPGW48	A	3153,440 3167,640	3153,440	2088,224	26,103	1600,000	2698,579	26,103	20	15
55- 56 56- 57	F.Ópti OPGW48	B	2900,189 3082,809	2900,189	1485,860	18,573			18,573	22	10
57- 58	F.Ópti OPGW48	A	3166,533	3166,533	2179,314	27,241	1600,000	2640,681	27,241	20	15
58- 59	F.Ópti OPGW48	A	3126,031	3126,031	1596,319	19,954			19,954	20	15
59- 60	F.Ópti OPGW48	A	3185,510	3185,510	2640,216	33,003	1600,000	2185,653	33,003	20	15
60- 61	F.Ópti OPGW48	A	3193,352	3193,352	2213,209	27,665	1600,000	2638,293	27,665	20	15
61- 62 62- 63 63- 64	F.Ópti OPGW48	A	3137,210 3150,974 3175,093	3137,210	2215,451	27,693	1600,000	2585,879	27,693	20	15
64- 65 65- 66	F.Ópti OPGW48	B	3103,074 3118,795	3103,074	1931,015	24,138	1760,000	2947,391	24,138	22	10
66- 67	F.Ópti OPGW48	A	3134,819	3134,819	2130,680	26,633	1600,000	2650,169	26,633	20	15

Tramo	Conductor	Zona	Tensión Máxima Menor		Cálculo E.D.S				E.D.S.		
			T0 (daN)	T0 (daN)	TºC (daN)	%E.D.S	Nueva TCD (daN)	Nueva T0 (daN)	Cálc. %	Valor máxi. %	Temp. ºC
67- 68	F.Ópti OPGW48	A	3126,318	3126,318	1723,567	21,545	1600,000	2978,508	21,545	20	15
68- 69 69- 70	F.Ópti OPGW48	B	2926,624 3054,259	2926,624	1561,844	19,523			19,523	22	10
70- 71 71- 72	F.Ópti OPGW48	B	3152,441 3189,377	3152,441	1561,899	19,524			19,524	22	10
72- 73	F.Ópti OPGW48	B	2724,519	2724,519	1904,196	23,802	1760,000	2593,281	23,802	22	10
73- 74	F.Ópti OPGW48	B	3115,853	3115,853	1892,725	23,659	1760,000	2993,024	23,659	22	10
74- 75	F.Ópti OPGW48	B	3191,840	3191,840	1868,486	23,356	1760,000	3087,597	23,356	22	10
75- 76	F.Ópti OPGW48	B	3147,250	3147,250	2147,932	26,849	1760,000	2803,987	26,849	22	10
76- 77 77- 78	F.Ópti OPGW48	B	2924,884 2940,087	2924,884	1982,311	24,779	1760,000	2726,920	24,779	22	10
78- 79	F.Ópti OPGW48	B	3053,981	3053,981	1512,917	18,911			18,911	22	10
79- 80	F.Ópti OPGW48	B	3183,916	3183,916	1807,457	22,593	1760,000	3136,798	22,593	22	10
80- 81 81- 82	F.Ópti OPGW48	B	2625,737 2772,378	2625,737	1706,746	21,334			21,334	22	10
82- 83 83- 84	F.Ópti OPGW48	B	3155,414 2929,715	2929,715	1661,875	20,773			20,773	22	10
84- 85	F.Ópti OPGW48	B	3026,175	3026,175	1623,280	20,291			20,291	22	10
85- 86 86- 87 87- 88	F.Ópti OPGW48	B	3156,554 3110,894 3048,170	3048,170	1690,378	21,130			21,130	22	10

Tramo	Conductor	Zona	Tensión Máxima Menor		Cálculo E.D.S				E.D.S.		
			T0 (daN)	T0 (daN)	TºC (daN)	%E.D.S	Nueva TCD (daN)	Nueva T0 (daN)	Cálc. %	Valor máxi. %	Temp. ºC
88- 89 89- 90	F.Ópti OPGW48	A	3162,125 3185,528	3162,125	2236,435	27,955	1600,000	2591,997	27,955	20	15
90- 91 91- 92 92- 93	F.Ópti OPGW48	B	3129,424 3183,306 3164,986	3129,424	1722,946	21,537			21,537	22	10
93- 94	F.Ópti OPGW48	B	3119,396	3119,396	1604,766	20,060			20,060	22	10
94- 95	F.Ópti OPGW48	B	3032,257	3032,257	1680,218	21,003			21,003	22	10
95- 96 96- 97	F.Ópti OPGW48	B	3008,108 3047,121	3008,108	2041,812	25,523	1760,000	2757,874	25,523	22	10
97- 98 98- 99	F.Ópti OPGW48	B	3091,236 3136,442	3091,236	1908,229	23,853	1760,000	2955,718	23,853	22	10
99-100	F.Ópti OPGW48	B	3135,005	3135,005	1578,273	19,728			19,728	22	10
100-101 101-102 102-103	F.Ópti OPGW48	B	3153,297 3184,816 3181,504	3153,297	1843,700	23,046	1760,000	3073,045	23,046	22	10
103-104	F.Ópti OPGW48	B	3063,285	3063,285	2013,846	25,173	1760,000	2837,407	25,173	22	10
104-105 105-106 106-107	F.Ópti OPGW48	B	3151,827 3106,817 3188,920	3106,817	1940,515	24,256	1760,000	2942,806	24,256	22	10
107-108 108-109	F.Ópti OPGW48	B	3141,816 3180,950	3141,816	1692,531	21,157			21,157	22	10

Tramo	Conductor	Zona	Tensión Máxima Menor		Cálculo E.D.S				E.D.S.		
			T0 (daN)	T0 (daN)	TºC (daN)	%E.D.S	Nueva TCD (daN)	Nueva T0 (daN)	Cálc. %	Valor máxi. %	Temp. ºC
109-110 110-111	F.Ópti OPGW48	B	3010,186 3028,779	3010,186	1984,461	24,806	1760,000	2810,514	24,806	22	10
111-112 112-113	F.Ópti OPGW48	B	3064,847 3059,175	3059,175	1766,411	22,080	1760,000	3053,002	22,080	22	10
113-114	F.Ópti OPGW48	B	3194,191	3194,191	2038,876	25,486	1760,000	2942,888	25,486	22	10
114-115	F.Ópti OPGW48	B	3181,047	3181,047	2284,520	28,556	1760,000	2714,122	28,556	22	10
115-116 116-117	F.Ópti OPGW48	B	3161,934 3184,204	3161,934	1829,909	22,874	1760,000	3094,151	22,874	22	10
117-118 118-119	F.Ópti OPGW48	B	3078,391 3106,597	3078,391	1797,158	22,464	1760,000	3042,937	22,464	22	10
119-120	F.Ópti OPGW48	C	2898,633	2898,633	977,841	12,223	1760,000		12,223	22	10
120-121 121-122 122-123	F.Ópti OPGW48	C	2860,530 3067,323 3030,483	2860,530	1161,372	14,517	1760,000		14,517	22	10
123-124	F.Ópti OPGW48	B	3183,568	3183,568	1885,191	23,565	1760,000	3064,678	23,565	22	10
124-125 125-126	F.Ópti OPGW48	B	2792,353 2791,161	2791,161	2007,835	25,098	1760,000	2563,385	25,098	22	10
126-127	F.Ópti OPGW48	B	2792,749	2792,749	1953,458	24,418	1760,000	2617,666	24,418	22	10
127-128 128-129	F.Ópti OPGW48	B	3114,073 3117,551	3114,073	1728,465	21,606			21,606	22	10
129-130	F.Ópti OPGW48	B	3179,570	3179,570	1649,733	20,622			20,622	22	10

Tramo	Conductor	Zona	Tensión Máxima Menor		Cálculo E.D.S				E.D.S.		
			T0 (daN)	T0 (daN)	TºC (daN)	%E.D.S	Nueva TCD (daN)	Nueva T0 (daN)	Cálc. %	Valor máxi. %	Temp. ºC
130-131 131-132	F.Ópti OPGW48	B	3173,759 3185,448	3173,759	1752,772	21,910			21,910	22	10
132-133 133-134	F.Ópti OPGW48	B	3163,908 3159,122	3159,122	1625,270	20,316			20,316	22	10
134-135	F.Ópti OPGW48	B	3165,503	3165,503	1886,172	23,577	1760,000	3046,517	23,577	22	10
135-136	F.Ópti OPGW48	B	3149,760	3149,760	2342,465	29,281	1760,000	2620,738	29,281	22	10
136-137 137-138 138-139	F.Ópti OPGW48	B	3157,191 3138,244 3187,077	3138,244	1795,313	22,441	1760,000	3103,653	22,441	22	10
139-140 140-141	F.Ópti OPGW48	B	3133,094 3165,911	3133,094	1756,615	21,958			21,958	22	10
141-142	F.Ópti OPGW48	B	3169,374	3169,374	1578,055	19,726			19,726	22	10
142-143	F.Ópti OPGW48	B	3144,526	3144,526	2313,137	28,914	1760,000	2645,461	28,914	22	10
143-144	F.Ópti OPGW48	B	3175,808	3175,808	1741,514	21,769			21,769	22	10
144-145 145-146	F.Ópti OPGW48	B	3163,440 3000,774	3000,774	2144,036	26,800	1760,000	2655,646	26,800	22	10
146-147	F.Ópti OPGW48	B	3156,204	3156,204	1648,597	20,607			20,607	22	10
147-148	F.Ópti OPGW48	B	3184,894	3184,894	1649,672	20,621			20,621	22	10
148-149	F.Ópti OPGW48	B	3109,460	3109,460	1573,075	19,663			19,663	22	10
149-150	F.Ópti OPGW48	B	3197,340	3197,340	2377,071	29,713	1760,000	2639,259	29,713	22	10
150-151	F.Ópti OPGW48	B	3132,787	3132,787	1513,288	18,916			18,916	22	10
151-152	F.Ópti OPGW48	B	2841,856	2841,856	1809,066	22,613	1760,000	2797,862	22,613	22	10

Tramo	Conductor	Zona	Tensión Máxima Menor		Cálculo E.D.S				E.D.S.		
			T0 (daN)	T0 (daN)	TºC (daN)	%E.D.S	Nueva TCD (daN)	Nueva T0 (daN)	Cálc. %	Valor máxi. %	Temp. ºC
152-153	F.Ópti OPGW48	B	3036,037	3036,037	1962,097	24,526	1760,000	2855,425	24,526	22	10
153-154	F.Ópti OPGW48	B	3141,218	3141,218	1530,670	19,133			19,133	22	10
154-155 155-156 156-157	F.Ópti OPGW48	B	2811,581 3181,759 2780,975	2780,975	1568,211	19,603			19,603	22	10
157-158	F.Ópti OPGW48	B	3044,448	3044,448	1766,063	22,076	1760,000	3038,644	22,076	22	10
158-159	F.Ópti OPGW48	B	3194,665	3194,665	2273,477	28,418	1760,000	2739,088	28,418	22	10
159-160 160-161 161-162 162-163	F.Ópti OPGW48	B	3161,600 3142,439 3178,550 3166,098	3142,439	1580,276	19,753			19,753	22	10
163-164 164-165	F.Ópti OPGW48	B	3190,272 3189,788	3189,788	1980,993	24,762	1760,000	2987,545	24,762	22	10
165-166 166-167	F.Ópti OPGW48	B	3181,841 3167,760	3167,760	1939,981	24,250	1760,000	3001,669	24,250	22	10
167-168 168-169	F.Ópti OPGW48	B	3189,013 3176,505	3176,505	2061,984	25,775	1760,000	2906,483	25,775	22	10
169-170 170-171 171-172 172-173	F.Ópti OPGW48	B	3193,601 3194,941 3192,364 3190,503	3190,503	1922,915	24,036	1760,000	3038,075	24,036	22	10
173-174 174-175	F.Ópti OPGW48	B	3194,091 3187,917	3187,917	1781,787	22,272	1760,000	3165,856	22,272	22	10

Tramo	Conductor	Zona	Cálculo T.H.F			T.H.F.	
			TºC (daN)	Nueva TCD (daN)	Nueva T0 (daN)	Cálc. %	Temp ºC
1- 2	F.Ópti OPGW48	A	1913,848	1800,000	2509,987	23,923	-5
2- 3	F.Ópti OPGW48	A	1892,954	1800,000	2569,282	23,662	-5
3- 4 4- 5	F.Ópti OPGW48	A	1840,504	1800,000	2718,796	23,006	-5
5- 6	F.Ópti OPGW48	A	1904,468	1800,000	2536,668	23,806	-5
6- 7	F.Ópti OPGW48	A	1731,065	1800,000		21,638	-5
7- 8	F.Ópti OPGW48	A	1808,191	1800,000	2814,793	22,602	-5
8- 9	F.Ópti OPGW48	A	1892,954	1800,000	2569,282	23,662	-5
9- 10 10- 11	F.Ópti OPGW48	A	1904,541	1800,000	2536,462	23,807	-5
11- 12 12- 13 13- 14 14- 15	F.Ópti OPGW48	A	1814,862	1800,000	2794,560	22,686	-5
15- 16 16- 17	F.Ópti OPGW48	A	1757,614	1800,000		21,970	-5
17- 18	F.Ópti OPGW48	A	1836,110	1800,000	2731,588	22,951	-5
18- 19	F.Ópti OPGW48	A	1863,303	1800,000	2653,297	23,291	-5
19- 20	F.Ópti OPGW48	A	1785,991	1800,000		22,325	-5
20- 21	F.Ópti OPGW48	A	1821,255	1800,000	2775,397	22,766	-5
21- 22 22- 23	F.Ópti OPGW48	A	1781,609	1800,000		22,270	-5
23- 24 24- 25	F.Ópti OPGW48	A	1977,218	1800,000	2322,075	24,715	-5
25- 26	F.Ópti OPGW48	A	2063,287	1800,000	2001,039	25,791	-5
26- 27 27- 28 28- 29	F.Ópti OPGW48	A	1871,492	1800,000	2630,023	23,394	-5
29- 30	F.Ópti OPGW48	A	2059,954	1800,000	2016,562	25,749	-5
30- 31	F.Ópti OPGW48	A	2049,237	1800,000	2063,928	25,615	-5
31- 32	F.Ópti OPGW48	A	2055,616	1800,000	2036,177	25,695	-5
32- 33	F.Ópti OPGW48	A	2079,847	1800,000	1916,692	25,998	-5
33- 34	F.Ópti OPGW48	A	1882,822	1800,000	2597,938	23,535	-5
34- 35 35- 36	F.Ópti OPGW48	A	1766,925	1800,000		22,087	-5
36- 37	F.Ópti OPGW48	A	1943,855	1800,000	2423,231	24,298	-5
37- 38	F.Ópti OPGW48	A	1906,800	1800,000	2530,047	23,835	-5

Tramo	Conductor	Zona	Cálculo T.H.F			T.H.F.	
			TºC (daN)	Nueva TCD (daN)	Nueva T0 (daN)	Cálc. %	Temp ºC
38- 39 39- 40	F.Ópti OPGW48	A	1689,881	1800,000		21,124	-5
40- 41 41- 42	F.Ópti OPGW48	A	1885,308	1800,000	2590,905	23,566	-5
42- 43 43- 44	F.Ópti OPGW48	A	1840,750	1800,000	2718,082	23,009	-5
44- 45	F.Ópti OPGW48	A	1859,111	1800,000	2665,251	23,239	-5
45- 46 46- 47	F.Ópti OPGW48	A	1793,047	1800,000		22,413	-5
47- 48	F.Ópti OPGW48	A	1792,050	1800,000		22,401	-5
48- 49	F.Ópti OPGW48	B	2169,282	1800,000	2700,829	27,116	-15
49- 50	F.Ópti OPGW48	B	2134,972	1800,000	2793,658	26,687	-15
50- 51	F.Ópti OPGW48	A	1850,895	1800,000	2688,784	23,136	-5
51- 52	F.Ópti OPGW48	A	2018,473	1800,000	2183,937	25,231	-5
52- 53	F.Ópti OPGW48	A	1775,218	1800,000		22,190	-5
53- 54 54- 55	F.Ópti OPGW48	A	1866,327	1800,000	2644,692	23,329	-5
55- 56 56- 57	F.Ópti OPGW48	B	1708,293	1800,000		21,354	-15
57- 58	F.Ópti OPGW48	A	1894,094	1800,000	2566,057	23,676	-5
58- 59	F.Ópti OPGW48	A	1682,570	1800,000		21,032	-5
59- 60	F.Ópti OPGW48	A	2075,977	1800,000	1937,643	25,950	-5
60- 61	F.Ópti OPGW48	A	1895,236	1800,000	2562,824	23,690	-5
61- 62 62- 63 63- 64	F.Ópti OPGW48	A	1920,129	1800,000	2492,034	24,002	-5
64- 65 65- 66	F.Ópti OPGW48	B	2186,692	1800,000	2652,310	27,334	-15
66- 67	F.Ópti OPGW48	A	1889,551	1800,000	2578,907	23,619	-5
67- 68	F.Ópti OPGW48	A	1741,162	1800,000		21,765	-5
68- 69 69- 70	F.Ópti OPGW48	B	1841,678	1800,000	2891,611	23,021	-15
70- 71 71- 72	F.Ópti OPGW48	B	1727,084	1800,000		21,589	-15
72- 73	F.Ópti OPGW48	B	2326,904	1800,000	2164,597	29,086	-15
73- 74	F.Ópti OPGW48	B	2165,413	1800,000	2711,461	27,068	-15
74- 75	F.Ópti OPGW48	B	2120,199	1800,000	2832,894	26,502	-15

Tramo	Conductor	Zona	Cálculo T.H.F			T.H.F.	
			TºC (daN)	Nueva TCD (daN)	Nueva T0 (daN)	Cálc. %	Temp ºC
75- 76	F.Ópti OPGW48	B	2249,617	1800,000	2462,703	28,120	-15
76- 77 77- 78	F.Ópti OPGW48	B	2280,213	1800,000	2357,319	28,503	-15
78- 79	F.Ópti OPGW48	B	1681,421	1800,000		21,018	-15
79- 80	F.Ópti OPGW48	B	2096,419	1800,000	2895,632	26,205	-15
80- 81 81- 82	F.Ópti OPGW48	B	2240,187	1800,000	2282,330	28,002	-15
82- 83 83- 84	F.Ópti OPGW48	B	2026,187	1800,000	2752,370	25,327	-15
84- 85	F.Ópti OPGW48	B	1904,338	1800,000	2937,642	23,804	-15
85- 86 86- 87 87- 88	F.Ópti OPGW48	B	2016,382	1800,000	2872,004	25,205	-15
88- 89 89- 90	F.Ópti OPGW48	A	1917,247	1800,000	2500,284	23,966	-5
90- 91 91- 92 92- 93	F.Ópti OPGW48	B	2034,239	1800,000	2934,599	25,428	-15
93- 94	F.Ópti OPGW48	B	1822,148	1800,000	3098,700	22,777	-15
94- 95	F.Ópti OPGW48	B	2006,135	1800,000	2864,671	25,077	-15
95- 96 96- 97	F.Ópti OPGW48	B	2268,230	1800,000	2400,028	28,353	-15
97- 98 98- 99	F.Ópti OPGW48	B	2182,845	1800,000	2663,137	27,286	-15
99-100	F.Ópti OPGW48	B	1765,351	1800,000		22,067	-15
100-101 101-102 102-103	F.Ópti OPGW48	B	2127,218	1800,000	2814,290	26,590	-15
103-104	F.Ópti OPGW48	B	2235,592	1800,000	2507,523	27,945	-15
104-105 105-106 106-107	F.Ópti OPGW48	B	2188,802	1800,000	2646,343	27,360	-15
107-108 108-109	F.Ópti OPGW48	B	1973,111	1800,000	2992,884	24,664	-15

Tramo	Conductor	Zona	Cálculo T.H.F			T.H.F.	
			TºC (daN)	Nueva TCD (daN)	Nueva T0 (daN)	Cálc. %	Temp ºC
109-110 110-111	F.Ópti OPGW48	B	2246,912	1800,000	2471,493	28,086	-15
111-112 112-113	F.Ópti OPGW48	B	2136,859	1800,000	2788,623	26,711	-15 -15
113-114	F.Ópti OPGW48	B	2188,765	1800,000	2646,449	27,360	-15
114-115	F.Ópti OPGW48	B	2285,044	1800,000	2339,488	28,563	-15
115-116 116-117	F.Ópti OPGW48	B	2117,035	1800,000	2841,265	26,463	-15
117-118 118-119	F.Ópti OPGW48	B	2141,686	1800,000	2775,714	26,771	-15
119-120	F.Ópti OPGW48	C	1131,741	1800,000		14,147	-20
120-121 121-122 122-123	F.Ópti OPGW48	C	1552,284	1800,000		19,404	-20
123-124	F.Ópti OPGW48	B	2131,247	1800,000	2803,581	26,641	-15
124-125 125-126	F.Ópti OPGW48	B	2336,188	1800,000	2118,895	29,202	-15
126-127	F.Ópti OPGW48	B	2319,013	1800,000	2201,032	28,988	-15
127-128 128-129	F.Ópti OPGW48	B	2051,694	1800,000	2907,368	25,646	-15
129-130	F.Ópti OPGW48	B	1876,245	1800,000	3108,745	23,453	-15
130-131 131-132	F.Ópti OPGW48	B	2065,789	1800,000	2952,063	25,822	-15
132-133 133-134	F.Ópti OPGW48	B	1840,965	1800,000	3120,526	23,012	-15
134-135	F.Ópti OPGW48	B	2139,970	1800,000	2780,307	26,750	-15
135-136	F.Ópti OPGW48	B	2317,999	1800,000	2205,575	28,975	-15
136-137 137-138 138-139	F.Ópti OPGW48	B	2112,443	1800,000	2853,394	26,406	-15
139-140 140-141	F.Ópti OPGW48	B	2092,261	1800,000	2895,236	26,153	-15
141-142	F.Ópti OPGW48	B	1749,146	1800,000		21,864	-15
142-143	F.Ópti OPGW48	B	2309,673	1800,000	2241,774	28,871	-15
143-144	F.Ópti OPGW48	B	2044,765	1800,000	2969,588	25,560	-15
144-145 145-146	F.Ópti OPGW48	B	2306,159	1800,000	2256,515	28,827	-15

Tramo	Conductor	Zona	Cálculo T.H.F			T.H.F.	
			TºC (daN)	Nueva TCD (daN)	Nueva T0 (daN)	Cálc. %	Temp ºC
146-147	F.Ópti OPGW48	B	1885,440	1800,000	3078,293	23,568	-15
147-148	F.Ópti OPGW48	B	1873,592	1800,000	3116,209	23,420	-15
148-149	F.Ópti OPGW48	B	1767,802	1800,000		22,098	-15
149-150	F.Ópti OPGW48	B	2311,789	1800,000	2232,750	28,897	-15
150-151	F.Ópti OPGW48	B	1646,683	1800,000		20,584	-15
151-152	F.Ópti OPGW48	B	2252,140	1800,000	2454,436	28,152	-15
152-153	F.Ópti OPGW48	B	2227,855	1800,000	2531,507	27,848	-15
153-154	F.Ópti OPGW48	B	1674,777	1800,000		20,935	-15
154-155 155-156 156-157	F.Ópti OPGW48	B	1935,975	1800,000	2675,599	24,200	-15
157-158	F.Ópti OPGW48	B	2143,741	1800,000	2770,203	26,797	-15
158-159	F.Ópti OPGW48	B	2275,553	1800,000	2374,174	28,444	-15
159-160 160-161 161-162 162-163	F.Ópti OPGW48	B	1765,587	1800,000		22,070	-15
163-164 164-165	F.Ópti OPGW48	B	2167,991	1800,000	2704,382	27,100	-15
165-166 166-167	F.Ópti OPGW48	B	2161,333	1800,000	2722,619	27,017	-15
167-168 168-169	F.Ópti OPGW48	B	2205,322	1800,000	2598,874	27,567	-15
169-170 170-171 171-172 172-173	F.Ópti OPGW48	B	2144,013	1800,000	2769,472	26,800	-15
173-174 174-175	F.Ópti OPGW48	B	2082,394	1800,000	2932,591	26,030	-15

2.1.3.c. Constante de catenaria para trazado de la línea

La constante de la catenaria viene definida por la siguiente expresión.

$$C = \frac{T\ (daN)}{p\left(\frac{daN}{m}\right)}\ (\mathbf{19})$$

Donde:

T es la componente horizontal en las condiciones finales de cálculo (daN);

p es el peso del conductor en la hipótesis de cálculo (daN/m).

Para el trazado de la línea se deberá utilizar la curva catenaria que produzca las flechas verticales máximas. Según ITC-LAT-07, dichas flechas máximas se determinarán en las siguientes hipótesis:

- Hipótesis de viento. Conductores sometidos a la acción de su peso propio y a una sobrecarga de viento de 140km/h a la temperatura de +15ºC.
- Hipótesis de temperatura. Conductores sometidos a la acción de su peso propio a la temperatura máxima previsible. En nuestro caso 85ºC.
- Hipótesis de hielo. Conductores sometidos a la acción de su peso propio y a la sobrecarga de hielo correspondiente a la zona a la temperatura de 0ºC.

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

$$C = \frac{T_{50ºC}(daN)}{p_{conductor}(daN/m\ )}\ (\mathbf{20})$$

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

$$C = \frac{T_{0ªC+hielo}(daN)}{p_{Hielo}(daN/m\ )}\ (\mathbf{21})$$

Se escogerá la menor constante de las hipótesis anteriores, que por otra parte será la que produzca una curva más vertical, o más cerrada, que origina unas flechas máximas mayores y tensiones menores.

2.1.3.d. Cambio de condiciones

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

$$\delta * a * (t - t_0) + \frac{a}{S * E} * (T - T_0) = \frac{a^3}{24} * \left(\frac{p^2}{T^2} - \frac{p_0^2}{T_0^2}\right) \ (\mathbf{22})$$

Donde:

δ es el coeficiente de dilatación lineal (ºC^{-1});

a es el vano de regulación (m);

t es la temperatura en las condiciones finales de cálculo de la tensión (ºC);

t_0 es la temperatura correspondiente a la zona de cálculo (ºC);

S es la sección del conductor (mm^2);

E es el módulo de elasticidad (daN/mm^2);

T_0 es la componente horizontal máxima (daN);

p es el peso del conductor (daN/m);

p_0 es la sobrecarga correspondiente a las condiciones iniciales (daN/m).

Operando con la ecuación de cambio de condiciones se puede obtener otra ecuación que permita el cálculo de la tensión buscada, como resultado se obtiene la siguiente ecuación:

$$T^2 * (T + A) = B \ (\mathbf{23})$$

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

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

$$B = \frac{a^2 * p^2}{24} * S * E \ (\mathbf{25})$$

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

2.1.3.e. Cálculo de flechas

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

$$C * \cosh\frac{X}{C} \quad (\mathbf{26})$$

Donde:

X es la longitud (m);

C es la constante de la catenaria.

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

$$f = \frac{p * a * b}{8 * T} * \left(1 + \frac{p^2 * a^2}{48 * T^2}\right) \quad (\mathbf{27})$$

Donde:

f es el valor de la flecha (m);

p es el peso del conductor en la hipótesis de cálculo (daN/m);

a es la longitud proyectada del vano (m);

b es la longitud real del vano (m).

2.1.3.f. Tabla de tensiones y flechas reglamentarias

En este apartado, se muestran las tensiones máximas calculadas. Se han calculado con las condiciones de las hipótesis que limitan la tracción máxima admisible que según la ITC-RAT-07 son las que se muestran en la siguiente tabla.

ZONA A			
Hipótesis	Temperatura (ºC)	Sobrecarga Viento	Sobrecarga hielo
Tracción máxima viento	-5	Según el apartado 3.1.2 Mínimo 120 ó 140 km/h según la tensión de línea	No se aplica
ZONA B			
Hipótesis	Temperatura (ºC)	Sobrecarga Viento	Sobrecarga hielo
Tracción máxima viento	-10	Según el apartado 3.1.2 Mínimo 120 ó 140 km/h según la tensión de línea	No se aplica
Tracción máxima de hielo	-15	No se aplica	Según el apartado 3.1.3
Tracción máxima hielo + viento (1)	-15	Según el apartado 3.1.2 Mínimo 60 km/h	Según el apartado 3.1.3.
ZONA C			
Hipótesis	Temperatura (ºC)	Sobrecarga Viento	Sobrecarga hielo
Tracción máxima viento	-15	Según el apartado 3.1.2 Mínimo 120 ó 140 km/h según la tensión de línea	No se aplica
Tracción máxima de hielo	-20	No se aplica	Según el apartado 3.1.3
Tracción máxima hielo + viento (1)	-20	Según el apartado 3.1.2 Mínimo 60 km/h	Según el apartado 3.1.3.

Se muestra también las flechas máximas de los conductores y cables de tierra, según la ITC-RAT-07 se da en las siguientes hipótesis:

- Hipótesis de viento. Conductores sometidos a la acción de su peso propio y a una sobrecarga de viento de 140km/h a la temperatura de +15ºC.

- Hipótesis de temperatura. Conductores sometidos a la acción de su peso propio a la temperatura máxima previsible. En nuestro caso 85ºC.

- Hipótesis de hielo. Conductores sometidos a la acción de su peso propio y a la sobrecarga de hielo correspondiente a la zona a la temperatura de 0ºC.

A continuación se muestra las tablas de tensiones y flechas reglamentarias de cada vano de regulación. También se pueden ver las tablas de la constante de catenaria del conductor de fase y de tierra.

Tramo	Conductor	Zona	Tensiones y Flechas									
			T.máxima viento	T.máxima hielo	T.máxima hielo+viento	T.Viento 1/2 (120km/h)	Tensión 15ºC+V (120km/h)		Tensión 0ºC+H		Tensión 85ºC	
			T (daN)	T (daN)	T (daN)	T (daN)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
1- 2	LA-180	A	2067,619	-	-	1564,755	1618,775	3,954	-	-	743,356	5,194
2- 3	LA-180	A	2114,155	-	-	1575,401	1662,029	4,673	-	-	780,998	6,000
3- 4	LA-180	A	2228,214	-	-	1600,909	1766,290	7,865	-	-	872,299	9,608
4- 5								4,033				4,926
5- 6	LA-180	A	2088,650	-	-	1569,579	1638,379	4,221	-	-	760,400	5,486
6- 7	LA-180	A	2406,742	-		1585,987	1927,402	13,712	-	-	1040,914	15,316
7- 8	LA-180	A	2298,941	-	-	1616,121	1829,800	7,633	-	-	928,371	9,076
8- 9	LA-180	A	2114,155	-	-	1575,401	1662,029	4,531	-	-	780,998	5,816
9- 10	LA-180	A	2088,488	-	-	1569,542	1638,228	5,068	-	-	760,269	6,588
10- 11								3,088				4,014
11- 12	LA-180	A	2284,200	-	-	1612,996	1816,631	4,759	-	-	916,714	5,688
12- 13				-				4,282				5,118
13- 14				-				6,839				8,176
14- 15				-				11,292				13,501
15- 16	LA-180	A	2370,085	-	-	1597,498	1894,552	13,361	-	-	1001,924	15,241
16- 17								7,888				8,997
17- 18	LA-180	A	2237,753	-	-	1602,991	1774,904	6,424	-	-	879,883	7,817
18- 19	LA-180	A	2178,827	-	-	1589,990	1721,436	5,431	-	-	832,914	6,772
19- 20	LA-180	A	2332,181	-	-	1610,135	1860,093	8,966	-	-	961,333	10,465
20- 21	LA-180	A	2270,156	-	-	1609,996	1804,052	7,029	-	-	905,594	8,447
21- 22	LA-180	A	2337,973	-	-	1608,158	1865,391	7,636	-	-	967,557	8,880
22- 23								10,514				12,229

Tramo	Conductor	Zona	Tensiones y Flechas									
			T.máxima viento	T.máxima hielo	T.máxima hielo+viento	T.Viento 1/2 (120km/h)	Tensión 15ºC+V (120km/h)		Tensión 0ºC+H		Tensión 85ºC	
			T (daN)	T (daN)	T (daN)	T (daN)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
23- 24	LA-180	A	1915,178	-	-	1529,631	1473,564	3,282	-	-	617,699	4,724
24- 25								1,403				2,018
25- 26	LA-180	A	1634,488	-	-	1469,529	1182,462	0,799	-	-	363,712	1,567
26- 27	LA-180	A	2161,060	-	-	1586,011	1705,194	3,115	-	-	818,693	3,914
27- 28								5,788				7,273
28- 29								6,099				7,664
29- 30	LA-180	A	1648,813	-	-	1472,283	1198,610	0,869	-	-	378,227	1,662
30- 31	LA-180	A	1691,953	-	-	1480,841	1246,063	1,061	-	-	420,355	1,897
31- 32	LA-180	A	1666,778	-	-	1475,801	1218,572	1,031	-	-	396,034	1,913
32- 33	LA-180	A	1554,746	-	-	1455,105	1087,681	0,440	-	-	275,282	1,048
33- 34	LA-180	A	2136,380	-	-	1580,446	1682,534	5,065	-	-	798,887	6,435
34- 35	LA-180	A	2357,532	-	-	1601,603	1883,195	7,209	-	-	988,516	8,284
35- 36								12,573				14,450
36- 37	LA-180	A	1998,192	-	-	1548,750	1553,367	3,669	-	-	686,646	5,007
37- 38	LA-180	A	2083,445	-	-	1568,387	1633,536	4,487	-	-	756,187	5,848
38- 39	LA-180	A	2467,315	-	-	1568,577	1980,684	24,239	-	-	1104,965	26,212
39- 40								16,777				18,141
40- 41	LA-180	A	2130,941	-	-	1579,215	1677,526	2,999	-	-	794,514	3,819
41- 42								6,010				7,656
42- 43	LA-180	A	2227,680	-	-	1600,792	1765,807	8,348	-	-	871,875	10,201
43- 44								2,145				2,620
44- 45	LA-180	A	2187,908	-	-	1592,014	1729,716	5,572	-	-	840,172	6,920

Tramo	Conductor	Zona	Tensiones y Flechas									
			T.máxima viento	T.máxima hielo	T.máxima hielo+viento	T.Viento 1/2 (120km/h)	Tensión 15ºC+V (120km/h)		Tensión 0ºC+H		Tensión 85ºC	
			T (daN)	T (daN)	T (daN)	T (daN)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
45- 46 46- 47	LA-180	A	2322,891	-	-	1613,339	1851,570	4,831 10,922	-	-	951,332	5,671 12,824
47- 48	LA-180	A	2324,201	-	-	1612,885	1852,773	8,688	-	-	952,744	10,192
48- 49	LA-180	B	2074,907	2175,547	2250,199	1519,342	1587,471	5,026	2020,920	5,092	758,658	6,345
49- 50	LA-180	B	2142,054	2242,800	2323,660	1539,319	1651,394	5,995	2098,401	6,084	810,071	7,373
50- 51	LA-180	A	2205,697		-	1595,958	1745,893	5,864	-	-	854,368	7,229
51- 52	LA-180	A	1797,964		-	1503,274	1357,059	1,874	-	-	517,106	2,967
52- 53	LA-180	A	2346,454		-	1605,292	1873,128	9,605	-	-	976,656	11,113
53- 54 54- 55	LA-180	A	2172,271		-	1588,525	1715,450	5,569 5,137	-	-	827,670	6,963 6,423
55- 56 56- 57	LA-180	B	2109,347	2204,238	2297,398	1419,654	1643,930	5,179 11,886	2097,251	5,234 12,015	852,701	6,022 13,826
57- 58	LA-180	A	2111,643		-	1574,830	1659,706	4,506	-	-	778,972	5,792
58- 59	LA-180	A	2472,147		-	1567,277	1984,880	21,712	-	-	1110,061	23,420
59- 60	LA-180	A	1574,884		-	1458,594	1112,554	0,522	-	-	299,204	1,172
60- 61	LA-180	A	2109,123		-	1574,255	1657,373	4,455	-	-	776,940	5,733
61- 62 62- 63 63- 64	LA-180	A	2053,384		-	1561,482	1605,453	5,481 3,243 0,947	-	-	731,786	7,255 4,292 1,252
64- 65 65- 66	LA-180	B	2039,137	2139,796	2211,201	1508,528	1553,113	5,940 2,628	1979,624	6,009 2,659	731,254	7,611 3,367
66- 67	LA-180	A	2121,639		-	1577,104	1668,945	4,668	-	-	787,028	5,972

Tramo	Conductor	Zona	Tensiones y Flechas									
			T.máxima viento	T.máxima hielo	T.máxima hielo+viento	T.Viento 1/2 (120km/h)	Tensión 15ºC+V (120km/h)		Tensión 0ºC+H		Tensión 85ºC	
			T (daN)	T (daN)	T (daN)	T (daN)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
67- 68	LA-180	A	2392,628		-	1590,333	1914,808	12,616	-	-	1025,928	14,205
68- 69	LA-180	B	2129,267	2227,060	2314,658	1477,006	1651,299	8,007	2102,465	8,109	835,119	9,551
69- 70								7,387		7,482		8,811
70- 71	LA-180	B	2294,790	2392,514	2501,337	1497,465	1809,871	17,230	2304,432	17,451	979,038	19,217
71- 72								9,236		9,355		10,299
72- 73	LA-180	B	1651,746	1757,673	1794,745	1390,556	1159,695	1,705	1524,619	1,672	429,267	2,779
73- 74	LA-180	B	2082,684	2183,327	2258,689	1521,678	1594,912	5,158	2029,895	5,226	764,614	6,490
74- 75	LA-180	B	2169,925	2270,766	2354,253	1547,466	1677,724	6,366	2130,566	6,465	831,407	7,750
75- 76	LA-180	B	1894,826	1996,201	2054,794	1464,167	1411,927	3,109	1812,439	3,123	620,359	4,269
76- 77	LA-180	B	1811,356	1913,718	1964,998	1438,409	1327,890	3,327	1714,883	3,322	555,688	4,796
77- 78								1,548		1,546		2,231
78- 79	LA-180	B	2215,862	2311,365	2416,201	1447,504	1743,238	13,081	2222,647	13,230	936,893	14,683
79- 80	LA-180	B	2213,858	2314,905	2402,601	1560,109	1719,001	7,140	2181,297	7,256	865,041	8,559
80- 81	LA-180	B	1750,405	1853,830	1899,747	1419,815	1265,046	3,179	1642,956	3,157	507,985	4,777
81- 82								0,793		0,787		1,190
82- 83	LA-180	B	2112,399	2213,076	2291,174	1530,553	1623,250	7,294	2064,183	7,397	787,367	9,073
83- 84								2,444		2,478		3,038
84- 85	LA-180	B	2207,297	2307,140	2397,714	1532,803	1717,656	8,098	2181,842	8,221	874,837	9,591
85- 86	LA-180	B	2197,404	2298,366	2384,476	1555,404	1703,573	4,589	2162,292	4,663	852,444	5,532
86- 87								9,487		9,639		11,439
87- 88								5,791		5,884		6,982

Tramo	Conductor	Zona	Tensiones y Flechas									
			T.máxima viento	T.máxima hielo	T.máxima hielo+viento	T.Viento 1/2 (120km/h)	Tensión 15ºC+V (120km/h)		Tensión 0ºC+H		Tensión 85ºC	
			T (daN)	T (daN)	T (daN)	T (daN)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
88- 89	LA-180	A	2059,934		-	1562,989	1611,588	2,868	-	-	737,113	3,783
89- 90								4,665				6,153
90- 91			2240,751	2341,956	2432,275	1567,719	1744,137	7,635	2212,378	7,762	885,633	9,071
91- 92	LA-180	B						6,529		6,638		7,757
92- 93								8,748		8,894		10,394
93- 94	LA-180	B	2274,979	2374,183	2475,261	1527,070	1785,052	10,746	2268,653	10,904	941,566	12,290
94- 95	LA-180	B	2192,275	2293,212	2378,830	1553,929	1698,756	6,979	2156,368	7,090	848,516	8,429
95- 96	LA-180	B	1845,480	1947,379	2001,648	1448,916	1362,498	3,384	1754,875	3,388	582,198	4,778
96- 97								2,052		2,054		2,897
97- 98	LA-180	B	2047,159	2147,809	2219,939	1510,962	1560,838	6,300	1988,888	6,376	737,402	8,046
98- 99								1,673		1,693		2,136
99-100	LA-180	B	2277,045	2375,061	2480,355	1502,241	1791,763	12,344	2280,097	12,509	959,103	13,912
100-101			2156,748	2257,540	2339,781	1543,626	1665,290	6,995	2115,357	7,101	821,319	8,556
101-102	LA-180	B						3,429		3,481		4,194
102-103								7,220		7,329		8,831
103-104	LA-180	B	1929,602	2030,701	2092,351	1474,919	1446,373	3,477	1852,855	3,500	647,157	4,688
104-105			2034,705	2135,371	2206,375	1507,181	1548,840	2,143	1974,505	2,167	727,857	2,750
105-106	LA-180	B						5,965		6,034		7,658
106-107								4,484		4,536		5,756
107-108	LA-180	B	2280,406	2381,888	2476,142	1578,748	1781,029	8,194	2258,262	8,334	916,007	9,611
108-109								8,860		9,011		10,392

Tramo	Conductor	Zona	Tensiones y Flechas									
			T.máxima viento	T.máxima hielo	T.máxima hielo+viento	T.Viento 1/2 (120km/h)	Tensión 15ºC+V (120km/h)		Tensión 0ºC+H		Tensión 85ºC	
			T (daN)	T (daN)	T (daN)	T (daN)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
109-110	LA-180	B	1901,679	2002,994	2062,189	1466,286	1418,739	4,377	1820,412	4,399	625,645	5,989
110-111								1,117		1,123		1,528
111-112	LA-180	B	2138,456	2239,192	2319,715	1538,261	1647,987	4,493	2094,249	4,560	807,316	5,533
112-113								7,244		7,351		8,921
113-114	LA-180	B	2034,784	2135,450	2206,462	1507,206	1548,917	4,484	1974,597	4,536	727,918	5,756
114-115	LA-180	B	1796,986	1899,570	1949,589	1434,002	1313,199	2,325	1697,987	2,319	544,486	3,383
115-116	LA-180	B	2175,832	2276,697	2360,745	1549,180	1683,289	6,280	2137,385	6,378	835,929	7,629
116-117								6,672		6,775		8,104
117-118	LA-180	B	2129,207	2229,919	2309,578	1535,533	1639,218	7,803	2083,577	7,916	800,235	9,643
118-119								2,134		2,165		2,636
119-120	LA-180	C	1500,995	2205,571	2285,068	955,453	1139,242	8,528	2097,780	9,153	593,623	9,874
120-121	LA-180	C	1592,399	2197,789	2262,348	1126,190	1153,410	4,326	2023,407	4,873	537,658	5,599
121-122								3,782		4,260		4,895
122-123								4,036		4,547		5,224
123-124	LA-180	B	2149,132	2249,899	2331,423	1541,397	1658,091	6,037	2106,568	6,128	815,489	7,405
124-125	LA-180	B	1612,323	1719,587	1753,022	1379,297	1115,908	0,827	1476,391	0,806	396,990	1,402
125-126								1,774		1,729		3,009
126-127	LA-180	B	1682,700	1787,723	1827,602	1399,589	1193,326	1,807	1562,064	1,780	454,230	2,864
127-128	LA-180	B	2221,990	2323,082	2411,567	1562,421	1726,612	9,629	2190,692	9,787	871,267	11,513
128-129								3,801		3,863		4,543
129-130	LA-180	B	2327,358	2428,389	2530,392	1571,426	1827,850	10,620	2319,314	10,794	963,629	12,153

Tramo	Conductor	Zona	Tensiones y Flechas									
			T.máxima viento	T.máxima hielo	T.máxima hielo+viento	T.Viento 1/2 (120km/h)	Tensión 15ºC+V (120km/h)		Tensión 0ºC+H		Tensión 85ºC	
			T (daN)	T (daN)	T (daN)	T (daN)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
130-131	LA-180	B	2252,704	2353,988	2445,484	1571,069	1755,279	7,190	2226,202	7,310	894,788	8,508
131-132								8,568		8,711		10,139
132-133	LA-180	B	2306,980	2407,020	2509,651	1547,680	1812,323	8,120	2301,806	8,244	958,891	9,257
133-134								13,264		13,468		15,125
134-135	LA-180	B	2132,501	2233,222	2313,188	1536,506	1642,343	5,800	2087,378	5,885	802,758	7,159
135-136	LA-180	B	1686,531	1791,450	1831,675	1400,718	1197,448	1,640	1566,676	1,617	457,300	2,591
136-137	LA-180	B	2184,367	2285,268	2370,129	1551,650	1691,322	6,392	2147,237	6,493	842,462	7,741
137-138								7,411		7,528		8,976
138-139								6,048		6,144		7,325
139-140	LA-180	B	2213,584	2314,629	2402,299	1560,031	1718,744	9,416	2180,980	9,569	864,831	11,290
140-141								3,570		3,628		4,280
141-142	LA-180	B	2312,035	2410,537	2519,222	1514,443	1823,282	13,550	2320,041	13,732	984,332	15,141
142-143	LA-180	B	1716,854	1821,010	1863,950	1409,722	1229,791	1,821	1603,024	1,802	481,471	2,807
143-144	LA-180	B	2264,638	2366,004	2458,683	1574,391	1766,384	8,165	2240,009	8,303	903,928	9,626
144-145	LA-180	B	1729,099	1832,975	1877,004	1413,391	1242,718	1,203	1617,630	1,192	491,173	1,837
145-146								2,480		2,456		3,785
146-147	LA-180	B	2307,912	2408,765	2508,724	1566,273	1809,944	10,082	2296,682	10,246	948,675	11,604
147-148	LA-180	B	2332,027	2433,102	2535,606	1572,610	1832,151	10,762	2324,768	10,937	967,247	12,297
148-149	LA-180	B	2264,147	2362,159	2465,671	1501,142	1779,444	11,805	2264,143	11,965	947,601	13,374
149-150	LA-180	B	1709,329	1813,665	1855,934	1407,476	1221,810	1,754	1594,029	1,734	475,493	2,719
150-151	LA-180	B	2275,211	2370,982	2483,475	1458,095	1798,840	16,448	2294,699	16,628	987,052	18,083
151-152	LA-180	B	1888,366	1989,801	2047,827	1462,169	1405,495	3,337	1804,919	3,351	615,373	4,598

Tramo	Conductor	Zona	Tensiones y Flechas									
			T.máxima viento	T.máxima hielo	T.máxima hielo+viento	T.Viento 1/2 (120km/h)	Tensión 15ºC+V (120km/h)		Tensión 0ºC+H		Tensión 85ºC	
			T (daN)	T (daN)	T (daN)	T (daN)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
152-153	LA-180	B	1948,039	2049,020	2112,296	1480,611	1464,518	3,703	1874,242	3,731	661,340	4,947
153-154	LA-180	B	2283,975	2380,496	2491,795	1472,925	1804,275	15,474	2300,053	15,654	985,189	17,096
154-155	LA-180	B	2031,453	2131,086	2204,289	1486,549	1550,075	5,688	1976,888	5,752	736,973	7,218
155-156								5,718		5,781		7,255
156-157								3,333		3,370		4,229
157-158	LA-180	B	2125,249	2225,951	2305,242	1534,363	1635,462	5,858	2079,010	5,943	797,205	7,250
158-159	LA-180	B	1824,873	1927,041	1979,505	1442,565	1341,644	2,521	1730,745	2,520	566,203	3,603
159-160	LA-180	B	2289,402	2387,775	2493,624	1510,488	1802,162	17,873	2292,764	18,117	965,502	20,128
160-161								14,279		14,473		16,079
161-162								3,759		3,810		4,232
162-163								7,965		8,073		8,967
163-164	LA-180	B	2077,509	2178,149	2253,038	1520,124	1589,961	4,331	2023,922	4,387	760,651	5,461
164-165								5,613		5,686		7,078
165-166	LA-180	B	2090,822	2191,470	2267,579	1524,117	1602,687	4,734	2039,286	4,798	770,846	5,937
166-167								5,630		5,706		7,062
167-168	LA-180	B	1999,201	2099,951	2167,771	1496,345	1514,479	5,005	1933,475	5,056	700,633	6,527
168-169								2,879		2,908		3,754
169-170	LA-180	B	2124,723	2225,425	2304,667	1534,208	1634,963	3,595	2078,403	3,647	796,803	4,450
170-171								4,874		4,944		6,032
171-172								5,983		6,069		7,406
172-173								7,454		7,561		9,228
173-174	LA-180	B	2239,372	2340,569	2430,752	1567,332	1742,851	4,880	2210,784	4,961	884,578	5,800
174-175								9,592		9,752		11,402

Tramo	Conductor	Zona	Tensiones y Flechas									
			T.máxima viento	T.máxima hielo	T.máxima hielo+viento	T.Viento 1/2 (120km/h)	Tensión 15ºC+V (120km/h)		Tensión 0ºC+H		Tensión 85ºC	
			T (daN)	T (daN)	T (daN)	T (daN)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
1- 2	F.Ópti OPGW48	A	2509,987	-	-	1943,716	2005,984	3,104	-	-	921,433	3,872
2- 3	F.Ópti OPGW48	A	2569,282	-	-	1957,970	2058,279	3,672	-	-	965,356	4,486
3- 4	F.Ópti OPGW48	A	2718,796	-	-	1993,806	2188,066	6,177	-	-	1072,578	7,219
4- 5								3,168				3,703
5- 6	F.Ópti OPGW48	A	2536,668	-	-	1950,125	2029,577	3,315	-	-	941,305	4,095
6- 7	F.Ópti OPGW48	A	3004,541	-		2004,883	2424,665	10,602	-	-	1279,144	11,514
7- 8	F.Ópti OPGW48	A	2814,793	-	-	2016,416	2269,943	5,987	-	-	1139,093	6,835
8- 9	F.Ópti OPGW48	A	2569,282	-	-	1957,970	2058,279	3,560	-	-	965,356	4,348
9- 10	F.Ópti OPGW48	A	2536,462	-	-	1950,075	2029,395	3,981	-	-	941,152	4,918
10- 11								2,426				2,997
11- 12	F.Ópti OPGW48	A	2794,560	-	-	2011,690	2252,778	3,734	-	-	1125,214	4,283
12- 13				-				3,360				3,853
13- 14				-				5,366				6,155
14- 15				-				8,858				10,161
15- 16	F.Ópti OPGW48	A	2937,766	-	-	2011,691	2371,175	10,384	-	-	1230,387	11,465
16- 17								6,132				6,770
17- 18	F.Ópti OPGW48	A	2731,588	-	-	1996,844	2199,040	5,045	-	-	1081,540	5,877
18- 19	F.Ópti OPGW48	A	2653,297	-	-	1978,163	2131,560	4,268	-	-	1026,184	5,079
19- 20	F.Ópti OPGW48	A	2871,378	-	-	2018,804	2317,117	7,002	-	-	1180,436	7,874
20- 21	F.Ópti OPGW48	A	2775,397	-	-	2007,194	2236,475	5,516	-	-	1112,001	6,356
21- 22	F.Ópti OPGW48	A	2881,362	-	-	2017,714	2325,302	5,960	-	-	1188,046	6,683
22- 23								8,205				9,201

Tramo	Conductor	Zona	Tensiones y Flechas									
			T.máxima viento	T.máxima hielo	T.máxima hielo+viento	T.Viento 1/2 (120km/h)	Tensión 15ºC+V (120km/h)		Tensión 0ºC+H		Tensión 85ºC	
			T (daN)	T (daN)	T (daN)	T (daN)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
23- 24	F.Ópti OPGW48	A	2322,075	-	-	1899,359	1836,610	2,563	-	-	775,393	3,478
24- 25								1,095				1,486
25- 26	F.Ópti OPGW48	A	2001,039	-	-	1832,084	1527,277	0,602	-	-	477,851	1,102
26- 27	F.Ópti OPGW48	A	2630,023	-	-	1972,577	2111,352	2,448	-	-	1009,488	2,934
27- 28								4,548				5,450
28- 29								4,793				5,743
29- 30	F.Ópti OPGW48	A	2016,562	-	-	1834,942	1543,177	0,657	-	-	495,136	1,173
30- 31	F.Ópti OPGW48	A	2063,928	-	-	1843,958	1590,895	0,809	-	-	545,019	1,352
31- 32	F.Ópti OPGW48	A	2036,177	-	-	1838,622	1563,076	0,782	-	-	516,270	1,356
32- 33	F.Ópti OPGW48	A	1916,692	-	-	1817,462	1437,972	0,324	-	-	371,115	0,718
33- 34	F.Ópti OPGW48	A	2597,938	-	-	1964,864	2083,379	3,980	-	-	986,279	4,817
34- 35	F.Ópti OPGW48	A	2915,498	-	-	2014,041	2353,140	5,613	-	-	1213,802	6,234
35- 36								9,787				10,871
36- 37	F.Ópti OPGW48	A	2423,231	-	-	1923,011	1928,529	2,876	-	-	855,455	3,714
37- 38	F.Ópti OPGW48	A	2530,047	-	-	1948,534	2023,732	3,525	-	-	936,391	4,364
38- 39	F.Ópti OPGW48	A	3121,559	-	-	1993,915	2516,219	18,552	-	-	1361,212	19,648
39- 40								12,844				13,602
40- 41	F.Ópti OPGW48	A	2590,905	-	-	1963,172	2077,229	2,356	-	-	981,162	2,858
41- 42								4,722				5,728
42- 43	F.Ópti OPGW48	A	2718,082	-	-	1993,636	2187,453	6,556	-	-	1072,076	7,665
43- 44								1,685				1,969
44- 45	F.Ópti OPGW48	A	2665,251	-	-	1981,027	2141,912	4,378	-	-	1034,715	5,192

Tramo	Conductor	Zona	Tensiones y Flechas									
			T.máxima viento	T.máxima hielo	T.máxima hielo+viento	T.Viento 1/2 (120km/h)	Tensión 15ºC+V (120km/h)		Tensión 0ºC+H		Tensión 85ºC	
			T (daN)	T (daN)	T (daN)	T (daN)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
45- 46 46- 47	F.Ópti OPGW48	A	2855,477	-	-	2020,552	2304,040	3,777 8,538	-	-	1168,242	4,268 9,648
47- 48	F.Ópti OPGW48	A	2857,711	-	-	2020,305	2305,880	6,791	-	-	1169,961	7,669
48- 49	F.Ópti OPGW48	B	2529,373	2614,115	2700,829	1894,030	1972,399	3,936	2443,866	4,061	933,528	4,765
49- 50	F.Ópti OPGW48	B	2615,676	2699,164	2793,658	1919,422	2050,554	4,698	2538,863	4,850	994,203	5,551
50- 51	F.Ópti OPGW48	A	2688,784	-	-	1986,655	2162,241	4,607	-	-	1051,426	5,428
51- 52	F.Ópti OPGW48	A	2183,937	-	-	1868,573	1707,578	1,449	-	-	658,417	2,153
52- 53	F.Ópti OPGW48	A	2896,082	-	-	2016,120	2337,335	7,489	-	-	1199,202	8,362
53- 54 54- 55	F.Ópti OPGW48	A	2644,692	-	-	1976,099	2124,097	4,376 4,037	-	-	1020,024	5,221 4,816
55- 56 56- 57	F.Ópti OPGW48	B	2710,014	2789,029	2900,189	1884,849	2137,964	3,874 8,890	2655,306	3,987 9,149	1080,876	4,390 10,075
57- 58	F.Ópti OPGW48	A	2566,057	-	-	1957,194	2055,448	3,540	-	-	962,989	4,330
58- 59	F.Ópti OPGW48	A	3126,031	-	-	1988,558	2519,186	16,635	-	-	1365,410	17,584
59- 60	F.Ópti OPGW48	A	1937,643	-	-	1820,946	1460,681	0,387	-	-	400,270	0,810
60- 61	F.Ópti OPGW48	A	2562,824	-	-	1956,416	2052,608	3,500	-	-	960,614	4,285
61- 62 62- 63 63- 64	F.Ópti OPGW48	A	2492,034	-	-	1939,412	1990,051	4,302 2,546 0,743	-	-	907,956	5,403 3,197 0,933
64- 65 65- 66	F.Ópti OPGW48	B	2484,159	2569,639	2652,310	1880,665	1931,041	4,648 2,057	2393,975	4,792 2,121	901,285	5,706 2,525
66- 67	F.Ópti OPGW48	A	2578,907	-	-	1960,286	2066,722	3,668	-	-	972,405	4,466

Tramo	Conductor	Zona	Tensiones y Flechas									
			T.máxima viento	T.máxima hielo	T.máxima hielo+viento	T.Viento 1/2 (120km/h)	Tensión 15ºC+V (120km/h)		Tensión 0ºC+H		Tensión 85ºC	
			T (daN)	T (daN)	T (daN)	T (daN)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
67- 68	F.Ópti OPGW48	A	2978,508	-	-	2007,492	2403,917	9,775	-	-	1260,306	10,682
68- 69	F.Ópti OPGW48	B	2706,442	2788,803	2891,611	1945,793	2131,732	6,034	2638,551	6,231	1056,892	6,973
69- 70								5,567		5,749		6,433
70- 71	F.Ópti OPGW48	B	2942,230	3019,764	3152,441	1960,002	2339,138	12,964	2908,071	13,330	1230,323	14,122
71- 72								6,952		7,148		7,573
72- 73	F.Ópti OPGW48	B	2025,460	2123,826	2164,597	1750,582	1487,434	1,294	1876,335	1,311	546,285	2,018
73- 74	F.Ópti OPGW48	B	2539,272	2623,860	2711,461	1896,953	1981,414	4,039	2454,776	4,168	940,543	4,875
74- 75	F.Ópti OPGW48	B	2652,070	2735,085	2832,894	1930,047	2083,224	4,988	2578,856	5,151	1019,473	5,840
75- 76	F.Ópti OPGW48	B	2306,762	2395,838	2462,703	1828,458	1765,557	2,419	2196,972	2,485	771,199	3,173
76- 77	F.Ópti OPGW48	B	2207,674	2299,391	2357,319	1799,993	1670,347	2,573	2085,601	2,634	695,362	3,542
77- 78								1,197		1,226		1,648
78- 79	F.Ópti OPGW48	B	2849,647	2926,253	3053,981	1903,684	2260,376	9,812	2813,123	10,078	1180,133	10,767
79- 80	F.Ópti OPGW48	B	2710,161	2792,479	2895,632	1946,864	2135,037	5,593	2642,632	5,776	1059,437	6,458
80- 81	F.Ópti OPGW48	B	2136,937	2230,914	2282,330	1780,259	1600,764	2,445	2005,206	2,495	639,295	3,508
81- 82								0,610		0,622		0,874
82- 83	F.Ópti OPGW48	B	2577,325	2661,346	2752,370	1908,166	2015,946	5,714	2496,680	5,898	967,375	6,823
83- 84								1,915		1,976		2,286
84- 85	F.Ópti OPGW48	B	2748,986	2830,875	2937,642	1957,985	2169,445	6,237	2685,230	6,442	1085,903	7,140
85- 86	F.Ópti OPGW48	B	2688,299	2770,872	2872,004	1940,558	2115,585	3,596	2618,638	3,713	1044,449	4,173
86- 87								7,432		7,675		8,626
87- 88								4,537		4,686		5,266

Tramo	Conductor	Zona	Tensiones y Flechas									
			T.máxima viento	T.máxima hielo	T.máxima hielo+viento	T.Viento 1/2 (120km/h)	Tensión 15ºC+V (120km/h)		Tensión 0ºC+H		Tensión 85ºC	
			T (daN)	T (daN)	T (daN)	T (daN)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
88- 89	F.Ópti OPGW48	A	2500,284	-	-	1941,389	1997,379	2,252	-	-	914,159	2,819
89- 90								3,662				4,585
90- 91	F.Ópti OPGW48	B	2746,176	2828,095	2934,599	1957,184	2166,961	5,979	2682,147	6,174	1083,994	6,848
91- 92								5,113		5,281		5,856
92- 93								6,850		7,074		7,846
93- 94	F.Ópti OPGW48	B	2897,262	2977,742	3098,700	1999,354	2299,311	8,115	2847,851	8,375	1185,246	9,020
94- 95	F.Ópti OPGW48	B	2681,510	2764,163	2864,671	1938,594	2109,532	5,468	2611,184	5,647	1039,782	6,356
95- 96	F.Ópti OPGW48	B	2247,874	2338,454	2400,028	1811,444	1709,261	2,625	2130,937	2,691	726,465	3,539
96- 97								1,592		1,632		2,146
97- 98	F.Ópti OPGW48	B	2494,255	2579,564	2663,137	1883,651	1940,302	4,931	2405,124	5,085	908,513	6,034
98- 99								1,309		1,350		1,602
99-100	F.Ópti OPGW48	B	2928,586	3007,610	3135,005	1983,605	2326,910	9,245	2887,248	9,524	1213,186	10,159
100-101	F.Ópti OPGW48	B	2634,820	2718,056	2814,290	1925,018	2067,760	5,481	2559,904	5,659	1007,518	6,444
101-102								2,687		2,774		3,160
102-103								5,657		5,841		6,652
103-104	F.Ópti OPGW48	B	2348,797	2436,905	2507,523	1840,736	1805,287	2,711	2243,882	2,788	802,606	3,493
104-105	F.Ópti OPGW48	B	2478,592	2564,168	2646,343	1879,019	1925,928	1,677	2387,826	1,729	897,293	2,062
105-106								4,667		4,812		5,740
106-107								3,509		3,617		4,315
107-108	F.Ópti OPGW48	B	2799,947	2881,314	2992,884	1972,415	2214,351	6,412	2741,124	6,621	1120,353	7,261
108-109								6,933		7,159		7,851

Tramo	Conductor	Zona	Tensiones y Flechas									
			T.máxima viento	T.máxima hielo	T.máxima hielo+viento	T.Viento 1/2 (120km/h)	Tensión 15ºC+V (120km/h)		Tensión 0ºC+H		Tensión 85ºC	
			T (daN)	T (daN)	T (daN)	T (daN)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
109-110	F.Ópti OPGW48	B	2315,010	2403,890	2471,493	1830,860	1773,382	3,407	2206,191	3,501	777,394	4,454
110-111								0,870		0,894		1,137
111-112	F.Ópti OPGW48	B	2611,002	2694,554	2788,623	1918,053	2046,347	3,521	2533,724	3,635	990,945	4,166
112-113								5,676		5,859		6,715
113-114	F.Ópti OPGW48	B	2478,692	2564,266	2646,449	1879,048	1926,020	3,509	2387,936	3,617	897,364	4,315
114-115	F.Ópti OPGW48	B	2190,872	2283,095	2339,488	1795,253	1653,955	1,797	2066,582	1,838	682,209	2,496
115-116	F.Ópti OPGW48	B	2659,829	2742,747	2841,265	1932,304	2090,168	4,921	2587,377	5,082	1024,836	5,750
116-117								5,227		5,398		6,108
117-118	F.Ópti OPGW48	B	2599,015	2682,730	2775,714	1914,538	2035,542	6,113	2520,542	6,311	982,574	7,256
118-119								1,672		1,726		1,985
119-120	F.Ópti OPGW48	C	1984,512	2802,581	2898,633	1290,804	1508,871	6,263	2665,332	7,034	749,838	7,221
120-121	F.Ópti OPGW48	C	2129,516	2786,705	2860,530	1610,895	1572,889	3,086	2575,859	3,739	701,720	3,963
121-122								2,698		3,269		3,465
122-123								2,880		3,488		3,698
123-124	F.Ópti OPGW48	B	2624,885	2708,251	2803,581	1922,116	2058,837	4,731	2548,986	4,884	1000,615	5,577
124-125	F.Ópti OPGW48	B	1982,032	2082,452	2118,895	1739,611	1441,678	0,623	1825,150	0,629	507,888	1,013
125-126								1,336		1,349		2,173
126-127	F.Ópti OPGW48	B	2060,018	2156,899	2201,032	1759,565	1523,136	1,378	1916,630	1,399	575,865	2,088
127-128	F.Ópti OPGW48	B	2721,014	2803,209	2907,368	1949,983	2144,672	7,541	2654,541	7,788	1066,854	8,686
128-129								2,978		3,075		3,429
129-130	F.Ópti OPGW48	B	2906,478	2986,881	3108,745	2001,858	2307,304	8,184	2857,960	8,446	1191,332	9,082

Tramo	Conductor	Zona	Tensiones y Flechas									
			T.máxima viento	T.máxima hielo	T.máxima hielo+viento	T.Viento 1/2 (120km/h)	Tensión 15ºC+V (120km/h)		Tensión 0ºC+H		Tensión 85ºC	
			T (daN)	T (daN)	T (daN)	T (daN)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
130-131	F.Ópti OPGW48	B	2762,300	2844,048	2952,063	1961,774	2181,205	5,629	2699,833	5,813	1094,934	6,424
131-132								6,708		6,927		7,656
132-133	F.Ópti OPGW48	B	2917,282	2997,597	3120,526	2004,784	2316,664	6,180	2869,814	6,377	1198,453	6,844
133-134								10,093		10,415		11,178
134-135	F.Ópti OPGW48	B	2603,280	2686,937	2780,307	1915,790	2039,389	4,545	2525,234	4,692	985,555	5,388
135-136	F.Ópti OPGW48	B	2064,323	2161,027	2205,575	1760,699	1527,544	1,251	1921,625	1,271	579,497	1,890
136-137	F.Ópti OPGW48	B	2671,067	2753,846	2853,394	1935,567	2100,212	5,008	2599,718	5,172	1032,590	5,836
137-138								5,807		5,996		6,767
138-139								4,739		4,894		5,522
139-140	F.Ópti OPGW48	B	2709,796	2792,118	2895,236	1946,759	2134,712	7,375	2642,231	7,616	1059,187	8,516
140-141								2,797		2,889		3,230
141-142	F.Ópti OPGW48	B	2959,019	3037,225	3169,374	1980,058	2353,255	10,211	2923,161	10,508	1236,468	11,134
142-143	F.Ópti OPGW48	B	2098,597	2193,957	2241,774	1769,832	1562,359	1,395	1961,228	1,421	608,049	2,054
143-144	F.Ópti OPGW48	B	2778,469	2860,051	2969,588	1966,358	2195,460	6,391	2717,568	6,600	1105,873	7,270
144-145	F.Ópti OPGW48	B	2112,540	2207,383	2256,515	1773,600	1576,388	0,923	1977,258	0,941	619,490	1,346
145-146								1,902		1,938		2,773
146-147	F.Ópti OPGW48	B	2878,526	2959,166	3078,293	1994,236	2283,033	7,775	2827,300	8,026	1172,842	8,671
147-148	F.Ópti OPGW48	B	2913,324	2993,671	3116,209	2003,713	2313,237	8,292	2865,472	8,556	1195,846	9,189
148-149	F.Ópti OPGW48	B	2905,348	2984,648	3109,460	1979,163	2306,825	8,858	2861,351	9,128	1197,429	9,777
149-150	F.Ópti OPGW48	B	2090,058	2185,743	2232,750	1767,539	1553,730	1,342	1951,389	1,366	600,994	1,988
150-151	F.Ópti OPGW48	B	2919,206	2993,801	3132,787	1895,897	2320,655	12,399	2895,792	12,702	1233,688	13,363

Tramo	Conductor	Zona	Tensiones y Flechas									
			T.máxima viento	T.máxima hielo	T.máxima hielo+viento	T.Viento 1/2 (120km/h)	Tensión 15ºC+V (120km/h)		Tensión 0ºC+H		Tensión 85ºC	
			T (daN)	T (daN)	T (daN)	T (daN)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
151-152	F.Ópti OPGW48	B	2299,002	2388,266	2454,436	1826,203	1758,183	2,596	2188,294	2,666	765,356	3,417
152-153	F.Ópti OPGW48	B	2371,264	2458,887	2531,507	1847,332	1826,380	2,889	2268,888	2,973	819,232	3,690
153-154	F.Ópti OPGW48	B	2928,714	3004,361	3141,218	1918,822	2328,315	11,662	2901,563	11,962	1233,272	12,614
154-155	F.Ópti OPGW48	B	2505,871	2590,989	2675,599	1887,086	1950,938	4,397	2417,945	4,535	916,809	5,361
155-156								4,420		4,558		5,389
156-157								2,577		2,658		3,142
157-158	F.Ópti OPGW48	B	2593,896	2677,683	2770,203	1913,036	2030,923	4,590	2514,912	4,738	978,993	5,456
158-159	F.Ópti OPGW48	B	2223,547	2314,803	2374,174	1804,496	1685,762	1,952	2103,529	2,000	707,702	2,664
159-160	F.Ópti OPGW48	B	2935,398	3014,375	3142,439	1985,564	2332,772	13,427	2894,701	13,832	1217,588	14,739
160-161								10,729		11,052		11,777
161-162								2,826		2,911		3,101
162-163								5,986		6,166		6,570
163-164	F.Ópti OPGW48	B	2532,682	2617,371	2704,382	1895,007	1975,413	3,392	2447,513	3,499	935,874	4,102
164-165								4,395		4,535		5,315
165-166	F.Ópti OPGW48	B	2549,656	2634,086	2722,619	1900,016	1990,857	3,708	2466,217	3,826	947,887	4,462
166-167								4,410		4,550		5,307
167-168	F.Ópti OPGW48	B	2434,277	2520,647	2598,874	1865,914	1885,056	3,912	2338,809	4,031	865,319	4,883
168-169								2,251		2,319		2,809
169-170	F.Ópti OPGW48	B	2593,217	2677,013	2769,472	1912,837	2030,310	2,817	2514,166	2,908	978,518	3,349
170-171								3,819		3,942		4,539
171-172								4,687		4,839		5,572
172-173								5,840		6,028		6,943
173-174	F.Ópti OPGW48	B	2744,321	2826,260	2932,591	1956,654	2165,320	3,822	2680,112	3,947	1082,733	4,379
174-175								7,511		7,757		8,606

Tramo	Zona	Conductor	Const. Caten.	Conductor	Const. Caten.
1- 2	A	LA-180	1123,743	F.Ópti OPGW48	1506,791
2- 3	A	LA-180	1180,646	F.Ópti OPGW48	1578,617
3- 4 4- 5	A	LA-180	1318,669	F.Ópti OPGW48	1753,953
5- 6	A	LA-180	1149,509	F.Ópti OPGW48	1539,288
6- 7	A	LA-180	1573,567	F.Ópti OPGW48	2091,745
7- 8	A	LA-180	1403,433	F.Ópti OPGW48	1862,724
8- 9	A	LA-180	1180,646	F.Ópti OPGW48	1578,617
9- 10 10- 11	A	LA-180	1149,311	F.Ópti OPGW48	1539,038
11- 12 12- 13 13- 14 14- 15	A	LA-180	1385,811	F.Ópti OPGW48	1840,028
15- 16 16- 17	A	LA-180	1514,625	F.Ópti OPGW48	2012,014
17- 18	A	LA-180	1330,134	F.Ópti OPGW48	1768,609
18- 19	A	LA-180	1259,129	F.Ópti OPGW48	1678,088
19- 20	A	LA-180	1453,263	F.Ópti OPGW48	1930,331
20- 21	A	LA-180	1369,001	F.Ópti OPGW48	1818,421
21- 22 22- 23	A	LA-180	1462,671	F.Ópti OPGW48	1942,776
23- 24 24- 25	A	LA-180	933,785	F.Ópti OPGW48	1267,977
25- 26	A	LA-180	549,829	F.Ópti OPGW48	781,416
26- 27 27- 28 28- 29	A	LA-180	1237,631	F.Ópti OPGW48	1650,785
29- 30	A	LA-180	571,772	F.Ópti OPGW48	809,681
30- 31	A	LA-180	635,457	F.Ópti OPGW48	891,254
31- 32	A	LA-180	598,691	F.Ópti OPGW48	844,240
32- 33	A	LA-180	416,149	F.Ópti OPGW48	606,873
33- 34	A	LA-180	1207,690	F.Ópti OPGW48	1612,833
34- 35 35- 36	A	LA-180	1494,355	F.Ópti OPGW48	1984,893
36- 37	A	LA-180	1038,013	F.Ópti OPGW48	1398,900
37- 38	A	LA-180	1143,140	F.Ópti OPGW48	1531,252

Tramo	Zona	Conductor	Const. Caten.	Conductor	Const. Caten.
38- 39 39- 40	A	LA-180	1670,394	F.Ópti OPGW48	2225,948
40- 41 41- 42	A	LA-180	1201,080	F.Ópti OPGW48	1604,464
42- 43 43- 44	A	LA-180	1318,027	F.Ópti OPGW48	1753,133
44- 45	A	LA-180	1270,101	F.Ópti OPGW48	1692,038
45- 46 46- 47	A	LA-180	1438,144	F.Ópti OPGW48	1910,391
47- 48	A	LA-180	1440,278	F.Ópti OPGW48	1913,201
48- 49	B	LA-180	1146,876	F.Ópti OPGW48	1526,569
49- 50	B	LA-180	1224,597	F.Ópti OPGW48	1625,790
50- 51	A	LA-180	1291,562	F.Ópti OPGW48	1719,365
51- 52	A	LA-180	781,717	F.Ópti OPGW48	1076,689
52- 53	A	LA-180	1476,426	F.Ópti OPGW48	1961,019
53- 54 54- 55	A	LA-180	1251,202	F.Ópti OPGW48	1668,015
55- 56 56- 57	B	LA-180	1289,042	F.Ópti OPGW48	1767,523
57- 58	A	LA-180	1177,585	F.Ópti OPGW48	1574,747
58- 59	A	LA-180	1678,096	F.Ópti OPGW48	2232,813
59- 60	A	LA-180	452,311	F.Ópti OPGW48	654,549
60- 61	A	LA-180	1174,512	F.Ópti OPGW48	1570,863
61- 62 62- 63 63- 64	A	LA-180	1106,252	F.Ópti OPGW48	1484,753
64- 65 65- 66	B	LA-180	1105,448	F.Ópti OPGW48	1473,844
66- 67	A	LA-180	1189,762	F.Ópti OPGW48	1590,144
67- 68	A	LA-180	1550,912	F.Ópti OPGW48	2060,941
68- 69 69- 70	B	LA-180	1262,463	F.Ópti OPGW48	1728,303
70- 71 71- 72	B	LA-180	1480,027	F.Ópti OPGW48	2011,909
72- 73	B	LA-180	648,930	F.Ópti OPGW48	893,323
73- 74	B	LA-180	1155,880	F.Ópti OPGW48	1538,041
74- 75	B	LA-180	1256,850	F.Ópti OPGW48	1667,112

Tramo	Zona	Conductor	Const. Caten.	Conductor	Const. Caten.
75- 76	B	LA-180	937,806	F.Ópti OPGW48	1261,118
76- 77 77- 78	B	LA-180	840,042	F.Ópti OPGW48	1137,104
78- 79	B	LA-180	1416,315	F.Ópti OPGW48	1929,836
79- 80	B	LA-180	1307,696	F.Ópti OPGW48	1732,465
80- 81 81- 82	B	LA-180	767,929	F.Ópti OPGW48	1045,419
82- 83 83- 84	B	LA-180	1190,275	F.Ópti OPGW48	1581,918
84- 85	B	LA-180	1322,505	F.Ópti OPGW48	1775,744
85- 86 86- 87 87- 88	B	LA-180	1288,652	F.Ópti OPGW48	1707,956
88- 89 89- 90	A	LA-180	1114,305	F.Ópti OPGW48	1494,897
90- 91 91- 92 92- 93	B	LA-180	1338,826	F.Ópti OPGW48	1772,622
93- 94	B	LA-180	1423,381	F.Ópti OPGW48	1938,197
94- 95	B	LA-180	1282,716	F.Ópti OPGW48	1700,323
95- 96 96- 97	B	LA-180	880,119	F.Ópti OPGW48	1187,966
97- 98 98- 99	B	LA-180	1114,742	F.Ópti OPGW48	1485,664
99-100	B	LA-180	1449,890	F.Ópti OPGW48	1983,886
100-101 101-102 102-103	B	LA-180	1241,601	F.Ópti OPGW48	1647,563
103-104	B	LA-180	978,318	F.Ópti OPGW48	1312,477
104-105 105-106 106-107	B	LA-180	1100,313	F.Ópti OPGW48	1467,316
107-108 108-109	B	LA-180	1384,742	F.Ópti OPGW48	1832,079

Tramo	Zona	Conductor	Const. Caten.	Conductor	Const. Caten.
109-110 110-111	B	LA-180	945,798	F.Ópti OPGW48	1271,249
111-112 112-113	B	LA-180	1220,433	F.Ópti OPGW48	1620,462
113-114	B	LA-180	1100,405	F.Ópti OPGW48	1467,433
114-115	B	LA-180	823,108	F.Ópti OPGW48	1115,596
115-116 116-117	B	LA-180	1263,687	F.Ópti OPGW48	1675,883
117-118 118-119	B	LA-180	1209,729	F.Ópti OPGW48	1606,773
119-120	C	LA-180	897,390	F.Ópti OPGW48	1226,188
120-121 121-122 122-123	C	LA-180	812,787	F.Ópti OPGW48	1147,502
123-124	B	LA-180	1232,787	F.Ópti OPGW48	1636,275
124-125 125-126	B	LA-180	600,136	F.Ópti OPGW48	830,534
126-127	B	LA-180	686,667	F.Ópti OPGW48	941,695
127-128 128-129	B	LA-180	1317,108	F.Ópti OPGW48	1744,595
129-130	B	LA-180	1456,733	F.Ópti OPGW48	1948,148
130-131 131-132	B	LA-180	1352,665	F.Ópti OPGW48	1790,513
132-133 133-134	B	LA-180	1449,570	F.Ópti OPGW48	1959,794
134-135	B	LA-180	1213,541	F.Ópti OPGW48	1611,648
135-136	B	LA-180	691,308	F.Ópti OPGW48	947,634
136-137 137-138 138-139	B	LA-180	1273,563	F.Ópti OPGW48	1688,564
139-140 140-141	B	LA-180	1307,378	F.Ópti OPGW48	1732,056
141-142	B	LA-180	1488,030	F.Ópti OPGW48	2021,958
142-143	B	LA-180	727,847	F.Ópti OPGW48	994,324
143-144	B	LA-180	1366,483	F.Ópti OPGW48	1808,401
144-145 145-146	B	LA-180	742,514	F.Ópti OPGW48	1013,034

Tramo	Zona	Conductor	Const. Caten.	Conductor	Const. Caten.
146-147	B	LA-180	1434,126	F.Ópti OPGW48	1917,913
147-148	B	LA-180	1462,203	F.Ópti OPGW48	1955,531
148-149	B	LA-180	1432,503	F.Ópti OPGW48	1958,119
149-150	B	LA-180	718,810	F.Ópti OPGW48	982,787
150-151	B	LA-180	1492,143	F.Ópti OPGW48	2017,412
151-152	B	LA-180	930,269	F.Ópti OPGW48	1251,563
152-153	B	LA-180	999,759	F.Ópti OPGW48	1339,665
153-154	B	LA-180	1489,325	F.Ópti OPGW48	2016,732
154-155 155-156 156-157	B	LA-180	1114,094	F.Ópti OPGW48	1499,230
157-158	B	LA-180	1205,148	F.Ópti OPGW48	1600,917
158-159	B	LA-180	855,938	F.Ópti OPGW48	1157,284
159-160 160-161 161-162 162-163	B	LA-180	1459,564	F.Ópti OPGW48	1991,085
163-164 164-165	B	LA-180	1149,888	F.Ópti OPGW48	1530,406
165-166 166-167	B	LA-180	1165,300	F.Ópti OPGW48	1550,050
167-168 168-169	B	LA-180	1059,158	F.Ópti OPGW48	1415,030
169-170 170-171 171-172 172-173	B	LA-180	1204,540	F.Ópti OPGW48	1600,140
173-174 174-175	B	LA-180	1337,230	F.Ópti OPGW48	1770,560

2.1.3.g. Tabla de tendido

En este apartado, se muestra las tablas de tendido. Se han calculado la tensión y su flecha correspondiente en las hipótesis de temperatura de -5ºC a 85ºC, cada 5ºC.

Tramo	Conductor	Zona	T0 (daN)	Tensión -5ºC		Tensión 0ºC		Tensión 5ºC		Tensión 10ºC		Tensión 15ºC	
				T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
1- 2	LA-180	A	2067,619	1437,075	2,685	1368,689	2,819	1304,998	2,957	1245,873	3,097	1191,126	3,240
2- 3	LA-180	A	2114,155	1437,075	3,259	1373,707	3,409	1314,662	3,562	1259,769	3,718	1208,824	3,874
3- 4	LA-180	A	2228,214	1437,075	5,827	1385,547	6,044	1337,334	6,262	1292,247	6,481	1250,091	6,700
4- 5					2,989		3,100		3,212		3,324		3,436
5- 6	LA-180	A	2088,650	1437,075	2,901	1370,968	3,041	1309,391	3,184	1252,196	3,330	1199,185	3,477
6- 7	LA-180	A	2406,742	1373,760	11,597	1348,032	11,819	1323,441	12,039	1299,917	12,257	1277,400	12,474
7- 8	LA-180	A	2298,941	1437,075	5,860	1392,467	6,047	1350,547	6,235	1311,147	6,423	1274,105	6,610
8- 9	LA-180	A	2114,155	1437,075	3,159	1373,707	3,305	1314,662	3,453	1259,769	3,604	1208,824	3,756
9- 10	LA-180	A	2088,488	1437,075	3,483	1370,950	3,651	1309,358	3,823	1252,148	3,998	1199,123	4,175
10- 11					2,123		2,225		2,330		2,436		2,544
11- 12	LA-180	A	2284,200	1437,075	3,627	1391,055	3,747	1347,851	3,867	1307,291	3,987	1269,202	4,107
12- 13					3,263		3,371		3,480		3,588		3,695
13- 14					5,212		5,385		5,558		5,730		5,902
14- 15					8,604		8,889		9,175		9,460		9,744
15- 16	LA-180	A	2370,085	1395,908	10,931	1363,950	11,187	1333,613	11,442	1304,795	11,696	1277,400	11,947
16- 17					6,454		6,606		6,756		6,906		7,054
17- 18	LA-180	A	2237,753	1437,075	4,783	1386,501	4,958	1339,157	5,133	1294,854	5,309	1253,402	5,485
18- 19	LA-180	A	2178,827	1437,075	3,922	1380,513	4,083	1327,710	4,246	1278,475	4,409	1232,600	4,574
19- 20	LA-180	A	2332,181	1420,827	7,076	1381,796	7,276	1344,974	7,476	1310,221	7,674	1277,400	7,871
20- 21	LA-180	A	2270,156	1437,075	5,320	1389,695	5,501	1345,254	5,683	1303,575	5,865	1264,481	6,046
21- 22	LA-180	A	2337,973	1416,890	6,061	1378,979	6,227	1343,183	6,394	1309,367	6,559	1277,400	6,723
22- 23					8,345		8,574		8,803		9,031		9,257

Tramo	Conductor	Zona	T0 (daN)	Tensión -5ºC		Tensión 0ºC		Tensión 5ºC		Tensión 10ºC		Tensión 15ºC	
				T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
23- 24	LA-180	A	1915,178	1437,075	2,029	1351,892	2,157	1272,215	2,292	1198,217	2,434	1129,942	2,581
24- 25					0,867		0,922		0,980		1,040		1,103
25- 26	LA-180	A	1634,488	1437,075	0,396	1322,744	0,431	1212,275	0,470	1106,665	0,515	1007,043	0,566
26- 27			2161,060	1437,075	2,229	1378,666	2,323	1324,173	2,419	1273,410	2,516	1226,165	2,613
27- 28	LA-180	A			4,140		4,316		4,494		4,673		4,853
28- 29					4,363		4,548		4,735		4,924		5,114
29- 30	LA-180	A	1648,813	1437,075	0,437	1324,079	0,475	1215,151	0,517	1111,276	0,565	1013,538	0,620
30- 31	LA-180	A	1691,953	1437,075	0,555	1328,231	0,600	1223,998	0,651	1125,282	0,708	1032,997	0,772
31- 32	LA-180	A	1666,778	1437,075	0,527	1325,785	0,571	1218,803	0,621	1117,090	0,678	1021,661	0,741
32- 33	LA-180	A	1554,746	1437,075	0,201	1315,772	0,219	1196,965	0,241	1081,545	0,267	970,706	0,297
33- 34	LA-180	A	2136,380	1437,075	3,575	1376,070	3,734	1319,199	3,895	1266,280	4,058	1217,104	4,222
34- 35	LA-180	A	2357,532	1403,937	5,830	1369,705	5,976	1337,281	6,121	1306,549	6,265	1277,400	6,408
35- 36					10,166		10,420		10,674		10,925		11,175
36- 37	LA-180	A	1998,192	1437,075	2,391	1361,076	2,525	1290,237	2,664	1224,533	2,807	1163,847	2,953
37- 38	LA-180	A	2083,445	1437,075	3,075	1370,405	3,225	1308,308	3,378	1250,638	3,534	1197,199	3,692
38- 39	LA-180	A	2467,315	1341,384	21,574	1324,605	21,849	1308,364	22,121	1292,637	22,391	1277,400	22,659
39- 40					14,935		15,124		15,313		15,499		15,685
40- 41	LA-180	A	2130,941	1437,075	2,111	1375,494	2,205	1318,094	2,301	1264,695	2,398	1215,089	2,496
41- 42					4,229		4,419		4,611		4,806		5,003
42- 43	LA-180	A	2227,680	1437,075	6,184	1385,494	6,414	1337,232	6,646	1292,101	6,878	1249,906	7,111
43- 44					1,589		1,648		1,708		1,767		1,827
44- 45	LA-180	A	2187,908	1437,075	4,043	1381,450	4,206	1329,503	4,371	1281,041	4,536	1235,860	4,702

Tramo	Conductor	Zona	T0 (daN)	Tensión -5ºC		Tensión 0ºC		Tensión 5ºC		Tensión 10ºC		Tensión 15ºC	
				T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
45- 46	LA-180	A	2322,891	1427,237	3,779	1386,380	3,890	1347,888	4,001	1311,610	4,112	1277,400	4,222
46- 47					8,541		8,793		9,045		9,295		9,544
47- 48	LA-180	A	2324,201	1426,326	6,803	1385,729	7,003	1347,474	7,202	1311,412	7,400	1277,400	7,598
48- 49	LA-180	B	2250,199	1317,708	3,651	1264,141	3,806	1214,385	3,962	1168,210	4,118	1125,374	4,275
49- 50	LA-180	B	2323,660	1330,386	4,487	1282,306	4,655	1237,466	4,824	1195,656	4,993	1156,665	5,161
50- 51	LA-180	A	2205,697	1437,075	4,295	1383,271	4,462	1332,985	4,631	1286,025	4,800	1242,189	4,969
51- 52	LA-180	A	1797,964	1437,075	1,067	1339,129	1,145	1246,601	1,230	1160,062	1,322	1079,951	1,420
52- 53	LA-180	A	2346,454	1411,208	7,686	1374,913	7,889	1340,596	8,091	1308,132	8,293	1277,400	8,492
53- 54	LA-180	A	2172,271	1437,075	4,008	1379,833	4,174	1326,409	4,342	1276,612	4,512	1230,234	4,682
54- 55					3,697		3,851		4,006		4,162		4,319
55- 56	LA-180	B	2297,398	1208,340	4,248	1178,675	4,355	1150,656	4,461	1124,166	4,566	1099,097	4,671
56- 57					9,748		9,994		10,237		10,479		10,719
57- 58	LA-180	A	2111,643	1437,075	3,138	1373,439	3,283	1314,145	3,431	1259,028	3,582	1207,882	3,733
58- 59	LA-180	A	2472,147	1339,023	19,401	1322,886	19,638	1307,252	19,874	1292,097	20,108	1277,400	20,340
59- 60	LA-180	A	1574,884	1437,075	0,244	1317,455	0,266	1200,708	0,292	1087,784	0,322	979,901	0,358
60- 61	LA-180	A	2109,123	1437,075	3,098	1373,169	3,242	1313,627	3,389	1258,284	3,538	1206,934	3,689
61- 62	LA-180	A	2053,384	1437,075	3,692	1367,139	3,881	1302,002	4,075	1241,554	4,273	1185,617	4,475
62- 63					2,185		2,296		2,411		2,529		2,648
63- 64					0,638		0,670		0,704		0,738		0,773
64- 65	LA-180	B	2211,201	1310,780	4,243	1254,192	4,434	1201,727	4,628	1153,150	4,823	1108,209	5,019
65- 66					1,878		1,962		2,048		2,134		2,221
66- 67	LA-180	A	2121,639	1437,075	3,268	1374,506	3,417	1316,195	3,569	1261,971	3,722	1211,625	3,877

Tramo	Conductor	Zona	T0 (daN)	Tensión -5ºC		Tensión 0ºC		Tensión 5ºC		Tensión 10ºC		Tensión 15ºC	
				T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
67- 68	LA-180	A	2392,628	1382,057	10,537	1354,004	10,756	1327,262	10,973	1301,753	11,189	1277,400	11,402
68- 69	LA-180	B	2314,658	1265,575	6,298	1227,744	6,492	1192,267	6,686	1158,975	6,878	1127,709	7,069
69- 70					5,811		5,990		6,168		6,346		6,522
70- 71	LA-180	B	2501,337	1269,233	14,810	1247,096	15,074	1225,899	15,335	1205,588	15,594	1186,111	15,851
71- 72					7,941		8,082		8,222		8,361		8,498
72- 73	LA-180	B	1794,745	1233,031	0,967	1139,337	1,047	1052,177	1,133	972,104	1,227	899,430	1,326
73- 74	LA-180	B	2258,689	1319,199	3,759	1266,280	3,917	1217,104	4,075	1171,444	4,234	1129,060	4,393
74- 75	LA-180	B	2354,253	1335,509	4,822	1289,635	4,993	1246,775	5,165	1206,726	5,337	1169,294	5,508
75- 76	LA-180	B	2054,794	1281,943	2,065	1212,465	2,183	1148,342	2,305	1089,417	2,430	1035,444	2,556
76- 77	LA-180	B	1964,998	1264,945	2,105	1187,493	2,243	1116,009	2,387	1050,478	2,536	990,737	2,688
77- 78					0,980		1,044		1,111		1,180		1,251
78- 79	LA-180	B	2416,201	1226,348	11,209	1204,008	11,418	1182,658	11,624	1162,235	11,829	1142,685	12,032
79- 80	LA-180	B	2402,601	1343,400	5,508	1300,924	5,688	1261,112	5,868	1223,787	6,047	1188,773	6,225
80- 81	LA-180	B	1899,747	1252,586	1,936	1169,076	2,074	1091,876	2,221	1021,137	2,375	956,817	2,535
81- 82					0,483		0,517		0,554		0,592		0,632
82- 83	LA-180	B	2291,174	1324,843	5,388	1274,369	5,601	1227,384	5,816	1183,668	6,031	1142,995	6,246
83- 84					1,805		1,877		1,949		2,021		2,093
84- 85	LA-180	B	2397,714	1315,153	6,376	1276,886	6,567	1240,928	6,758	1207,120	6,947	1175,311	7,136
85- 86			2384,476	1340,472	3,517	1296,735	3,635	1255,791	3,754	1217,454	3,872	1181,539	3,990
86- 87	LA-180	B			7,268		7,514		7,759		8,004		8,247
87- 88					4,437		4,587		4,737		4,886		5,035

Tramo	Conductor	Zona	T0 (daN)	Tensión -5ºC		Tensión 0ºC		Tensión 5ºC		Tensión 10ºC		Tensión 15ºC	
				T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
88- 89	LA-180	A	2059,934	1437,075	1,939	1367,853	2,038	1303,383	2,138	1243,545	2,241	1188,157	2,346
89- 90					3,154		3,314		3,478		3,645		3,815
90- 91			2432,275	1348,115	5,955	1307,668	6,140	1269,682	6,323	1233,991	6,507	1200,437	6,689
91- 92	LA-180	B			5,093		5,251		5,408		5,564		5,720
92- 93					6,823		7,034		7,245		7,455		7,663
93- 94	LA-180	B	2475,261	1301,430	8,886	1272,270	9,090	1244,597	9,292	1218,313	9,493	1193,327	9,692
94- 95	LA-180	B	2378,830	1339,552	5,336	1295,419	5,518	1254,120	5,700	1215,465	5,881	1179,269	6,062
95- 96	LA-180	B	2001,648	1271,898	2,186	1197,751	2,321	1129,338	2,462	1066,574	2,607	1009,252	2,755
96- 97					1,325		1,407		1,493		1,581		1,670
97- 98	LA-180	B	2219,939	1312,343	4,517	1256,439	4,718	1204,587	4,922	1156,553	5,126	1112,088	5,331
98- 99					1,200		1,253		1,307		1,361		1,416
99-100	LA-180	B	2480,355	1275,784	10,451	1251,003	10,659	1227,365	10,864	1204,800	11,068	1183,240	11,270
100-101			2339,781	1333,098	5,267	1286,186	5,460	1242,394	5,652	1201,516	5,845	1163,349	6,037
101-102	LA-180	B			2,583		2,677		2,771		2,866		2,960
102-103					5,437		5,636		5,834		6,033		6,231
103-104	LA-180	B	2092,351	1288,988	2,352	1222,720	2,480	1161,522	2,611	1105,200	2,744	1053,497	2,879
104-105			2206,375	1309,914	1,528	1252,948	1,597	1200,142	1,667	1151,263	1,738	1106,058	1,809
105-106	LA-180	B			4,252		4,446		4,641		4,839		5,036
106-107					3,197		3,342		3,489		3,637		3,786
107-108	LA-180	B	2476,142	1354,898	6,494	1317,375	6,679	1282,026	6,863	1248,705	7,047	1217,273	7,229
108-109					7,021		7,221		7,421		7,619		7,816

Tramo	Conductor	Zona	T0 (daN)	Tensión -5ºC		Tensión 0ºC		Tensión 5ºC		Tensión 10ºC		Tensión 15ºC	
				T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
109-110	LA-180	B	2062,189	1283,334	2,917	1214,494	3,083	1150,954	3,253	1092,548	3,427	1039,028	3,604
110-111					0,745		0,787		0,830		0,875		0,920
111-112	LA-180	B	2319,715	1329,719	3,358	1281,350	3,484	1236,252	3,612	1194,213	3,739	1155,019	3,866
112-113					5,412		5,617		5,822		6,027		6,232
113-114	LA-180	B	2206,462	1309,929	3,197	1252,970	3,342	1200,170	3,489	1151,297	3,637	1106,096	3,786
114-115	LA-180	B	1949,589	1262,021	1,459	1183,158	1,556	1110,355	1,658	1043,628	1,764	982,839	1,873
115-116	LA-180	B	2360,745	1336,583	4,769	1291,172	4,936	1248,726	5,104	1209,048	5,272	1171,944	5,439
116-117					5,065		5,244		5,422		5,600		5,778
117-118	LA-180	B	2309,578	1327,996	5,806	1278,884	6,029	1233,121	6,253	1190,489	6,477	1150,772	6,701
118-119					1,588		1,649		1,710		1,772		1,833
119-120	LA-180	C	2285,068	784,510	7,466	769,320	7,614	754,887	7,760	741,156	7,904	728,078	8,046
120-121			2262,348	916,255	3,283	877,994	3,426	843,017	3,568	810,999	3,709	781,637	3,849
121-122	LA-180	C			2,870		2,995		3,120		3,243		3,365
122-123					3,063		3,197		3,330		3,461		3,591
123-124	LA-180	B	2331,423	1331,695	4,532	1284,179	4,700	1239,845	4,868	1198,485	5,036	1159,892	5,204
124-125	LA-180	B	1753,022	1225,484	0,454	1127,611	0,493	1036,197	0,537	952,001	0,585	875,544	0,636
125-126					0,974		1,059		1,152		1,254		1,363
126-127	LA-180	B	1827,602	1239,079	1,049	1148,627	1,132	1064,693	1,221	987,688	1,316	917,787	1,417
127-128	LA-180	B	2411,567	1344,835	7,452	1302,976	7,692	1263,720	7,931	1226,891	8,170	1192,321	8,407
128-129					2,942		3,037		3,131		3,225		3,319
129-130	LA-180	B	2530,392	1341,639	8,723	1310,886	8,928	1281,714	9,131	1254,018	9,333	1227,704	9,534

Tramo	Conductor	Zona	T0 (daN)	Tensión -5ºC		Tensión 0ºC		Tensión 5ºC		Tensión 10ºC		Tensión 15ºC	
				T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
130-131	LA-180	B	2445,484	1350,181	5,635	1310,624	5,805	1273,440	5,975	1238,469	6,144	1205,557	6,312
131-132					6,715		6,918		7,120		7,321		7,521
132-133	LA-180	B	2509,651	1319,257	6,725	1290,212	6,877	1262,623	7,027	1236,398	7,176	1211,448	7,324
133-134					10,984		11,232		11,478		11,722		11,964
134-135	LA-180	B	2313,188	1328,611	4,323	1279,764	4,488	1234,238	4,654	1191,818	4,819	1152,287	4,985
135-136	LA-180	B	1831,675	1239,834	0,955	1149,780	1,030	1066,239	1,111	989,604	1,197	920,035	1,287
136-137	LA-180	B	2370,129	1338,128	4,871	1293,383	5,039	1251,533	5,208	1212,387	5,376	1175,755	5,544
137-138					5,647		5,843		6,039		6,234		6,428
138-139					4,609		4,769		4,928		5,087		5,246
139-140	LA-180	B	2402,299	1343,352	7,262	1300,854	7,500	1261,024	7,737	1223,682	7,973	1188,653	8,208
140-141					2,754		2,844		2,934		3,024		3,113
141-142	LA-180	B	2519,222	1284,726	11,592	1261,669	11,805	1239,611	12,015	1218,493	12,224	1198,259	12,431
142-143	LA-180	B	1863,950	1245,853	1,084	1158,929	1,165	1078,446	1,252	1004,672	1,344	937,661	1,440
143-144	LA-180	B	2458,683	1352,225	6,430	1313,549	6,620	1277,160	6,809	1242,902	6,997	1210,630	7,183
144-145	LA-180	B	1877,004	1248,302	0,722	1162,631	0,776	1083,358	0,832	1010,707	0,892	944,693	0,955
145-146					1,488		1,598		1,715		1,838		1,967
146-147	LA-180	B	2508,724	1338,482	8,219	1306,391	8,421	1276,001	8,622	1247,201	8,821	1219,885	9,019
147-148	LA-180	B	2535,606	1342,344	8,855	1311,917	9,061	1283,041	9,265	1255,616	9,468	1229,547	9,669
148-149	LA-180	B	2465,671	1275,955	9,925	1249,955	10,132	1225,198	10,337	1201,605	10,540	1179,102	10,742
149-150	LA-180	B	1855,934	1244,353	1,038	1156,656	1,117	1075,422	1,202	1000,949	1,291	933,315	1,385
150-151	LA-180	B	2483,475	1231,673	14,482	1213,727	14,696	1196,444	14,909	1179,788	15,120	1163,727	15,329
151-152	LA-180	B	2047,827	1280,630	2,208	1210,549	2,336	1145,874	2,468	1086,456	2,603	1032,054	2,740

Tramo	Conductor	Zona	T0 (daN)	Tensión -5ºC		Tensión 0ºC		Tensión 5ºC		Tensión 10ºC		Tensión 15ºC	
				T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
152-153	LA-180	B	2112,296	1292,704	2,529	1228,112	2,662	1168,433	2,798	1113,460	2,936	1062,934	3,076
153-154	LA-180	B	2491,795	1245,638	13,512	1226,266	13,726	1207,648	13,938	1189,741	14,148	1172,507	14,357
154-155	LA-180	B	2204,289	1287,893	4,128	1234,650	4,306	1185,273	4,485	1139,521	4,665	1097,142	4,846
155-156					4,149		4,328		4,508		4,689		4,871
156-157					2,419		2,523		2,628		2,734		2,840
157-158	LA-180	B	2305,242	1327,256	4,352	1277,825	4,521	1231,775	4,690	1188,889	4,859	1148,947	5,028
158-159	LA-180	B	1979,505	1267,698	1,608	1191,563	1,711	1121,306	1,818	1056,883	1,929	998,111	2,043
159-160	LA-180	B	2493,624	1282,941	15,133	1258,135	15,432	1234,469	15,729	1211,870	16,023	1190,274	16,314
160-161					12,091		12,330		12,567		12,802		13,034
161-162					3,184		3,247		3,309		3,371		3,432
162-163					6,746		6,879		7,011		7,142		7,271
163-164	LA-180	B	2253,038	1318,207	3,149	1264,858	3,282	1215,296	3,416	1169,293	3,551	1126,609	3,685
164-165					4,081		4,253		4,427		4,601		4,776
165-166	LA-180	B	2267,579	1320,753	3,463	1268,508	3,606	1219,937	3,750	1174,813	3,894	1132,900	4,038
166-167					4,119		4,289		4,459		4,631		4,802
167-168	LA-180	B	2167,771	1302,923	3,507	1242,882	3,677	1187,312	3,849	1135,984	4,023	1088,637	4,198
168-169					2,018		2,115		2,214		2,314		2,415
169-170	LA-180	B	2304,667	1327,158	2,671	1277,684	2,774	1231,596	2,878	1188,676	2,982	1148,705	3,086
170-171					3,620		3,760		3,901		4,042		4,183
171-172					4,443		4,616		4,788		4,962		5,134
172-173					5,536		5,750		5,966		6,181		6,397
173-174	LA-180	B	2430,752	1347,875	3,805	1307,325	3,923	1269,246	4,041	1233,473	4,158	1199,843	4,275
174-175					7,477		7,709		7,941		8,171		8,401

Tramo	Conductor	Zona	Tensión 20ºC		Tensión 25ºC		Tensión 30ºC		Tensión 35ºC		Tensión 40ºC		Tensión 45ºC	
			T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
1- 2	LA-180	A	1140,528	3,384	1093,820	3,528	1050,724	3,673	1010,961	3,818	974,255	3,962	940,341	4,105
2- 3	LA-180	A	1161,595	4,032	1117,835	4,190	1077,292	4,348	1039,716	4,505	1004,866	4,662	972,512	4,817
3- 4	LA-180	A	1210,672	6,918	1173,797	7,136	1139,282	7,352	1106,949	7,568	1076,633	7,781	1048,177	7,993
4- 5				3,548		3,660		3,771		3,881		3,990		4,099
5- 6	LA-180	A	1150,124	3,625	1104,759	3,774	1062,825	3,923	1024,056	4,072	988,190	4,220	954,979	4,367
6- 7	LA-180	A	1255,830	12,688	1235,152	12,901	1215,315	13,112	1196,271	13,322	1177,976	13,529	1160,387	13,735
7- 8	LA-180	A	1239,262	6,796	1206,465	6,981	1175,570	7,165	1146,441	7,347	1118,951	7,528	1092,982	7,707
8- 9	LA-180	A	1161,595	3,909	1117,835	4,062	1077,292	4,215	1039,716	4,367	1004,866	4,519	972,512	4,669
9- 10	LA-180	A	1150,050	4,353	1104,676	4,532	1062,733	4,711	1023,955	4,890	988,083	5,067	954,867	5,244
10- 11				2,653		2,762		2,871		2,980		3,088		3,196
11- 12	LA-180	A	1233,420	4,226	1199,784	4,345	1168,140	4,463	1138,345	4,580	1110,265	4,696	1083,772	4,810
12- 13				3,803		3,909		4,015		4,120		4,225		4,328
13- 14				6,074		6,244		6,413		6,582		6,748		6,913
14- 15				10,027		10,309		10,589		10,866		11,142		11,415
15- 16	LA-180	A	1251,337	12,196	1226,521	12,444	1202,872	12,689	1180,318	12,932	1158,788	13,173	1138,220	13,411
16- 17				7,201		7,347		7,492		7,635		7,777		7,918
17- 18	LA-180	A	1214,611	5,660	1178,293	5,835	1144,271	6,009	1112,372	6,181	1082,436	6,352	1054,312	6,522
18- 19	LA-180	A	1189,870	4,738	1150,066	4,902	1112,974	5,066	1078,387	5,228	1046,107	5,390	1015,948	5,550
19- 20	LA-180	A	1246,383	8,068	1217,048	8,262	1189,279	8,456	1162,970	8,647	1138,020	8,837	1114,337	9,025
20- 21	LA-180	A	1227,797	6,227	1193,356	6,407	1160,996	6,586	1130,567	6,764	1101,924	6,940	1074,935	7,114
21- 22	LA-180	A	1247,160	6,886	1218,532	7,048	1191,405	7,209	1165,678	7,368	1141,256	7,526	1118,051	7,683
22- 23				9,482		9,705		9,927		10,146		10,364		10,579

Tramo	Conductor	Zona	Tensión 20ºC		Tensión 25ºC		Tensión 30ºC		Tensión 35ºC		Tensión 40ºC		Tensión 45ºC	
			T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
23- 24	LA-180	A	1067,301	2,733	1010,088	2,888	958,002	3,045	910,683	3,203	867,733	3,362	828,747	3,520
24- 25				1,168		1,234		1,301		1,369		1,436		1,504
25- 26	LA-180	A	914,569	0,623	830,260	0,686	754,797	0,755	688,372	0,828	630,669	0,904	580,968	0,981
26- 27	LA-180	A	1182,219	2,710	1141,343	2,807	1103,312	2,904	1067,909	3,000	1034,923	3,096	1004,157	3,190
27- 28				5,034		5,214		5,394		5,573		5,751		5,927
28- 29				5,304		5,495		5,684		5,873		6,060		6,246
29- 30	LA-180	A	923,006	0,681	840,576	0,748	766,797	0,820	701,757	0,895	645,090	0,974	596,086	1,054
30- 31	LA-180	A	947,944	0,841	870,691	0,916	801,473	0,995	740,159	1,077	686,296	1,162	639,212	1,247
31- 32	LA-180	A	933,475	0,811	853,283	0,888	781,487	0,969	718,071	1,055	662,624	1,143	614,447	1,233
32- 33	LA-180	A	865,967	0,333	769,089	0,375	681,798	0,423	605,348	0,476	540,124	0,534	485,550	0,594
33- 34	LA-180	A	1171,444	4,386	1129,060	4,551	1089,715	4,716	1053,172	4,879	1019,205	5,042	987,601	5,204
34- 35	LA-180	A	1249,731	6,550	1223,446	6,691	1198,453	6,831	1174,670	6,969	1152,016	7,107	1130,420	7,242
35- 36				11,423		11,669		11,913		12,154		12,394		12,631
36- 37	LA-180	A	1107,980	3,102	1056,674	3,253	1009,627	3,404	966,516	3,556	927,011	3,708	890,788	3,859
37- 38	LA-180	A	1147,761	3,851	1102,065	4,011	1059,845	4,171	1020,830	4,330	984,757	4,489	951,372	4,647
38- 39	LA-180	A	1262,630	22,925	1248,307	23,189	1234,410	23,451	1220,921	23,712	1207,822	23,970	1195,095	24,226
39- 40				15,869		16,051		16,233		16,412		16,591		16,768
40- 41	LA-180	A	1169,047	2,595	1126,328	2,693	1086,690	2,791	1049,895	2,889	1015,713	2,987	983,925	3,083
41- 42				5,200		5,397		5,594		5,791		5,986		6,180
42- 43	LA-180	A	1210,451	7,343	1173,545	7,574	1139,002	7,804	1106,645	8,033	1076,307	8,260	1047,833	8,484
43- 44				1,887		1,946		2,005		2,064		2,122		2,180
44- 45	LA-180	A	1193,746	4,868	1154,487	5,034	1117,872	5,199	1083,701	5,363	1051,781	5,526	1021,934	5,687

Tramo	Conductor	Zona	Tensión 20ºC		Tensión 25ºC		Tensión 30ºC		Tensión 35ºC		Tensión 40ºC		Tensión 45ºC	
			T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
45- 46	LA-180	A	1245,121	4,332	1214,639	4,441	1185,832	4,549	1158,583	4,656	1132,782	4,762	1108,329	4,867
46- 47				9,792		10,039		10,283		10,525		10,765		11,003
47- 48	LA-180	A	1245,300	7,794	1214,981	7,988	1186,321	8,182	1159,204	8,373	1133,524	8,563	1109,180	8,752
48- 49	LA-180	B	1085,635	4,432	1048,752	4,588	1014,494	4,743	982,642	4,897	952,991	5,049	925,352	5,200
49- 50	LA-180	B	1120,286	5,329	1086,320	5,496	1054,579	5,661	1024,885	5,826	997,075	5,988	970,994	6,149
50- 51	LA-180	A	1201,273	5,139	1163,072	5,308	1127,387	5,476	1094,029	5,643	1062,817	5,809	1033,581	5,973
51- 52	LA-180	A	1006,522	1,523	939,818	1,632	879,668	1,743	825,725	1,857	777,516	1,972	734,500	2,088
52- 53	LA-180	A	1248,285	8,691	1220,681	8,888	1194,486	9,083	1169,606	9,276	1145,953	9,468	1123,447	9,658
53- 54	LA-180	A	1187,057	4,853	1146,859	5,023	1109,422	5,193	1074,533	5,361	1041,993	5,529	1011,609	5,695
54- 55				4,477		4,634		4,790		4,946		5,100		5,254
55- 56	LA-180	B	1075,348	4,774	1052,825	4,876	1031,443	4,977	1011,122	5,077	991,789	5,176	973,376	5,274
56- 57				10,956		11,191		11,423		11,654		11,881		12,107
57- 58	LA-180	A	1160,473	3,886	1116,557	4,039	1075,877	4,192	1038,184	4,344	1003,234	4,496	970,796	4,646
58- 59	LA-180	A	1263,140	20,571	1249,298	20,799	1235,857	21,026	1222,797	21,252	1210,105	21,476	1197,763	21,698
59- 60	LA-180	A	878,525	0,399	785,236	0,446	701,442	0,500	628,028	0,558	565,094	0,620	511,976	0,685
60- 61	LA-180	A	1159,346	3,841	1115,272	3,992	1074,456	4,144	1036,645	4,296	1001,595	4,446	969,071	4,595
61- 62	LA-180	A	1133,964	4,679	1086,333	4,885	1042,443	5,090	1002,003	5,296	964,727	5,501	930,338	5,705
62- 63				2,769		2,890		3,012		3,134		3,255		3,375
63- 64				0,808		0,844		0,879		0,915		0,950		0,985
64- 65	LA-180	B	1066,641	5,215	1028,186	5,410	992,586	5,604	959,600	5,797	928,997	5,989	900,566	6,178
65- 66				2,307		2,394		2,480		2,565		2,650		2,733
66- 67	LA-180	A	1164,927	4,033	1121,633	4,188	1081,494	4,344	1044,267	4,499	1009,714	4,653	977,613	4,806

Tramo	Conductor	Zona	Tensión 20ºC		Tensión 25ºC		Tensión 30ºC		Tensión 35ºC		Tensión 40ºC		Tensión 45ºC	
			T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
67- 68	LA-180	A	1254,134	11,614	1231,890	11,824	1210,605	12,033	1190,223	12,239	1170,691	12,444	1151,958	12,647
68- 69	LA-180	B	1098,317	7,259	1070,658	7,446	1044,601	7,632	1020,025	7,817	996,818	7,999	974,878	8,179
69- 70				6,697		6,870		7,042		7,211		7,380		7,546
70- 71	LA-180	B	1167,419	16,105	1149,468	16,358	1132,215	16,608	1115,623	16,856	1099,653	17,101	1084,273	17,345
71- 72				8,634		8,769		8,903		9,036		9,167		9,298
72- 73	LA-180	B	834,176	1,429	776,082	1,536	724,667	1,646	679,312	1,755	639,335	1,865	604,060	1,974
73- 74	LA-180	B	1089,715	4,552	1053,172	4,710	1019,205	4,867	987,601	5,023	958,160	5,177	930,696	5,330
74- 75	LA-180	B	1134,287	5,678	1101,522	5,847	1070,828	6,015	1042,043	6,181	1015,016	6,346	989,610	6,509
75- 76	LA-180	B	986,119	2,684	941,097	2,813	900,018	2,941	862,520	3,069	828,258	3,196	796,905	3,322
76- 77	LA-180	B	936,503	2,844	887,408	3,002	843,028	3,160	802,924	3,318	766,658	3,475	733,813	3,631
77- 78				1,323		1,397		1,470		1,544		1,617		1,689
78- 79	LA-180	B	1123,954	12,233	1105,995	12,432	1088,761	12,629	1072,212	12,825	1056,306	13,018	1041,009	13,210
79- 80	LA-180	B	1155,905	6,403	1125,026	6,578	1095,986	6,753	1068,648	6,926	1042,884	7,097	1018,574	7,267
80- 81	LA-180	B	898,694	2,699	846,406	2,865	799,493	3,034	757,448	3,202	719,754	3,370	685,914	3,537
81- 82				0,673		0,714		0,756		0,798		0,840		0,882
82- 83	LA-180	B	1105,142	6,460	1069,893	6,673	1037,040	6,885	1006,388	7,095	977,756	7,303	950,975	7,509
83- 84				2,164		2,236		2,307		2,377		2,446		2,515
84- 85	LA-180	B	1145,355	7,322	1117,120	7,508	1090,477	7,691	1065,312	7,873	1041,516	8,054	1018,988	8,232
85- 86			1147,874	4,107	1116,289	4,223	1086,629	4,339	1058,747	4,453	1032,506	4,566	1007,781	4,679
86- 87	LA-180	B		8,490		8,730		8,969		9,206		9,440		9,672
87- 88				5,183		5,329		5,475		5,619		5,762		5,904

Tramo	Conductor	Zona	Tensión 20ºC		Tensión 25ºC		Tensión 30ºC		Tensión 35ºC		Tensión 40ºC		Tensión 45ºC	
			T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
88- 89	LA-180	A	1136,991	2,452	1089,786	2,558	1046,262	2,664	1006,134	2,771	969,121	2,876	934,950	2,982
89- 90				3,987		4,160		4,333		4,506		4,678		4,850
90- 91	LA-180	B	1168,866	6,869	1139,136	7,049	1111,113	7,227	1084,671	7,403	1059,695	7,578	1036,076	7,751
91- 92				5,875		6,028		6,181		6,331		6,481		6,629
92- 93				7,871		8,077		8,281		8,483		8,683		8,881
93- 94	LA-180	B	1169,555	9,889	1146,916	10,085	1125,338	10,279	1104,752	10,471	1085,095	10,661	1066,307	10,849
94- 95	LA-180	B	1145,354	6,241	1113,549	6,420	1083,696	6,597	1055,644	6,772	1029,256	6,946	1004,403	7,118
95- 96	LA-180	B	957,074	2,905	909,678	3,057	866,667	3,208	827,633	3,360	792,177	3,510	759,924	3,659
96- 97				1,762		1,853		1,945		2,037		2,128		2,219
97- 98	LA-180	B	1070,934	5,537	1032,832	5,741	997,534	5,944	964,801	6,146	934,410	6,347	906,154	6,545
98- 99				1,470		1,524		1,578		1,632		1,685		1,738
99-100	LA-180	B	1162,624	11,470	1142,895	11,669	1123,999	11,866	1105,886	12,060	1088,511	12,253	1071,830	12,444
100-101	LA-180	B	1127,695	6,228	1094,363	6,418	1063,174	6,606	1033,958	6,793	1006,559	6,979	980,832	7,162
101-102				3,053		3,147		3,239		3,330		3,421		3,511
102-103				6,428		6,625		6,819		7,012		7,203		7,393
103-104	LA-180	B		######	962,714	3,150	922,973	3,286	886,557	3,421	853,152	3,555	822,463	3,688
104-105	LA-180	B	1064,262	1,880	1025,610	1,951	989,845	2,022	956,718	2,092	925,999	2,161	897,472	2,230
105-106				5,234		5,432		5,628		5,824		6,017		6,209
106-107				3,935		4,083		4,231		4,378		4,523		4,667
107-108	LA-180	B	1187,599	7,410	1159,561	7,589	1133,043	7,767	1107,937	7,943	1084,144	8,118	1061,573	8,291
108-109				8,012		8,206		8,398		8,589		8,777		8,964

Tramo	Conductor	Zona	Tensión 20ºC		Tensión 25ºC		Tensión 30ºC		Tensión 35ºC		Tensión 40ºC		Tensión 45ºC	
			T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
109-110	LA-180	B	990,089	3,782	945,390	3,961	904,576	4,140	867,292	4,318	833,198	4,495	801,973	4,670
110-111				0,965		1,011		1,057		1,102		1,147		1,192
111-112	LA-180	B	1118,462	3,992	1084,341	4,118	1052,465	4,243	1022,654	4,367	994,743	4,489	968,576	4,611
112-113				6,435		6,638		6,840		7,039		7,237		7,433
113-114	LA-180	B	1064,305	3,935	1025,657	4,083	989,894	4,231	956,770	4,378	926,053	4,523	897,527	4,667
114-115	LA-180	B	927,715	1,985	877,887	2,098	832,922	2,211	792,365	2,324	755,759	2,437	722,673	2,548
115-116	LA-180	B	1137,226	5,605	1104,715	5,770	1074,243	5,934	1045,651	6,097	1018,793	6,258	993,531	6,417
116-117				5,954		6,130		6,304		6,476		6,647		6,817
117-118	LA-180	B	1113,756	6,924	1079,235	7,146	1047,012	7,366	1016,903	7,585	988,734	7,801	962,348	8,015
118-119				1,894		1,954		2,015		2,074		2,133		2,192
119-120	LA-180	C	715,605	8,187	703,697	8,325	692,315	8,463	681,423	8,598	670,992	8,732	660,990	8,865
120-121	LA-180	C	754,657	3,987	729,810	4,122	706,875	4,256	685,655	4,388	665,975	4,518	647,680	4,646
121-122				3,485		3,604		3,721		3,837		3,950		4,062
122-123				3,720		3,847		3,972		4,095		4,216		4,335
123-124	LA-180	B	1123,862	5,371	1090,202	5,537	1058,727	5,701	1029,263	5,865	1001,650	6,027	975,739	6,187
124-125	LA-180	B	807,019	0,690	746,269	0,746	692,832	0,803	646,046	0,861	605,147	0,920	569,364	0,977
125-126				1,479		1,600		1,723		1,848		1,973		2,097
126-127	LA-180	B	854,909	1,521	798,746	1,628	748,816	1,737	704,532	1,846	665,272	1,955	630,423	2,063
127-128	LA-180	B	1159,846	8,643	1129,314	8,877	1100,582	9,109	1073,514	9,339	1047,987	9,567	1023,884	9,793
128-129				3,412		3,504		3,596		3,687		3,777		3,865
129-130	LA-180	B	1202,681	9,732	1178,866	9,929	1156,179	10,124	1134,549	10,318	1113,907	10,509	1094,191	10,699

Tramo	Conductor	Zona	Tensión 20ºC		Tensión 25ºC		Tensión 30ºC		Tensión 35ºC		Tensión 40ºC		Tensión 45ºC	
			T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
130-131	LA-180	B	1174,560	6,478	1145,341	6,644	1117,771	6,808	1091,730	6,971	1067,107	7,132	1043,801	7,291
131-132				7,720		7,917		8,113		8,307		8,499		8,689
132-133	LA-180	B	1187,690	7,471	1165,049	7,616	1143,453	7,761	1122,835	7,903	1103,134	8,045	1084,293	8,185
133-134				12,204		12,441		12,677		12,910		13,141		13,370
134-135	LA-180	B	1115,435	5,150	1081,057	5,314	1048,957	5,476	1018,954	5,638	990,877	5,798	964,569	5,956
135-136	LA-180	B	857,442	1,381	801,511	1,478	751,758	1,576	707,605	1,674	668,433	1,772	633,638	1,870
136-137	LA-180	B	1141,454	5,711	1109,310	5,877	1079,159	6,041	1050,847	6,204	1024,232	6,365	999,182	6,525
137-138				6,622		6,814		7,004		7,193		7,381		7,566
138-139				5,404		5,561		5,716		5,870		6,023		6,174
139-140	LA-180	B	1155,772	8,442	1124,881	8,675	1095,831	8,905	1068,484	9,133	1042,711	9,359	1018,394	9,583
140-141				3,202		3,289		3,377		3,463		3,549		3,634
141-142	LA-180	B	1178,859	12,636	1160,243	12,839	1142,367	13,040	1125,189	13,240	1108,669	13,438	1092,771	13,634
142-143	LA-180	B	877,249	1,540	823,093	1,641	774,717	1,744	731,578	1,846	693,107	1,949	658,754	2,051
143-144	LA-180	B	1180,205	7,369	1151,494	7,553	1124,376	7,735	1098,737	7,916	1074,471	8,095	1051,479	8,272
144-145	LA-180	B	885,131	1,019	831,667	1,084	783,832	1,151	741,095	1,217	702,907	1,283	668,739	1,349
145-146				2,099		2,234		2,371		2,508		2,644		2,779
146-147	LA-180	B	1193,953	9,215	1169,315	9,410	1145,884	9,603	1123,580	9,793	1102,330	9,983	1082,065	10,170
147-148	LA-180	B	1204,747	9,868	1181,133	10,066	1158,630	10,262	1137,166	10,456	1116,675	10,648	1097,096	10,839
148-149	LA-180	B	1157,622	10,942	1137,099	11,140	1117,474	11,336	1098,693	11,530	1080,704	11,722	1063,460	11,913
149-150	LA-180	B	872,373	1,481	817,784	1,580	769,073	1,680	725,684	1,781	687,039	1,881	652,574	1,981
150-151	LA-180	B	1148,230	15,537	1133,267	15,743	1118,813	15,947	1104,840	16,149	1091,326	16,350	1078,249	16,549
151-152	LA-180	B	982,362	2,879	937,035	3,018	895,705	3,158	858,007	3,297	823,587	3,434	792,113	3,571

Tramo	Conductor	Zona	Tensión 20ºC		Tensión 25ºC		Tensión 30ºC		Tensión 35ºC		Tensión 40ºC		Tensión 45ºC	
			T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
152-153	LA-180	B	1016,555	3,217	974,007	3,357	934,969	3,497	899,127	3,637	866,183	3,775	835,857	3,913
153-154	LA-180	B	1155,910	14,564	1139,915	14,768	1124,491	14,972	1109,608	15,173	1095,239	15,373	1081,356	15,571
154-155	LA-180	B	1057,884	5,026	1021,498	5,205	987,745	5,383	956,401	5,560	927,256	5,735	900,116	5,908
155-156				5,051		5,232		5,411		5,588		5,764		5,938
156-157				2,945		3,050		3,154		3,258		3,360		3,462
157-158	LA-180	B	1111,735	5,197	1077,043	5,364	1044,671	5,531	1014,434	5,696	986,156	5,859	959,676	6,021
158-159	LA-180	B	944,701	2,159	896,285	2,275	852,451	2,392	812,772	2,509	776,825	2,625	744,212	2,740
159-160	LA-180	B	1169,620	16,603	1149,850	16,890	1130,912	17,174	1112,755	17,455	1095,335	17,733	1078,608	18,009
160-161				13,265		13,494		13,720		13,945		14,167		14,388
161-162				3,493		3,553		3,612		3,671		3,730		3,788
162-163				7,400		7,527		7,654		7,779		7,903		8,025
163-164	LA-180	B	1087,001	3,820	1050,232	3,954	1016,072	4,087	984,303	4,219	954,722	4,349	927,141	4,479
164-165				4,950		5,124		5,296		5,467		5,637		5,805
165-166	LA-180	B	1093,965	4,182	1057,777	4,325	1024,115	4,467	992,772	4,609	963,551	4,748	936,272	4,887
166-167				4,973		5,144		5,313		5,481		5,647		5,812
167-168	LA-180	B	1044,991	4,374	1004,759	4,549	967,659	4,724	933,415	4,897	901,772	5,069	872,489	5,240
168-169				2,516	4,642	2,617		2,717		2,817		2,916		3,014
169-170	LA-180	B	1111,467	3,189	1076,751	3,292	1044,360	3,394	1014,106	3,496	985,813	3,596	959,321	3,695
170-171				4,323		4,462		4,601		4,738		4,874		5,009
171-172				5,307		5,478		5,648		5,817		5,984		6,149
172-173				6,611		6,825		7,037		7,247		7,455		7,661
173-174	LA-180	B	1168,207	4,390	1138,418	4,505	1110,343	4,619	1083,855	4,732	1058,838	4,844	1035,183	4,955
174-175				8,629		8,855		9,079		9,301		9,521		9,739

Tramo	Conductor	Zona	Tensión 50ºC		Tensión 55ºC		Tensión 60ºC		Tensión 65ºC		Tensión 70ºC	
			T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
1- 2	LA-180	A	908,969	4,246	879,907	4,387	852,940	4,526	827,875	4,663	804,536	4,798
2- 3	LA-180	A	942,438	4,971	914,446	5,123	888,352	5,274	863,987	5,423	841,201	5,570
3- 4	LA-180	A	1021,437	8,202	996,278	8,410	972,577	8,615	950,221	8,818	929,106	9,019
4- 5				4,206		4,312		4,418		4,522		4,625
5- 6	LA-180	A	924,190	4,512	895,605	4,657	869,025	4,799	844,268	4,940	821,169	5,079
6- 7	LA-180	A	1143,465	13,938	1127,174	14,140	1111,480	14,341	1096,350	14,539	1081,756	14,736
7- 8	LA-180	A	1068,423	7,884	1045,173	8,060	1023,136	8,234	1002,228	8,406	982,368	8,576
8- 9	LA-180	A	942,438	4,819	914,446	4,966	888,352	5,112	863,987	5,257	841,201	5,399
9- 10	LA-180	A	924,073	5,419	895,484	5,592	868,901	5,763	844,142	5,933	821,041	6,100
10- 11				3,302		3,408		3,512		3,615		3,717
11- 12	LA-180	A	1058,751	4,924	1035,093	5,037	1012,699	5,148	991,476	5,259	971,340	5,368
12- 13				4,431		4,532		4,632		4,731		4,830
13- 14				7,077		7,239		7,399		7,558		7,715
14- 15				11,685		11,953		12,218		12,480		12,740
15- 16	LA-180	A	1118,552	13,648	1099,730	13,882	1081,703	14,114	1064,422	14,344	1047,844	14,571
16- 17				8,057		8,195		8,332		8,468		8,602
17- 18	LA-180	A	1027,860	6,690	1002,952	6,857	979,467	7,021	957,297	7,184	936,342	7,345
18- 19	LA-180	A	987,737	5,709	961,314	5,866	936,532	6,021	913,257	6,175	891,364	6,327
19- 20	LA-180	A	1091,833	9,212	1070,429	9,396	1050,052	9,579	1030,631	9,760	1012,106	9,939
20- 21	LA-180	A	1049,478	7,287	1025,436	7,458	1002,706	7,627	981,190	7,795	960,799	7,961
21- 22	LA-180	A	1095,981	7,838	1074,969	7,991	1054,947	8,143	1035,848	8,294	1017,613	8,442
22- 23				10,793		11,004		11,213		11,421		11,626

Tramo	Conductor	Zona	Tensión 50ºC		Tensión 55ºC		Tensión 60ºC		Tensión 65ºC		Tensión 70ºC	
			T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
23- 24	LA-180	A	793,329	3,677	761,104	3,833	731,726	3,987	704,882	4,139	680,292	4,289
24- 25				1,571		1,638		1,704		1,768		1,832
25- 26	LA-180	A	538,322	1,059	501,724	1,136	470,214	1,212	442,947	1,287	419,205	1,360
26- 27	LA-180	A	975,428	3,285	948,564	3,378	923,410	3,470	899,822	3,561	877,670	3,651
27- 28				6,102		6,275		6,447		6,616		6,783
28- 29				6,431		6,613		6,793		6,972		7,148
29- 30	LA-180	A	553,842	1,135	517,411	1,215	485,897	1,294	458,506	1,371	434,560	1,446
30- 31	LA-180	A	598,127	1,333	562,247	1,418	530,825	1,502	503,196	1,585	478,783	1,666
31- 32	LA-180	A	572,694	1,323	536,485	1,412	504,992	1,500	477,478	1,586	453,313	1,671
32- 33	LA-180	A	440,361	0,655	403,019	0,716	372,028	0,775	346,099	0,833	324,190	0,890
33- 34	LA-180	A	958,160	5,364	930,696	5,522	905,040	5,679	881,035	5,834	858,540	5,987
34- 35	LA-180	A	1109,813	7,377	1090,132	7,511	1071,320	7,643	1053,321	7,773	1036,086	7,903
35- 36				12,866		13,099		13,330		13,558		13,784
36- 37	LA-180	A	857,538	4,009	826,970	4,157	798,818	4,303	772,841	4,448	748,821	4,591
37- 38	LA-180	A	920,438	4,803	891,733	4,958	865,057	5,111	840,222	5,262	817,062	5,412
38- 39	LA-180	A	1182,726	24,481	1170,698	24,734	1158,998	24,984	1147,612	25,233	1136,528	25,481
39- 40				16,944		17,119		17,292		17,464		17,635
40- 41	LA-180	A	954,328	3,179	926,734	3,274	900,969	3,367	876,875	3,460	854,307	3,551
41- 42				6,371		6,561		6,749		6,935		7,119
42- 43	LA-180	A	1021,076	8,707	995,903	8,928	972,190	9,146	949,824	9,362	928,700	9,575
43- 44				2,237		2,293		2,349		2,405		2,459
44- 45	LA-180	A	993,990	5,847	967,795	6,006	943,207	6,163	920,095	6,318	898,339	6,471

Tramo	Conductor	Zona	Tensión 50ºC		Tensión 55ºC		Tensión 60ºC		Tensión 65ºC		Tensión 70ºC	
			T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
45- 46	LA-180	A	1085,131	4,971	1063,099	5,074	1042,154	5,176	1022,222	5,277	1003,235	5,377
46- 47				11,239		11,473		11,704		11,933		12,159
47- 48	LA-180	A	1086,079	8,938	1064,136	9,123	1043,271	9,306	1023,411	9,486	1004,488	9,666
48- 49	LA-180	B	899,549	5,350	875,424	5,497	852,831	5,643	831,639	5,787	811,728	5,929
49- 50	LA-180	B	946,502	6,309	923,472	6,466	901,785	6,622	881,334	6,776	862,022	6,928
50- 51	LA-180	A	1006,165	6,136	980,423	6,298	956,221	6,457	933,436	6,615	911,957	6,771
51- 52	LA-180	A	696,116	2,203	661,819	2,317	631,103	2,430	603,513	2,541	578,645	2,651
52- 53	LA-180	A	1102,011	9,846	1081,576	10,033	1062,076	10,217	1043,451	10,400	1025,647	10,581
53- 54	LA-180	A	983,207	5,860	956,620	6,023	931,700	6,184	908,308	6,344	886,319	6,502
54- 55				5,406		5,556		5,705		5,852		5,998
55- 56	LA-180	B	955,821	5,371	939,068	5,467	923,064	5,562	907,759	5,656	893,110	5,749
56- 57				12,330		12,550		12,768		12,984		13,198
57- 58	LA-180	A	940,651	4,795	912,600	4,943	886,457	5,089	862,053	5,233	839,235	5,375
58- 59	LA-180	A	1185,757	21,918	1174,074	22,137	1162,701	22,355	1151,624	22,571	1140,833	22,785
59- 60	LA-180	A	467,502	0,750	430,308	0,815	399,082	0,878	372,679	0,941	350,163	1,001
60- 61	LA-180	A	938,856	4,743	910,745	4,890	884,554	5,035	860,110	5,178	837,261	5,320
61- 62	LA-180	A	898,575	5,906	869,195	6,106	841,974	6,304	816,709	6,499	793,215	6,692
62- 63				3,495		3,613		3,730		3,845		3,959
63- 64				1,020		1,054		1,088		1,122		1,155
64- 65	LA-180	B	874,112	6,365	849,456	6,550	826,437	6,733	804,908	6,913	784,739	7,091
65- 66				2,816		2,898		2,979		3,058		3,137
66- 67	LA-180	A	947,751	4,958	919,936	5,108	893,987	5,256	869,742	5,403	847,052	5,548

Tramo	Conductor	Zona	Tensión 50ºC		Tensión 55ºC		Tensión 60ºC		Tensión 65ºC		Tensión 70ºC	
			T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
67- 68	LA-180	A	1133,978	12,848	1116,709	13,047	1100,109	13,244	1084,141	13,440	1068,771	13,634
68- 69	LA-180	B	954,109	8,357	934,426	8,534	915,749	8,708	898,005	8,881	881,129	9,051
69- 70				7,711		7,873		8,034		8,193		8,350
70- 71	LA-180	B	1069,451	17,586	1055,156	17,825	1041,361	18,062	1028,041	18,297	1015,170	18,530
71- 72				9,427		9,555		9,682		9,807		9,932
72- 73	LA-180	B	572,854	2,082	545,149	2,188	520,452	2,292	498,336	2,393	478,441	2,493
73- 74	LA-180	B	905,040	5,482	881,035	5,631	858,540	5,779	837,426	5,925	817,577	6,069
74- 75	LA-180	B	965,696	6,670	943,157	6,830	921,886	6,988	901,786	7,144	882,765	7,298
75- 76	LA-180	B	768,160	3,447	741,751	3,569	717,433	3,691	694,986	3,810	674,218	3,927
76- 77	LA-180	B	704,006	3,785	676,890	3,936	652,153	4,086	629,523	4,233	608,758	4,377
77- 78				1,761		1,831		1,901		1,969		2,036
78- 79	LA-180	B	1026,286	13,400	1012,106	13,588	998,438	13,775	985,256	13,960	972,533	14,143
79- 80	LA-180	B	995,609	7,435	973,889	7,601	953,322	7,765	933,822	7,928	915,312	8,088
80- 81	LA-180	B	655,467	3,701	627,995	3,863	603,129	4,023	580,547	4,179	559,967	4,333
81- 82				0,922		0,963		1,003		1,042		1,080
82- 83	LA-180	B	925,891	7,713	902,361	7,914	880,257	8,113	859,461	8,310	839,866	8,504
83- 84				2,584		2,651		2,718		2,783		2,848
84- 85	LA-180	B	997,637	8,408	977,379	8,583	958,136	8,756	939,836	8,927	922,414	9,096
85- 86			984,455	4,790	962,422	4,899	941,584	5,008	921,852	5,115	903,144	5,221
86- 87	LA-180	B		9,902		10,129		10,354		10,576		10,795
87- 88				6,044		6,183		6,320		6,455		6,589

Tramo	Conductor	Zona	Tensión 50ºC		Tensión 55ºC		Tensión 60ºC		Tensión 65ºC		Tensión 70ºC	
			T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
88- 89	LA-180	A	903,367	3,086	874,132	3,189	847,028	3,291	821,854	3,392	798,430	3,492
89- 90				5,019		5,188		5,354		5,518		5,680
90- 91			1013,717	7,923	992,524	8,092	972,415	8,260	953,312	8,425	935,145	8,589
91- 92	LA-180	B		6,775		6,920		7,063		7,205		7,345
92- 93				9,078		9,272		9,464		9,654		9,842
93- 94	LA-180	B	1048,336	11,035	1031,129	11,220	1014,641	11,403	998,828	11,584	983,650	11,763
94- 95	LA-180	B	980,966	7,289	958,837	7,457	937,916	7,624	918,114	7,789	899,345	7,952
95- 96	LA-180	B	730,527	3,807	703,671	3,952	679,073	4,096	656,485	4,237	635,685	4,376
96- 97				2,308		2,396		2,483		2,569		2,653
97- 98	LA-180	B	879,843	6,741	855,303	6,935	832,376	7,126	810,919	7,315	790,804	7,501
98- 99				1,790		1,841		1,892		1,942		1,991
99-100	LA-180	B	1055,803	12,634	1040,392	12,822	1025,565	13,007	1011,287	13,192	997,529	13,374
100-101			956,642	7,343	933,869	7,523	912,398	7,700	892,129	7,875	872,967	8,049
101-102	LA-180	B		3,600		3,688		3,775		3,860		3,945
102-103				7,580		7,765		7,948		8,129		8,308
103-104	LA-180	B	794,219	3,819	768,174	3,949	744,105	4,077	721,813	4,203	701,121	4,327
104-105			870,939	2,298	846,220	2,365	823,151	2,432	801,584	2,497	781,385	2,562
105-106	LA-180	B		6,398		6,585		6,770		6,953		7,133
106-107				4,809		4,950		5,089		5,226		5,361
107-108	LA-180	B	1040,137	8,462	1019,758	8,631	1000,365	8,799	981,889	8,965	964,270	9,129
108-109				9,149		9,333		9,514		9,693		9,871

Tramo	Conductor	Zona	Tensión 50ºC		Tensión 55ºC		Tensión 60ºC		Tensión 65ºC		Tensión 70ºC	
			T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
109-110	LA-180	B	773,324	4,843	746,984	5,014	722,711	5,183	700,292	5,349	679,535	5,513
110-111				1,236		1,280		1,323		1,365		1,407
111-112	LA-180	B	944,012	4,731	920,919	4,849	899,180	4,967	878,686	5,083	859,339	5,197
112-113				7,627		7,818		8,008		8,195		8,380
113-114	LA-180	B	870,996	4,809	846,278	4,950	823,210	5,089	801,643	5,226	781,445	5,361
114-115	LA-180	B	692,704	2,659	665,491	2,768	640,710	2,875	618,076	2,980	597,340	3,084
115-116	LA-180	B	969,742	6,575	947,310	6,731	926,131	6,885	906,107	7,037	887,152	7,188
116-117				6,984		7,150		7,314		7,476		7,636
117-118	LA-180	B	937,597	8,227	914,347	8,437	892,476	8,644	871,873	8,849	852,435	9,051
118-119				2,250		2,307		2,364		2,420		2,475
119-120	LA-180	C	651,390	8,996	642,169	9,125	633,304	9,253	624,772	9,380	616,556	9,506
120-121	LA-180	C	630,633	4,772	614,714	4,896	599,815	5,017	585,841	5,137	572,709	5,255
121-122				4,172		4,280		4,386		4,491		4,594
122-123				4,453		4,568		4,682		4,794		4,904
123-124	LA-180	B	951,392	6,346	928,485	6,502	906,901	6,657	886,537	6,811	867,297	6,962
124-125	LA-180	B	537,970	1,035	510,319	1,091	485,847	1,146	464,081	1,199	444,619	1,252
125-126				2,220		2,340		2,458		2,573		2,686
126-127	LA-180	B	599,413	2,170	571,731	2,275	546,924	2,378	524,604	2,479	504,437	2,579
127-128	LA-180	B	1001,101	10,016	979,538	10,237	959,107	10,456	939,725	10,672	921,316	10,886
128-129				3,954		4,041		4,127		4,212		4,296
129-130	LA-180	B	1075,343	10,887	1057,308	11,073	1040,037	11,258	1023,484	11,440	1007,605	11,621

Tramo	Conductor	Zona	Tensión 50ºC		Tensión 55ºC		Tensión 60ºC		Tensión 65ºC		Tensión 70ºC	
			T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
130-131	LA-180	B	1021,716	7,449	1000,764	7,605	980,866	7,760	961,947	7,913	943,940	8,064
131-132				8,877		9,063		9,248		9,430		9,610
132-133	LA-180	B	1066,259	8,323	1048,982	8,461	1032,417	8,597	1016,522	8,731	1001,257	8,865
133-134				13,597		13,822		14,044		14,264		14,483
134-135	LA-180	B	939,884	6,113	916,690	6,268	894,866	6,421	874,301	6,572	854,895	6,721
135-136	LA-180	B	602,656	1,966	574,979	2,061	550,163	2,154	527,822	2,245	507,625	2,334
136-137	LA-180	B	975,575	6,683	953,299	6,840	932,253	6,994	912,343	7,147	893,484	7,298
137-138				7,749		7,931		8,110		8,287		8,463
138-139				6,324		6,472		6,618		6,763		6,906
139-140	LA-180	B	995,424	9,805	973,699	10,024	953,126	10,241	933,622	10,456	915,109	10,668
140-141				3,718		3,801		3,883		3,964		4,044
141-142	LA-180	B	1077,461	13,828	1062,707	14,021	1048,480	14,211	1034,752	14,401	1021,496	14,588
142-143	LA-180	B	628,006	2,151	600,404	2,250	575,538	2,347	553,056	2,443	532,652	2,537
143-144	LA-180	B	1029,671	8,448	1008,964	8,622	989,280	8,794	970,550	8,964	952,706	9,132
144-145	LA-180	B	638,096	1,413	610,535	1,477	585,663	1,540	563,138	1,602	542,664	1,662
145-146				2,913		3,044		3,174		3,301		3,426
146-147	LA-180	B	1062,721	10,356	1044,239	10,539	1026,565	10,721	1009,649	10,901	993,443	11,079
147-148	LA-180	B	1078,371	11,027	1060,449	11,214	1043,279	11,399	1026,818	11,582	1011,021	11,764
148-149	LA-180	B	1046,915	12,102	1031,030	12,288	1015,766	12,474	1001,087	12,657	986,961	12,839
149-150	LA-180	B	621,765	2,079	594,140	2,176	569,283	2,271	546,831	2,364	526,474	2,455
150-151	LA-180	B	1065,586	16,746	1053,319	16,942	1041,428	17,136	1029,897	17,328	1018,709	17,519
151-152	LA-180	B	763,279	3,706	736,807	3,839	712,447	3,971	689,976	4,100	669,199	4,228

Tramo	Conductor	Zona	Tensión 50ºC		Tensión 55ºC		Tensión 60ºC		Tensión 65ºC		Tensión 70ºC	
			T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
152-153	LA-180	B	807,892	4,048	782,054	4,182	758,134	4,314	735,942	4,444	715,309	4,573
153-154	LA-180	B	1067,936	15,767	1054,955	15,962	1042,393	16,155	1030,229	16,346	1018,443	16,536
154-155	LA-180	B	874,803	6,079	851,157	6,248	829,030	6,415	808,290	6,580	788,817	6,743
155-156				6,110		6,280		6,448		6,614		6,777
156-157				3,562		3,661		3,759		3,855		3,950
157-158	LA-180	B	934,846	6,181	911,530	6,339	889,603	6,496	868,953	6,651	849,478	6,803
158-159	LA-180	B	714,563	2,854	687,545	2,967	662,858	3,077	640,238	3,186	619,454	3,293
159-160	LA-180	B	1062,534	18,283	1047,077	18,554	1032,202	18,822	1017,876	19,088	1004,070	19,352
160-161				14,606		14,822		15,036		15,249		15,459
161-162				3,845		3,902		3,958		4,014		4,069
162-163				8,147		8,267		8,387		8,505		8,622
163-164	LA-180	B	901,387	4,607	877,302	4,734	854,742	4,859	833,575	4,982	813,685	5,104
164-165				5,971		6,135		6,297		6,457		6,615
165-166	LA-180	B	910,770	5,024	886,893	5,159	864,502	5,293	843,472	5,425	823,690	5,556
166-167				5,975		6,136		6,295		6,453		6,608
167-168	LA-180	B	845,345	5,408	820,141	5,574	796,694	5,739	774,840	5,901	754,432	6,061
168-169				3,111		3,206		3,301		3,394		3,486
169-170	LA-180	B	934,481	3,794	911,155	3,891	889,221	3,987	868,566	4,082	849,085	4,176
170-171				5,142		5,274		5,404		5,533		5,660
171-172				6,313		6,475		6,635		6,793		6,949
172-173				7,865		8,067		8,267		8,464		8,658
173-174	LA-180	B	1012,792	5,065	991,572	5,173	971,439	5,281	952,315	5,387	934,130	5,492
174-175				9,955		10,169		10,380		10,589		10,796

Tramo	Conductor	Zona	Tensión 75ºC		Tensión 80ºC		85ºC	
			T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
1- 2	LA-180	A	782,762	4,932	762,412	5,064	743,356	5,194
2- 3	LA-180	A	819,855	5,715	799,825	5,858	780,998	6,000
3- 4	LA-180	A	909,137	9,217	890,228	9,414	872,299	9,608
4- 5				4,726		4,827		4,926
5- 6	LA-180	A	799,579	5,217	779,363	5,352	760,400	5,486
6- 7	LA-180	A	1067,669	14,931	1054,064	15,124	1040,914	15,316
7- 8	LA-180	A	963,482	8,745	945,504	8,911	928,371	9,076
8- 9	LA-180	A	819,855	5,540	799,825	5,679	780,998	5,816
9- 10	LA-180	A	799,449	6,265	779,232	6,428	760,269	6,588
10- 11				3,817		3,916		4,014
11- 12	LA-180	A	952,215	5,476	934,028	5,583	916,714	5,688
12- 13				4,927		5,023		5,118
13- 14				7,870		8,024		8,176
14- 15				12,996		13,250		13,501
15- 16	LA-180	A	1031,926	14,797	1016,632	15,020	1001,924	15,241
16- 17				8,735		8,866		8,997
17- 18	LA-180	A	916,509	7,504	897,715	7,662	879,883	7,817
18- 19	LA-180	A	870,743	6,477	851,290	6,625	832,914	6,772
19- 20	LA-180	A	994,416	10,116	977,508	10,291	961,333	10,465
20- 21	LA-180	A	941,451	8,125	923,073	8,287	905,594	8,447
21- 22	LA-180	A	1000,187	8,590	983,517	8,736	967,557	8,880
22- 23				11,829		12,030		12,229

Tramo	Conductor	Zona	Tensión 75ºC		Tensión 80ºC		85ºC	
			T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
23- 24	LA-180	A	657,707	4,436	636,906	4,582	617,699	4,724
24- 25				1,895		1,957		2,018
25- 26	LA-180	A	398,394	1,431	380,028	1,500	363,712	1,567
26- 27			856,835	3,740	837,208	3,827	818,693	3,914
27- 28	LA-180	A		6,948		7,111		7,273
28- 29				7,322		7,494		7,664
29- 30	LA-180	A	413,493	1,520	394,842	1,592	378,227	1,662
30- 31	LA-180	A	457,099	1,745	437,737	1,822	420,355	1,897
31- 32	LA-180	A	431,964	1,754	412,992	1,834	396,034	1,913
32- 33	LA-180	A	305,481	0,944	289,342	0,997	275,282	1,048
33- 34	LA-180	A	837,426	6,138	817,577	6,287	798,887	6,435
34- 35	LA-180	A	1019,569	8,031	1003,725	8,158	988,516	8,284
35- 36				14,008		14,230		14,450
36- 37	LA-180	A	726,561	4,732	705,888	4,871	686,646	5,007
37- 38	LA-180	A	795,425	5,559	775,174	5,704	756,187	5,848
38- 39	LA-180	A	1125,733	25,726	1115,216	25,970	1104,965	26,212
39- 40				17,805		17,973		18,141
40- 41	LA-180	A	833,135	3,642	813,239	3,731	794,514	3,819
41- 42				7,300		7,479		7,656
42- 43	LA-180	A	908,724	9,786	889,808	9,995	871,875	10,201
43- 44				2,514		2,567		2,620
44- 45	LA-180	A	877,831	6,622	858,472	6,772	840,172	6,920

Tramo	Conductor	Zona	Tensión 75ºC		Tensión 80ºC		85ºC	
			T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
45- 46	LA-180	A	985,129	5,476	967,846	5,574	951,332	5,671
46- 47				12,383		12,605		12,824
47- 48	LA-180	A	986,440	9,843	969,210	10,018	952,744	10,192
48- 49	LA-180	B	792,991	6,070	775,330	6,208	758,658	6,345
49- 50	LA-180	B	843,760	7,078	826,468	7,227	810,071	7,373
50- 51	LA-180	A	891,680	6,926	872,512	7,078	854,368	7,229
51- 52	LA-180	A	556,149	2,758	535,722	2,863	517,106	2,967
52- 53	LA-180	A	1008,610	10,760	992,295	10,938	976,656	11,113
53- 54	LA-180	A	865,617	6,657	846,099	6,811	827,670	6,963
54- 55				6,141		6,283		6,423
55- 56	LA-180	B	879,076	5,841	865,618	5,932	852,701	6,022
56- 57				13,409		13,619		13,826
57- 58	LA-180	A	817,864	5,516	797,814	5,655	778,972	5,792
58- 59	LA-180	A	1130,316	22,998	1120,062	23,209	1110,061	23,420
59- 60	LA-180	A	330,784	1,060	313,951	1,117	299,204	1,172
60- 61	LA-180	A	815,865	5,459	795,796	5,597	776,940	5,733
61- 62	LA-180	A	771,327	6,883	750,895	7,070	731,786	7,255
62- 63				4,072		4,183		4,292
63- 64				1,188		1,220		1,252
64- 65	LA-180	B	765,809	7,267	748,013	7,440	731,254	7,611
65- 66				3,215		3,291		3,367
66- 67	LA-180	A	825,782	5,691	805,811	5,832	787,028	5,972

Tramo	Conductor	Zona	Tensión 75ºC		Tensión 80ºC		85ºC	
			T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
67- 68	LA-180	A	1053,965	13,826	1039,694	14,016	1025,928	14,205
68- 69	LA-180	B	865,059	9,220	849,739	9,386	835,119	9,551
69- 70				8,506		8,660		8,811
70- 71	LA-180	B	1002,727	18,761	990,689	18,990	979,038	19,217
71- 72				10,055		10,178		10,299
72- 73	LA-180	B	460,462	2,591	444,143	2,686	429,267	2,779
73- 74	LA-180	B	798,887	6,211	781,262	6,351	764,614	6,490
74- 75	LA-180	B	864,744	7,451	847,647	7,601	831,407	7,750
75- 76	LA-180	B	654,955	4,043	637,047	4,157	620,359	4,269
76- 77	LA-180	B	589,648	4,520	572,012	4,659	555,688	4,796
77- 78				2,102		2,167		2,231
78- 79	LA-180	B	960,247	14,324	948,373	14,504	936,893	14,683
79- 80	LA-180	B	897,721	8,247	880,984	8,404	865,041	8,559
80- 81	LA-180	B	541,148	4,484	523,881	4,632	507,985	4,777
81- 82				1,117		1,154		1,190
82- 83	LA-180	B	821,376	8,696	803,903	8,886	787,367	9,073
83- 84				2,913		2,976		3,038
84- 85	LA-180	B	905,809	9,263	889,968	9,428	874,837	9,591
85- 86	LA-180	B	885,384	5,326	868,505	5,430	852,444	5,532
86- 87				11,013		11,227		11,439
87- 88				6,721		6,852		6,982

Tramo	Conductor	Zona	Tensión 75ºC		Tensión 80ºC		85ºC	
			T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
88- 89	LA-180	A	776,594	3,590	756,198	3,687	737,113	3,783
89- 90				5,840		5,998		6,153
90- 91			917,849	8,752	901,363	8,912	885,633	9,071
91- 92	LA-180	B		7,484		7,621		7,757
92- 93				10,028		10,212		10,394
93- 94	LA-180	B	969,070	11,940	955,053	12,116	941,566	12,290
94- 95	LA-180	B	881,535	8,112	864,613	8,272	848,516	8,429
95- 96	LA-180	B	616,481	4,512	598,701	4,646	582,198	4,778
96- 97				2,736		2,817		2,897
97- 98	LA-180	B	771,914	7,685	754,145	7,867	737,402	8,046
98- 99				2,040		2,088		2,136
99-100	LA-180	B	984,262	13,555	971,462	13,734	959,103	13,912
100-101			854,829	8,220	837,636	8,389	821,319	8,556
101-102	LA-180	B		4,029		4,112		4,194
102-103				8,484		8,659		8,831
103-104	LA-180	B	681,872	4,449	663,926	4,570	647,157	4,688
104-105			762,434	2,625	744,624	2,688	727,857	2,750
105-106	LA-180	B		7,310		7,486		7,658
106-107				5,495		5,626		5,756
107-108	LA-180	B	947,450	9,291	931,379	9,452	916,007	9,611
108-109				10,046		10,220		10,392

Tramo	Conductor	Zona	Tensión 75ºC		Tensión 80ºC		85ºC	
			T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
109-110	LA-180	B	660,272	5,674	642,353	5,833	625,645	5,989
110-111				1,448		1,488		1,528
111-112	LA-180	B	841,047	5,311	823,731	5,422	807,316	5,533
112-113				8,562		8,743		8,921
113-114	LA-180	B	762,495	5,495	744,685	5,626	727,918	5,756
114-115	LA-180	B	578,285	3,185	560,722	3,285	544,486	3,383
115-116	LA-180	B	869,185	7,337	852,133	7,484	835,929	7,629
116-117				7,794		7,950		8,104
117-118	LA-180	B	834,070	9,251	816,696	9,448	800,235	9,643
118-119				2,529		2,583		2,636
119-120	LA-180	C	608,637	9,630	600,997	9,753	593,623	9,874
120-121	LA-180	C	560,345	5,371	548,681	5,486	537,658	5,599
121-122				4,696		4,796		4,895
122-123				5,012		5,119		5,224
123-124	LA-180	B	849,094	7,111	831,848	7,259	815,489	7,405
124-125	LA-180	B	427,127	1,303	411,328	1,353	396,990	1,402
125-126				2,796		2,904		3,009
126-127	LA-180	B	486,141	2,676	469,473	2,771	454,230	2,864
127-128	LA-180	B	903,811	11,097	887,148	11,306	871,267	11,513
128-129				4,380		4,462		4,543
129-130	LA-180	B	992,360	11,800	977,713	11,977	963,629	12,153

Tramo	Conductor	Zona	Tensión 75ºC		Tensión 80ºC		85ºC	
			T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
130-131	LA-180	B	926,782	8,214	910,415	8,362	894,788	8,508
131-132				9,788		9,965		10,139
132-133	LA-180	B	986,585	8,997	972,474	9,128	958,891	9,257
133-134				14,699		14,913		15,125
134-135	LA-180	B	836,556	6,869	819,202	7,015	802,758	7,159
135-136	LA-180	B	489,293	2,422	472,586	2,507	457,300	2,591
136-137	LA-180	B	875,597	7,448	858,611	7,595	842,462	7,741
137-138				8,636		8,807		8,976
138-139				7,047		7,187		7,325
139-140	LA-180	B	897,515	10,877	880,775	11,085	864,831	11,290
140-141				4,124		4,202		4,280
141-142	LA-180	B	1008,689	14,774	996,308	14,958	984,332	15,141
142-143	LA-180	B	514,064	2,628	497,068	2,718	481,471	2,807
143-144	LA-180	B	935,691	9,298	919,449	9,463	903,928	9,626
144-145	LA-180	B	523,986	1,721	506,884	1,780	491,173	1,837
145-146				3,548		3,668		3,785
146-147	LA-180	B	977,905	11,256	962,995	11,431	948,675	11,604
147-148	LA-180	B	995,851	11,943	981,271	12,121	967,247	12,297
148-149	LA-180	B	973,356	13,019	960,245	13,197	947,601	13,374
149-150	LA-180	B	507,945	2,545	491,016	2,633	475,493	2,719
150-151	LA-180	B	1007,849	17,709	997,301	17,897	987,052	18,083
151-152	LA-180	B	649,938	4,353	632,042	4,477	615,373	4,598

Tramo	Conductor	Zona	Tensión 75ºC		Tensión 80ºC		85ºC	
			T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
152-153	LA-180	B	696,085	4,699	678,135	4,824	661,340	4,947
153-154	LA-180	B	1007,019	16,724	995,940	16,911	985,189	17,096
154-155	LA-180	B	770,503	6,903	753,251	7,062	736,973	7,218
155-156				6,939		7,098		7,255
156-157				4,044		4,137		4,229
157-158	LA-180	B	831,083	6,954	813,684	7,103	797,205	7,250
158-159	LA-180	B	600,301	3,398	582,603	3,502	566,203	3,603
159-160	LA-180	B	990,756	19,613	977,908	19,872	965,502	20,128
160-161				15,668		15,874		16,079
161-162				4,124		4,178		4,232
162-163				8,738		8,853		8,967
163-164	LA-180	B	794,963	5,225	777,314	5,344	760,651	5,461
164-165				6,772		6,926		7,078
165-166	LA-180	B	805,052	5,685	787,466	5,812	770,846	5,937
166-167				6,761		6,912		7,062
167-168	LA-180	B	735,338	6,218	717,441	6,374	700,633	6,527
168-169				3,576		3,666		3,754
169-170	LA-180	B	830,686	4,268	813,285	4,360	796,803	4,450
170-171				5,786		5,910		6,032
171-172				7,103		7,255		7,406
172-173				8,850		9,040		9,228
173-174	LA-180	B	916,818	5,596	900,319	5,698	884,578	5,800
174-175				11,000		11,202		11,402

Tramo	Conductor	Zona	T0 (daN)	Tensión -5ºC		Tensión 0ºC		Tensión 5ºC		Tensión 10ºC		Tensión 15ºC	
				T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
1- 2	F.Ópti OPGW48	A	2509,987	1800,000	1,982	1720,928	2,073	1645,804	2,167	1574,704	2,265	1507,651	2,366
2- 3	F.Ópti OPGW48	A	2569,282	1800,000	2,405	1725,526	2,509	1654,873	2,616	1588,057	2,726	1525,051	2,839
3- 4	F.Ópti OPGW48	A	2718,796	1800,000	4,300	1737,004	4,456	1677,305	4,615	1620,827	4,776	1567,468	4,938
4- 5					2,206		2,286		2,367		2,450		2,533
5- 6	F.Ópti OPGW48	A	2536,668	1800,000	2,141	1722,997	2,237	1649,891	2,336	1580,731	2,438	1515,516	2,543
6- 7	F.Ópti OPGW48	A	3004,541	1731,065	8,504	1696,123	8,680	1662,682	8,854	1630,665	9,029	1600,000	9,202
7- 8	F.Ópti OPGW48	A	2814,793	1800,000	4,324	1744,150	4,462	1691,166	4,602	1640,949	4,743	1593,385	4,885
8- 9	F.Ópti OPGW48	A	2569,282	1800,000	2,331	1725,526	2,432	1654,873	2,536	1588,057	2,643	1525,051	2,752
9- 10	F.Ópti OPGW48	A	2536,462	1800,000	2,570	1722,981	2,685	1649,860	2,804	1580,685	2,927	1515,455	3,053
10- 11					1,567		1,637		1,709		1,784		1,861
11- 12			2794,560	1800,000	2,677	1742,664	2,765	1688,289	2,854	1636,777	2,944	1588,017	3,034
12- 13	F.Ópti OPGW48	A			2,408		2,488		2,568		2,649		2,730
13- 14					3,846		3,973		4,101		4,230		4,360
14- 15					6,348		6,557		6,769		6,982		7,197
15- 16	F.Ópti OPGW48	A	2937,766	1757,614	8,022	1715,316	8,220	1675,012	8,418	1636,605	8,616	1600,000	8,813
16- 17					4,738		4,855		4,971		5,088		5,205
17- 18	F.Ópti OPGW48	A	2731,588	1800,000	3,530	1737,969	3,656	1679,182	3,784	1623,554	3,914	1570,985	4,045
18- 19	F.Ópti OPGW48	A	2653,297	1800,000	2,895	1732,012	3,008	1667,580	3,124	1606,658	3,243	1549,169	3,363
19- 20	F.Ópti OPGW48	A	2871,378	1785,991	5,203	1735,836	5,353	1688,191	5,504	1642,949	5,656	1600,000	5,808
20- 21	F.Ópti OPGW48	A	2775,397	1800,000	3,925	1741,246	4,058	1685,541	4,192	1632,791	4,328	1582,885	4,464
21- 22	F.Ópti OPGW48	A	2881,362	1781,609	4,455	1732,665	4,581	1686,154	4,707	1641,968	4,834	1600,000	4,961
22- 23					6,133		6,307		6,481		6,655		6,830

Tramo	Conductor	Zona	T0 (daN)	Tensión -5ºC		Tensión 0ºC		Tensión 5ºC		Tensión 10ºC		Tensión 15ºC	
				T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
23- 24	F.Ópti OPGW48	A	2322,075	1800,000	1,498	1706,597	1,580	1617,103	1,667	1531,839	1,760	1451,076	1,858
24- 25					0,640		0,675		0,712		0,752		0,794
25- 26	F.Ópti OPGW48	A	2001,039	1800,000	0,293	1685,208	0,313	1572,418	0,335	1462,116	0,360	1354,901	0,389
26- 27			2630,023	1800,000	1,645	1730,222	1,711	1664,082	1,779	1601,549	1,849	1542,557	1,920
27- 28	F.Ópti OPGW48	A			3,055		3,179		3,305		3,434		3,566
28- 29					3,220		3,350		3,483		3,619		3,757
29- 30	F.Ópti OPGW48	A	2016,562	1800,000	0,323	1686,099	0,345	1574,339	0,369	1465,222	0,396	1359,354	0,427
30- 31	F.Ópti OPGW48	A	2063,928	1800,000	0,409	1688,922	0,436	1580,389	0,466	1474,926	0,500	1373,139	0,537
31- 32	F.Ópti OPGW48	A	2036,177	1800,000	0,389	1687,249	0,415	1576,811	0,444	1469,201	0,476	1365,028	0,513
32- 33	F.Ópti OPGW48	A	1916,692	1800,000	0,148	1680,684	0,159	1562,560	0,171	1445,978	0,184	1331,404	0,200
33- 34	F.Ópti OPGW48	A	2597,938	1800,000	2,638	1727,745	2,749	1659,230	2,862	1594,449	2,979	1533,353	3,097
34- 35	F.Ópti OPGW48	A	2915,498	1766,925	4,281	1722,047	4,393	1679,334	4,505	1638,686	4,617	1600,000	4,728
35- 36					7,465		7,659		7,854		8,049		8,244
36- 37	F.Ópti OPGW48	A	2423,231	1800,000	1,765	1714,235	1,853	1632,493	1,946	1554,954	2,043	1481,742	2,144
37- 38	F.Ópti OPGW48	A	2530,047	1800,000	2,270	1722,483	2,372	1648,878	2,478	1579,238	2,587	1513,569	2,699
38- 39	F.Ópti OPGW48	A	3121,559	1689,881	15,818	1666,261	16,043	1643,431	16,266	1621,355	16,488	1600,000	16,709
39- 40					10,953		11,108		11,263		11,417		11,569
40- 41	F.Ópti OPGW48	A	2590,905	1800,000	1,558	1727,201	1,623	1658,163	1,691	1592,884	1,760	1531,323	1,831
41- 42					3,121		3,253		3,388		3,527		3,669
42- 43	F.Ópti OPGW48	A	2718,082	1800,000	4,563	1736,950	4,729	1677,200	4,897	1620,674	5,068	1567,271	5,241
43- 44					1,173		1,215		1,259		1,303		1,347
44- 45	F.Ópti OPGW48	A	2665,251	1800,000	2,984	1732,928	3,099	1669,369	3,217	1609,268	3,337	1552,543	3,459

Tramo	Conductor	Zona	T0 (daN)	Tensión -5ºC		Tensión 0ºC		Tensión 5ºC		Tensión 10ºC		Tensión 15ºC	
				T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
45- 46	F.Ópti OPGW48	A	2855,477	1793,047	2,780	1740,945	2,863	1691,475	2,947	1644,530	3,031	1600,000	3,116
46- 47					6,283		6,471		6,661		6,851		7,042
47- 48	F.Ópti OPGW48	A	2857,711	1792,050	5,005	1740,223	5,154	1691,011	5,304	1644,307	5,455	1600,000	5,606
48- 49	F.Ópti OPGW48	B	2700,829	1657,791	2,682	1592,339	2,793	1530,615	2,905	1472,540	3,020	1418,001	3,136
49- 50	F.Ópti OPGW48	B	2793,658	1670,254	3,303	1610,558	3,426	1554,212	3,550	1501,104	3,676	1451,108	3,802
50- 51	F.Ópti OPGW48	A	2688,784	1800,000	3,169	1734,726	3,289	1672,873	3,410	1614,375	3,534	1559,142	3,659
51- 52	F.Ópti OPGW48	A	2183,937	1800,000	0,787	1696,718	0,835	1596,806	0,888	1500,745	0,944	1409,025	1,006
52- 53	F.Ópti OPGW48	A	2896,082	1775,218	5,647	1728,043	5,801	1683,185	5,956	1640,539	6,111	1600,000	6,266
53- 54	F.Ópti OPGW48	A	2644,692	1800,000	2,958	1731,351	3,075	1666,289	3,195	1604,773	3,318	1546,731	3,442
54- 55					2,728		2,837		2,947		3,061		3,175
55- 56	F.Ópti OPGW48	B	2900,189	1612,088	2,943	1567,720	3,026	1525,685	3,110	1485,860	3,193	1448,125	3,276
56- 57					6,751		6,943		7,134		7,326		7,517
57- 58	F.Ópti OPGW48	A	2566,057	1800,000	2,316	1725,276	2,416	1654,381	2,519	1587,335	2,626	1524,113	2,735
58- 59	F.Ópti OPGW48	A	3126,031	1682,570	14,263	1659,936	14,458	1638,037	14,651	1616,842	14,844	1596,319	15,035
59- 60	F.Ópti OPGW48	A	1937,643	1800,000	0,180	1681,756	0,193	1564,913	0,207	1449,861	0,223	1337,118	0,242
60- 61	F.Ópti OPGW48	A	2562,824	1800,000	2,286	1725,025	2,386	1653,888	2,488	1586,610	2,594	1523,171	2,702
61- 62	F.Ópti OPGW48	A	2492,034	1800,000	2,724	1719,537	2,852	1643,050	2,985	1570,633	3,122	1502,330	3,264
62- 63					1,612		1,688		1,766		1,848		1,932
63- 64					0,471		0,493		0,516		0,539		0,564
64- 65	F.Ópti OPGW48	B	2652,310	1651,195	3,113	1582,651	3,248	1518,017	3,386	1457,240	3,528	1400,225	3,671
65- 66					1,378		1,437		1,499		1,561		1,625
66- 67	F.Ópti OPGW48	A	2578,907	1800,000	2,412	1726,272	2,515	1656,338	2,621	1590,209	2,730	1527,848	2,842

Tramo	Conductor	Zona	T0 (daN)	Tensión -5ºC		Tensión 0ºC		Tensión 5ºC		Tensión 10ºC		Tensión 15ºC	
				T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
67- 68	F.Ópti OPGW48	A	2978,508	1741,162	7,729	1703,425	7,901	1667,375	8,072	1632,927	8,242	1600,000	8,412
68- 69	F.Ópti OPGW48	B	2891,611	1683,077	4,377	1629,213	4,522	1578,278	4,668	1530,150	4,815	1484,701	4,962
69- 70					4,038		4,172		4,306		4,442		4,578
70- 71	F.Ópti OPGW48	B	3152,441	1656,582	10,483	1623,622	10,696	1592,086	10,908	1561,899	11,119	1532,991	11,329
71- 72					5,622		5,737		5,850		5,964		6,076
72- 73	F.Ópti OPGW48	B	2164,597	1586,784	0,695	1485,066	0,742	1387,359	0,794	1294,261	0,852	1206,352	0,914
73- 74	F.Ópti OPGW48	B	2711,461	1659,230	2,763	1594,449	2,875	1533,353	2,990	1475,860	3,106	1421,854	3,224
74- 75	F.Ópti OPGW48	B	2832,894	1675,437	3,552	1618,108	3,678	1563,961	3,806	1512,879	3,934	1464,732	4,064
75- 76	F.Ópti OPGW48	B	2462,703	1625,295	1,505	1544,184	1,584	1467,507	1,667	1395,384	1,753	1327,864	1,843
76- 77	F.Ópti OPGW48	B	2357,319	1611,157	1,528	1522,809	1,617	1438,972	1,711	1359,920	1,810	1285,847	1,915
77- 78					0,711		0,752		0,796		0,842		0,891
78- 79	F.Ópti OPGW48	B	3053,981	1609,309	7,893	1575,692	8,061	1543,589	8,229	1512,917	8,396	1483,599	8,562
79- 80	F.Ópti OPGW48	B	2895,632	1683,594	4,062	1629,965	4,196	1579,246	4,331	1531,317	4,466	1486,049	4,602
80- 81	F.Ópti OPGW48	B	2282,330	1601,385	1,400	1507,832	1,487	1418,706	1,580	1334,411	1,680	1255,278	1,786
81- 82					0,349		0,371		0,394		0,419		0,445
82- 83	F.Ópti OPGW48	B	2752,370	1664,741	3,963	1602,513	4,117	1543,804	4,273	1488,519	4,432	1436,533	4,593
83- 84					1,328		1,380		1,432		1,485		1,539
84- 85	F.Ópti OPGW48	B	2937,642	1688,955	4,589	1637,742	4,732	1589,259	4,877	1543,385	5,022	1499,994	5,167
85- 86	F.Ópti OPGW48	B	2872,004	1680,542	2,593	1625,532	2,681	1573,535	2,769	1524,430	2,858	1478,090	2,948
86- 87					5,358		5,539		5,723		5,907		6,092
87- 88					3,272		3,382		3,494		3,607		3,720

Tramo	Conductor	Zona	T0 (daN)	Tensión -5ºC		Tensión 0ºC		Tensión 5ºC		Tensión 10ºC		Tensión 15ºC	
				T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
88- 89	F.Ópti OPGW48	A	2500,284	1800,000	1,431	1720,176	1,498	1644,316	1,567	1572,505	1,638	1504,778	1,712
89- 90					2,328		2,436		2,548		2,665		2,784
90- 91			2934,599	1688,569	4,394	1637,184	4,532	1588,540	4,671	1542,519	4,811	1498,993	4,950
91- 92	F.Ópti OPGW48	B			3,758		3,876		3,995		4,114		4,234
92- 93					5,034		5,193		5,352		5,511		5,672
93- 94	F.Ópti OPGW48	B	3098,700	1708,615	6,254	1666,214	6,414	1625,870	6,573	1587,481	6,732	1550,946	6,891
94- 95	F.Ópti OPGW48	B	2864,671	1679,590	3,933	1624,148	4,068	1571,751	4,203	1522,279	4,340	1475,602	4,477
95- 96	F.Ópti OPGW48	B	2400,028	1616,841	1,589	1531,442	1,678	1450,545	1,772	1374,360	1,870	1303,016	1,972
96- 97					0,964		1,018		1,074		1,134		1,196
97- 98	F.Ópti OPGW48	B	2663,137	1652,671	3,315	1584,821	3,457	1520,843	3,603	1460,675	3,751	1404,219	3,902
98- 99					0,881		0,918		0,957		0,996		1,036
99-100	F.Ópti OPGW48	B	3135,005	1685,201	7,311	1647,876	7,477	1612,263	7,642	1578,273	7,807	1545,821	7,971
100-101			2814,290	1672,987	3,879	1614,541	4,020	1559,356	4,162	1507,319	4,306	1458,300	4,451
101-102	F.Ópti OPGW48	B			1,902		1,971		2,041		2,111		2,182
102-103					4,004		4,149		4,296		4,445		4,594
103-104	F.Ópti OPGW48	B	2507,523	1631,397	1,718	1553,318	1,804	1479,585	1,894	1410,266	1,988	1345,364	2,083
104-105			2646,343	1650,381	1,121	1581,453	1,170	1516,456	1,220	1455,342	1,271	1398,017	1,323
105-106	F.Ópti OPGW48	B			3,119		3,255		3,395		3,538		3,683
106-107					2,345		2,447		2,552		2,660		2,769
107-108	F.Ópti OPGW48	B	2992,884	1695,865	4,795	1647,757	4,935	1602,142	5,076	1558,904	5,217	1517,923	5,358
108-109					5,184		5,336		5,488		5,640		5,792

Tramo	Conductor	Zona	T0 (daN)	Tensión -5ºC		Tensión 0ºC		Tensión 5ºC		Tensión 10ºC		Tensión 15ºC	
				T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
109-110	F.Ópti OPGW48	B	2471,493	1626,488	2,128	1545,975	2,239	1469,880	2,354	1398,313	2,475	1331,314	2,600
110-111					0,543		0,571		0,601		0,632		0,664
111-112	F.Ópti OPGW48	B	2788,623	1669,585	2,472	1609,583	2,564	1552,950	2,657	1499,580	2,752	1449,344	2,848
112-113					3,984		4,132		4,283		4,436		4,590
113-114	F.Ópti OPGW48	B	2646,449	1650,396	2,345	1581,474	2,447	1516,484	2,552	1455,376	2,660	1398,056	2,769
114-115	F.Ópti OPGW48	B	2339,488	1608,807	1,058	1519,224	1,120	1434,143	1,187	1353,869	1,257	1278,626	1,331
115-116	F.Ópti OPGW48	B	2841,265	1676,535	3,514	1619,706	3,637	1566,022	3,762	1515,367	3,888	1467,610	4,014
116-117					3,732		3,863		3,996		4,130		4,264
117-118	F.Ópti OPGW48	B	2775,714	1667,865	4,273	1607,074	4,434	1549,707	4,599	1495,659	4,765	1444,803	4,933
118-119					1,169		1,213		1,258		1,304		1,349
119-120	F.Ópti OPGW48	C	2898,633	1048,109	5,163	1023,350	5,288	999,961	5,412	977,841	5,535	956,897	5,656
120-121	F.Ópti OPGW48	C	2860,530	1336,626	2,080	1273,826	2,183	1215,461	2,287	1161,372	2,394	1111,353	2,502
121-122					1,819		1,908		2,000		2,093		2,187
122-123					1,941		2,037		2,134		2,234		2,334
123-124	F.Ópti OPGW48	B	2803,581	1671,570	3,337	1612,477	3,459	1556,691	3,583	1504,099	3,709	1454,575	3,835
124-125	F.Ópti OPGW48	B	2118,895	1581,426	0,325	1476,578	0,348	1375,468	0,374	1278,755	0,402	1187,116	0,433
125-126					0,698		0,747		0,802		0,863		0,930
126-127	F.Ópti OPGW48	B	2201,032	1591,189	0,755	1491,988	0,806	1396,968	0,860	1306,672	0,920	1221,599	0,984
127-128	F.Ópti OPGW48	B	2907,368	1685,100	5,497	1632,151	5,675	1582,061	5,855	1534,711	6,036	1489,972	6,217
128-129					2,171		2,241		2,312		2,383		2,455
129-130	F.Ópti OPGW48	B	3108,745	1709,790	6,325	1667,914	6,484	1628,055	6,643	1590,113	6,802	1553,989	6,960

Tramo	Conductor	Zona	T0 (daN)	Tensión -5ºC		Tensión 0ºC		Tensión 5ºC		Tensión 10ºC		Tensión 15ºC	
				T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
130-131	F.Ópti OPGW48	B	2952,063	1690,774	4,159	1640,381	4,287	1592,654	4,415	1547,475	4,544	1504,720	4,674
131-132					4,956		5,108		5,261		5,415		5,569
132-133	F.Ópti OPGW48	B	3120,526	1711,160	4,792	1669,895	4,910	1630,603	5,029	1593,183	5,147	1557,538	5,265
133-134					7,825		8,019		8,212		8,405		8,598
134-135	F.Ópti OPGW48	B	2780,307	1668,477	3,182	1607,968	3,301	1550,862	3,423	1497,056	3,546	1446,421	3,670
135-136	F.Ópti OPGW48	B	2205,575	1591,745	0,688	1492,859	0,733	1398,173	0,783	1308,221	0,837	1223,494	0,895
136-137			2853,394	1678,121	3,590	1622,013	3,714	1568,997	3,840	1518,957	3,966	1471,762	4,093
137-138	F.Ópti OPGW48	B			4,162		4,306		4,452		4,598		4,746
138-139					3,397		3,514		3,633		3,753		3,873
139-140	F.Ópti OPGW48	B	2895,236	1683,543	5,355	1629,891	5,532	1579,151	5,710	1531,202	5,889	1485,917	6,068
140-141					2,031		2,098		2,166		2,234		2,302
141-142	F.Ópti OPGW48	B	3169,374	1676,076	8,210	1641,937	8,381	1609,289	8,551	1578,055	8,721	1548,161	8,889
142-143	F.Ópti OPGW48	B	2241,774	1596,240	0,782	1499,866	0,832	1407,820	0,887	1320,573	0,945	1238,541	1,008
143-144	F.Ópti OPGW48	B	2969,588	1692,971	4,747	1643,564	4,890	1596,750	5,033	1552,409	5,177	1510,420	5,321
144-145	F.Ópti OPGW48	B	2256,515	1598,097	0,522	1502,748	0,555	1411,768	0,590	1325,604	0,629	1244,640	0,670
145-146					1,075		1,143		1,217		1,296		1,380
146-147	F.Ópti OPGW48	B	3078,293	1706,209	5,958	1662,732	6,114	1621,394	6,270	1582,090	6,426	1544,714	6,582
147-148	F.Ópti OPGW48	B	3116,209	1710,659	6,421	1669,171	6,581	1629,671	6,741	1592,060	6,900	1556,240	7,059
148-149	F.Ópti OPGW48	B	3109,460	1684,245	6,948	1645,396	7,112	1608,370	7,276	1573,075	7,439	1539,419	7,602
149-150	F.Ópti OPGW48	B	2232,750	1595,110	0,749	1498,110	0,797	1405,408	0,850	1317,494	0,907	1234,799	0,967
150-151	F.Ópti OPGW48	B	3132,787	1590,111	10,363	1563,487	10,540	1537,897	10,715	1513,288	10,890	1489,610	11,063
151-152	F.Ópti OPGW48	B	2454,436	1624,174	1,609	1542,501	1,695	1465,273	1,784	1392,624	1,877	1324,611	1,974

Tramo	Conductor	Zona	T0 (daN)	Tensión -5ºC		Tensión 0ºC		Tensión 5ºC		Tensión 10ºC		Tensión 15ºC	
				T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
152-153	F.Ópti OPGW48	B	2531,507	1634,673	1,849	1558,203	1,940	1486,020	2,034	1418,170	2,131	1354,631	2,231
153-154	F.Ópti OPGW48	B	3141,218	1613,518	9,637	1584,759	9,813	1557,163	9,987	1530,670	10,160	1505,223	10,332
154-155	F.Ópti OPGW48	B	2675,599	1654,367	2,970	1587,314	3,095	1524,085	3,224	1464,614	3,355	1408,797	3,488
155-156					2,985		3,111		3,240		3,372		3,506
156-157					1,741		1,814		1,889		1,966		2,044
157-158	F.Ópti OPGW48	B	2770,203	1667,129	3,203	1606,000	3,324	1548,317	3,448	1493,979	3,574	1442,858	3,701
158-159	F.Ópti OPGW48	B	2374,174	1613,391	1,168	1526,210	1,235	1443,539	1,306	1365,628	1,380	1292,645	1,458
159-160	F.Ópti OPGW48	B	3142,439	1686,226	10,637	1649,253	10,875	1613,966	11,114	1580,276	11,351	1548,101	11,587
160-161					8,500		8,690		8,881		9,070		9,259
161-162					2,239		2,289		2,340		2,389		2,439
162-163					4,743		4,850		4,956		5,061		5,167
163-164	F.Ópti OPGW48	B	2704,382	1658,272	2,314	1593,045	2,409	1531,531	2,506	1473,650	2,604	1419,291	2,704
164-165					2,999		3,122		3,247		3,375		3,504
165-166	F.Ópti OPGW48	B	2722,619	1660,738	2,546	1596,657	2,648	1536,217	2,752	1479,331	2,858	1425,881	2,965
166-167					3,028		3,149		3,273		3,399		3,527
167-168	F.Ópti OPGW48	B	2598,874	1643,894	2,569	1571,881	2,687	1503,962	2,809	1440,120	2,933	1380,286	3,060
168-169					1,478		1,546		1,616		1,687		1,761
169-170	F.Ópti OPGW48	B	2769,472	1667,031	1,965	1605,857	2,040	1548,133	2,116	1493,756	2,193	1442,599	2,271
170-171					2,664		2,765		2,868		2,973		3,078
171-172					3,270		3,394		3,521		3,649		3,779
172-173					4,073		4,228		4,386		4,546		4,707
173-174	F.Ópti OPGW48	B	2932,591	1688,315	2,808	1636,814	2,896	1588,065	2,985	1541,946	3,074	1498,332	3,164
174-175					5,517		5,690		5,865		6,041		6,217

Tramo	Conductor	Zona	Tensión 20ºC		Tensión 25ºC		Tensión 30ºC		Tensión 35ºC		Tensión 40ºC		Tensión 45ºC	
			T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
1- 2	F.Ópti OPGW48	A	1444,619	2,469	1385,532	2,575	1330,271	2,682	1278,682	2,790	1230,587	2,899	1185,787	3,008
2- 3	F.Ópti OPGW48	A	1465,788	2,953	1410,161	3,070	1358,036	3,188	1309,254	3,307	1263,639	3,426	1221,007	3,546
3- 4	F.Ópti OPGW48	A	1517,111	5,102	1469,627	5,267	1424,876	5,433	1382,712	5,599	1342,988	5,764	1305,558	5,930
4- 5				2,617		2,702		2,787		2,872		2,957		3,041
5- 6	F.Ópti OPGW48	A	1454,198	2,650	1396,686	2,759	1342,853	2,870	1292,543	2,982	1245,576	3,094	1201,761	3,207
6- 7	F.Ópti OPGW48	A	1570,618	9,374	1542,451	9,546	1515,437	9,716	1489,514	9,885	1464,626	10,053	1440,719	10,220
7- 8	F.Ópti OPGW48	A	1548,356	5,027	1505,737	5,169	1465,404	5,312	1427,230	5,454	1391,091	5,596	1356,867	5,737
8- 9	F.Ópti OPGW48	A	1465,788	2,863	1410,161	2,976	1358,036	3,090	1309,254	3,206	1263,639	3,321	1221,007	3,437
9- 10	F.Ópti OPGW48	A	1454,124	3,182	1396,600	3,313	1342,756	3,446	1292,436	3,580	1245,461	3,715	1201,638	3,851
10- 11				1,939		2,019		2,100		2,182		2,264		2,347
11- 12			1541,888	3,125	1498,265	3,216	1457,018	3,307	1418,017	3,398	1381,132	3,489	1346,239	3,579
12- 13	F.Ópti OPGW48	A		2,812		2,894		2,975		3,057		3,139		3,220
13- 14				4,490		4,621		4,752		4,883		5,013		5,143
14- 15				7,412		7,628		7,844		8,060		8,276		8,491
15- 16	F.Ópti OPGW48	A	1565,103	9,010	1531,823	9,206	1500,072	9,401	1469,767	9,595	1440,827	9,788	1413,174	9,980
16- 17				5,321		5,437		5,552		5,666		5,780		5,893
17- 18	F.Ópti OPGW48	A	1521,355	4,177	1474,535	4,309	1430,385	4,442	1388,762	4,576	1349,524	4,709	1312,525	4,842
18- 19	F.Ópti OPGW48	A	1495,008	3,485	1444,050	3,608	1396,152	3,732	1351,159	3,857	1308,909	3,981	1269,238	4,106
19- 20	F.Ópti OPGW48	A	1559,231	5,960	1520,530	6,112	1483,786	6,263	1448,889	6,414	1415,734	6,564	1384,218	6,714
20- 21	F.Ópti OPGW48	A	1535,704	4,601	1491,119	4,739	1448,998	4,877	1409,207	5,015	1371,612	5,152	1336,081	5,289
21- 22	F.Ópti OPGW48	A	1560,139	5,088	1522,275	5,214	1486,300	5,341	1452,109	5,466	1419,600	5,592	1388,675	5,716
22- 23				7,005		7,179		7,353		7,526		7,699		7,870

Tramo	Conductor	Zona	Tensión 20ºC		Tensión 25ºC		Tensión 30ºC		Tensión 35ºC		Tensión 40ºC		Tensión 45ºC	
			T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
23- 24 24- 25	F.Ópti OPGW48	A	1375,020	1,961 0,838	1303,799	2,068 0,884	1237,448	2,179 0,931	1175,916	2,293 0,980	1119,069	2,409 1,030	1066,705	2,528 1,080
25- 26	F.Ópti OPGW48	A	1251,484	0,421	1152,684	0,457	1059,376	0,497	972,420	0,542	892,541	0,590	820,217	0,642
26- 27 27- 28 28- 29	F.Ópti OPGW48	A	1487,009	1,991 3,699 3,898	1434,783	2,064 3,834 4,040	1385,736	2,137 3,969 4,183	1339,713	2,210 4,106 4,327	1296,546	2,284 4,243 4,471	1256,066	2,358 4,379 4,615
29- 30	F.Ópti OPGW48	A	1257,442	0,462	1160,280	0,501	1068,696	0,544	983,473	0,591	905,244	0,642	834,391	0,696
30- 31	F.Ópti OPGW48	A	1275,696	0,578	1183,295	0,623	1096,604	0,672	1016,194	0,725	942,457	0,782	875,560	0,842
31- 32	F.Ópti OPGW48	A	1264,989	0,553	1169,841	0,598	1080,348	0,648	997,198	0,702	920,919	0,760	851,791	0,822
32- 33	F.Ópti OPGW48	A	1219,463	0,219	1110,970	0,240	1006,960	0,265	908,674	0,293	817,470	0,326	734,615	0,363
33- 34	F.Ópti OPGW48	A	1475,860	3,218	1421,854	3,340	1371,197	3,464	1323,730	3,588	1279,281	3,713	1237,672	3,838
34- 35 35- 36	F.Ópti OPGW48	A	1563,176	4,840 8,438	1528,116	4,951 8,632	1494,722	5,062 8,825	1462,904	5,172 9,018	1432,571	5,281 9,209	1403,639	5,390 9,399
36- 37	F.Ópti OPGW48	A	1412,918	2,248	1348,475	2,356	1288,343	2,466	1232,397	2,578	1180,462	2,691	1132,329	2,806
37- 38	F.Ópti OPGW48	A	1451,829	2,814	1393,929	2,931	1339,744	3,050	1289,119	3,169	1241,875	3,290	1197,817	3,411
38- 39 39- 40	F.Ópti OPGW48	A	1579,333	16,928 11,721	1559,323	17,146 11,871	1539,941	##### #####	1521,160	17,577 12,170	1502,953	17,790 12,317	1485,295	18,002 12,464
40- 41 41- 42	F.Ópti OPGW48	A	1473,398	1,903 3,813	1418,997	1,976 3,960	1367,983	2,050 4,107	1320,195	2,124 4,256	1275,462	2,198 4,405	1233,603	2,273 4,555
42- 43 43- 44	F.Ópti OPGW48	A	1516,874	5,415 1,392	1469,352	5,591 1,437	1424,567	5,766 1,482	1382,373	5,943 1,527	1342,622	6,119 1,572	1305,168	6,294 1,618
44- 45	F.Ópti OPGW48	A	1499,088	3,583	1448,774	3,707	1401,459	3,833	1356,989	3,958	1315,206	4,084	1275,948	4,210

Tramo	Conductor	Zona	Tensión 20ºC		Tensión 25ºC		Tensión 30ºC		Tensión 35ºC		Tensión 40ºC		Tensión 45ºC	
			T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
45- 46	F.Ópti OPGW48	A	1557,768	3,200	1517,719	3,285	1479,735	3,369	1443,702	3,453	1409,508	3,537	1377,044	3,621
46- 47				7,233		7,424		7,615		7,805		7,994		8,183
47- 48	F.Ópti OPGW48	A	1557,975	5,757	1518,116	5,908	1480,307	6,059	1444,435	6,210	1410,387	6,360	1378,058	6,509
48- 49	F.Ópti OPGW48	B	1366,862	3,253	1318,963	3,372	1274,130	3,490	1232,185	3,609	1192,941	3,728	1156,217	3,847
49- 50	F.Ópti OPGW48	B	1404,081	3,930	1359,870	4,058	1318,317	4,185	1279,263	4,313	1242,549	4,441	1208,022	4,568
50- 51	F.Ópti OPGW48	A	1507,060	3,786	1458,001	3,913	1411,822	4,041	1368,374	4,170	1327,502	4,298	1289,051	4,426
51- 52	F.Ópti OPGW48	A	1322,111	1,072	1240,406	1,143	1164,217	1,218	1093,721	1,296	1028,950	1,378	969,794	1,462
52- 53	F.Ópti OPGW48	A	1561,461	6,420	1524,817	6,575	1489,965	6,729	1456,805	6,882	1425,240	7,035	1395,180	7,186
53- 54	F.Ópti OPGW48	A	1492,059	3,568	1440,635	3,696	1392,314	3,824	1346,941	3,953	1304,353	4,082	1264,384	4,211
54- 55				3,292		3,409		3,528		3,647		3,766		3,885
55- 56	F.Ópti OPGW48	B	1412,362	3,359	1378,455	3,442	1346,292	3,524	1315,766	3,606	1286,777	3,687	1259,227	3,768
56- 57				7,707		7,897		8,086		8,274		8,460		8,646
57- 58	F.Ópti OPGW48	A	1464,648	2,846	1408,836	2,959	1356,544	3,073	1307,613	3,188	1261,866	3,303	1219,118	3,419
58- 59	F.Ópti OPGW48	A	1576,439	15,225	1557,172	15,414	1538,494	#####	1520,378	15,787	1502,801	15,972	1485,738	16,156
59- 60	F.Ópti OPGW48	A	1227,348	0,264	1121,397	0,289	1020,287	0,318	925,182	0,350	837,268	0,387	757,564	0,428
60- 61	F.Ópti OPGW48	A	1463,503	2,812	1407,507	2,924	1355,047	3,037	1305,965	3,151	1260,085	3,266	1217,221	3,381
61- 62	F.Ópti OPGW48	A	1438,127	3,410	1377,962	3,559	1321,722	3,711	1269,259	3,864	1220,392	4,019	1174,919	4,174
62- 63				2,018		2,106		2,196		2,287		2,378		2,470
63- 64				0,589		0,615		0,641		0,667		0,694		0,721
64- 65	F.Ópti OPGW48	B	1346,843	3,817	1296,935	3,964	1250,325	4,112	1206,821	4,260	1166,227	4,409	1128,342	4,557
65- 66				1,689		1,754		1,820		1,885		1,951		2,016
66- 67	F.Ópti OPGW48	A	1469,182	2,955	1414,104	3,071	1362,475	3,187	1314,137	3,304	1268,917	3,422	1226,630	3,540

Tramo	Conductor	Zona	Tensión 20ºC		Tensión 25ºC		Tensión 30ºC		Tensión 35ºC		Tensión 40ºC		Tensión 45ºC	
			T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
67- 68	F.Ópti OPGW48	A	1568,514	8,581	1538,394	8,749	1509,567	8,916	1481,964	9,083	1455,517	9,248	1430,166	9,412
68- 69	F.Ópti OPGW48	B	1441,795	5,110	1401,295	5,258	1363,063	5,405	1326,963	5,552	1292,862	5,699	1260,633	5,845
69- 70				4,714		4,851		4,987		5,123		5,258		5,392
70- 71	F.Ópti OPGW48	B	1505,294	11,538	1478,743	11,746	1453,278	#####	1428,841	12,157	1405,376	12,360	1382,832	12,562
71- 72				6,188		6,299		6,410		6,519		6,628		6,736
72- 73	F.Ópti OPGW48	B	1124,144	0,980	1048,025	1,052	978,207	1,127	914,711	1,205	857,366	1,286	805,843	1,368
73- 74	F.Ópti OPGW48	B	1371,197	3,343	1323,730	3,463	1279,281	3,584	1237,672	3,704	1198,722	3,825	1162,251	3,945
74- 75	F.Ópti OPGW48	B	1419,381	4,193	1376,676	4,324	1336,469	4,454	1298,608	4,584	1262,947	4,713	1229,341	4,842
75- 76	F.Ópti OPGW48	B	1264,919	1,934	1206,451	2,028	1152,298	2,123	1102,251	2,220	1056,066	2,317	1013,478	2,414
76- 77	F.Ópti OPGW48	B	1216,853	2,023	1152,932	2,136	1093,982	2,251	1039,814	2,368	990,173	2,487	944,757	2,606
77- 78				0,942		0,994		1,047		1,102		1,157		1,213
78- 79	F.Ópti OPGW48	B	1455,561	8,727	1428,732	8,891	1403,046	9,054	1378,438	9,216	1354,849	9,377	1332,223	9,536
79- 80	F.Ópti OPGW48	B	1443,308	4,739	1402,957	4,875	1364,859	5,011	1328,878	5,147	1294,884	5,282	1262,749	5,417
80- 81	F.Ópti OPGW48	B	1181,534	1,897	1113,287	2,014	1050,515	2,134	993,073	2,257	940,713	2,383	893,114	2,510
81- 82				0,473		0,502		0,532		0,563		0,594		0,626
82- 83	F.Ópti OPGW48	B	1387,703	4,754	1341,875	4,917	1298,881	5,080	1258,554	5,243	1220,723	5,405	1185,221	5,567
83- 84				1,593		1,648		1,702		1,757		1,811		1,866
84- 85	F.Ópti OPGW48	B	1458,959	5,312	1420,149	5,458	1383,437	5,603	1348,698	5,747	1315,810	5,891	1284,659	6,034
85- 86	F.Ópti OPGW48	B	1434,375	3,038	1393,145	3,128	1354,258	3,218	1317,573	3,307	1282,953	3,397	1250,265	3,485
86- 87				6,278		6,464		6,650		6,835		7,020		7,204
87- 88				3,833		3,947		4,060		4,173		4,286		4,398

Tramo	Conductor	Zona	Tensión 20ºC		Tensión 25ºC		Tensión 30ºC		Tensión 35ºC		Tensión 40ºC		Tensión 45ºC	
			T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
88- 89	F.Ópti OPGW48	A	1441,115	1,788	1381,447	1,865	1325,659	1,944	1273,599	2,023	1225,088	2,103	1179,925	2,184
89- 90				2,908		3,033		3,161		3,290		3,421		3,552
90- 91			1457,835	5,090	1418,915	5,230	1382,103	5,369	1347,274	5,508	1314,307	5,647	1283,084	5,784
91- 92	F.Ópti OPGW48	B		4,353		4,473		4,592		4,711		4,829		4,947
92- 93				5,832		5,992		6,152		6,311		6,469		6,627
93- 94	F.Ópti OPGW48	B	1516,166	7,049	1483,044	7,207	1451,488	7,363	1421,408	7,519	1392,721	7,674	1365,345	7,828
94- 95	F.Ópti OPGW48	B	1431,583	4,615	1390,079	4,753	1350,946	4,891	1314,041	5,028	1279,227	5,165	1246,366	5,301
95- 96	F.Ópti OPGW48	B	1236,552	2,078	1174,917	2,187	1117,980	2,299	1065,539	2,412	1017,341	2,526	973,098	2,641
96- 97				1,260		1,326		1,394		1,463		1,532		1,602
97- 98	F.Ópti OPGW48	B	1351,344	4,055	1301,890	4,209	1255,681	4,364	1212,528	4,520	1172,236	4,675	1134,612	4,830
98- 99				1,077		1,118		1,159		1,200		1,242		1,283
99-100	F.Ópti OPGW48	B	1514,824	8,134	1485,203	8,296	1456,883	8,458	1429,792	8,618	1403,861	8,778	1379,026	8,936
100-101			1412,158	4,596	1368,743	4,742	1327,900	4,888	1289,476	5,034	1253,317	5,179	1219,274	5,324
101-102	F.Ópti OPGW48	B		2,254		2,325		2,397		2,468		2,540		2,611
102-103				4,744		4,895		5,046		5,196		5,346		5,495
103-104	F.Ópti OPGW48	B		#####	1228,491	2,282	1176,226	2,383	1127,808	2,485	1083,002	2,588	1041,560	2,691
104-105			1344,354	1,376	1294,195	1,429	1247,363	1,483	1203,665	1,537	1162,902	1,591	1124,874	1,645
105-106	F.Ópti OPGW48	B		3,830		3,978		4,128		4,278		4,428		4,578
106-107				2,879		2,991		3,103		3,216		3,329		3,441
107-108	F.Ópti OPGW48	B	1479,081	5,498	1442,260	5,639	1407,343	5,779	1374,218	5,918	1342,779	6,057	1312,921	6,195
108-109				5,945		6,097		6,248		6,399		6,549		6,698

Tramo	Conductor	Zona	Tensión 20ºC		Tensión 25ºC		Tensión 30ºC		Tensión 35ºC		Tensión 40ºC		Tensión 45ºC	
			T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
109-110	F.Ópti OPGW48	B	1268,846	2,728	1210,806	2,858	1157,029	2,991	1107,307	3,126	1061,396	3,261	1019,035	3,397
110-111				0,696		0,730		0,764		0,798		0,832		0,867
111-112	F.Ópti OPGW48	B	1402,099	2,943	1357,692	3,040	1315,965	3,136	1276,757	3,233	1239,908	3,329	1205,261	3,424
112-113				4,744		4,900		5,055		5,211		5,366		5,520
113-114	F.Ópti OPGW48	B	1344,398	2,879	1294,244	2,991	1247,416	3,103	1203,721	3,216	1162,962	3,329	1124,936	3,441
114-115	F.Ópti OPGW48	B	1208,540	1,408	1143,629	1,488	1083,806	1,570	1028,890	1,654	978,626	1,739	932,707	1,825
115-116	F.Ópti OPGW48	B	1422,612	4,141	1380,225	4,269	1340,302	4,396	1302,694	4,523	1267,256	4,649	1233,847	4,775
116-117				4,399		4,534		4,669		4,804		4,939		5,073
117-118	F.Ópti OPGW48	B	1396,998	5,102	1352,088	5,271	1309,912	5,441	1270,307	5,611	1233,109	5,780	1198,159	5,949
118-119				1,396		1,442		1,488		1,535		1,581		1,627
119-120	F.Ópti OPGW48	C	937,043	5,776	918,200	5,895	900,298	6,012	883,269	6,128	867,053	6,243	851,594	6,357
120-121	F.Ópti OPGW48	C	1065,163	2,610	1022,542	2,719	983,221	2,828	946,934	2,936	913,420	3,044	882,435	3,151
121-122				2,282		2,377		2,472		2,567		2,662		2,755
122-123				2,436		2,537		2,639		2,740		2,841		2,940
123-124	F.Ópti OPGW48	B	1407,975	3,962	1364,147	4,089	1322,937	4,217	1284,186	4,344	1247,740	4,471	1213,445	4,598
124-125	F.Ópti OPGW48	B	1101,195	0,467	1021,529	0,504	948,477	0,542	882,176	0,583	822,526	0,625	769,216	0,669
125-126				1,002		1,080		1,163		1,251		1,342		1,435
126-127	F.Ópti OPGW48	B	1142,166	1,052	1068,655	1,125	1001,189	1,201	939,720	1,279	884,040	1,360	833,818	1,442
127-128	F.Ópti OPGW48	B	1447,711	6,399	1407,793	6,580	1370,084	6,762	1334,451	6,942	1300,767	7,122	1268,906	7,301
128-129				2,527		2,598		2,670		2,741		2,812		2,883
129-130	F.Ópti OPGW48	B	1519,585	7,118	1486,808	7,275	1455,566	7,431	1425,773	7,587	1397,346	7,741	1370,205	7,895

Tramo	Conductor	Zona	Tensión 20ºC		Tensión 25ºC		Tensión 30ºC		Tensión 35ºC		Tensión 40ºC		Tensión 45ºC	
			T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
130-131	F.Ópti OPGW48	B	1464,262	4,803	1425,975	4,932	1389,735	5,061	1355,419	5,189	1322,910	5,316	1292,096	5,443
131-132				5,723		5,877		6,030		6,183		6,335		6,486
132-133	F.Ópti OPGW48	B	1523,574	5,382	1491,199	5,499	1460,325	5,615	1430,867	5,731	1402,744	5,846	1375,881	5,960
133-134				8,790		8,981		9,171		9,360		9,548		9,734
134-135	F.Ópti OPGW48	B	1398,816	3,795	1354,086	3,921	1312,070	4,046	1272,606	4,172	1235,532	4,297	1200,690	4,422
135-136	F.Ópti OPGW48	B	1144,396	0,957	1071,198	1,022	1004,013	1,091	942,786	1,161	887,305	1,234	837,239	1,308
136-137			1427,272	4,221	1385,344	4,349	1345,831	4,477	1308,589	4,604	1273,474	4,731	1240,349	4,858
137-138	F.Ópti OPGW48	B		4,894		5,042		5,190		5,338		5,486		5,632
138-139				3,994		4,115		4,236		4,357		4,477		4,597
139-140	F.Ópti OPGW48	B	1443,160	6,248	1402,794	6,428	1364,682	6,608	1328,690	6,787	1294,685	6,965	1262,541	7,143
140-141				2,370		2,438		2,506		2,574		2,642		2,709
141-142	F.Ópti OPGW48	B	1519,536	9,057	1492,112	9,224	1465,826	9,389	1440,615	9,554	1416,423	9,717	1393,194	9,879
142-143	F.Ópti OPGW48	B	1162,038	1,074	1091,251	1,144	1026,222	1,217	966,845	1,291	912,888	1,368	864,021	1,445
143-144	F.Ópti OPGW48	B	1470,659	5,465	1433,004	5,609	1397,334	5,752	1363,531	5,895	1331,481	6,037	1301,078	6,178
144-145	F.Ópti OPGW48	B	1169,157	0,713	1099,312	0,758	1035,121	0,805	976,462	0,854	923,098	0,903	874,700	0,953
145-146				1,469		1,562		1,659		1,759		1,861		1,964
146-147	F.Ópti OPGW48	B	1509,164	6,737	1475,339	6,892	1443,142	7,046	1412,480	7,199	1383,263	7,351	1355,408	7,502
147-148	F.Ópti OPGW48	B	1522,116	7,218	1489,593	7,375	1458,585	7,532	1429,004	7,688	1400,770	7,843	1373,805	7,998
148-149	F.Ópti OPGW48	B	1507,313	7,764	1476,672	7,926	1447,415	8,086	1419,463	8,245	1392,744	8,404	1367,188	8,561
149-150	F.Ópti OPGW48	B	1157,661	1,032	1086,287	1,100	1020,734	1,170	960,908	1,243	906,580	1,318	857,421	1,393
150-151	F.Ópti OPGW48	B	1466,816	11,236	1444,862	11,407	1423,706	#####	1403,307	11,745	1383,629	11,912	1364,635	12,078
151-152	F.Ópti OPGW48	B	1261,214	2,073	1202,340	2,174	1147,830	2,278	1097,476	2,382	1051,031	2,487	1008,229	2,593

Tramo	Conductor	Zona	Tensión 20ºC		Tensión 25ºC		Tensión 30ºC		Tensión 35ºC		Tensión 40ºC		Tensión 45ºC	
			T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
152-153	F.Ópti OPGW48	B	1295,324	2,333	1240,116	2,437	1188,830	2,542	1141,260	2,648	1097,175	2,755	1056,335	2,861
153-154	F.Ópti OPGW48	B	1480,769	10,503	1457,254	10,672	1434,633	#####	1412,858	11,008	1391,886	11,174	1371,677	11,339
154-155	F.Ópti OPGW48	B	1356,500	3,622	1307,564	3,758	1261,814	3,894	1219,062	4,031	1179,119	4,168	1141,793	4,304
155-156				3,641		3,777		3,914		4,052		4,189		4,326
156-157				2,123		2,202		2,282		2,362		2,442		2,522
157-158	F.Ópti OPGW48	B	1394,812	3,828	1349,686	3,956	1307,318	4,084	1267,543	4,213	1230,196	4,341	1195,116	4,468
158-159	F.Ópti OPGW48	B	1224,663	1,539	1161,659	1,623	1103,516	1,708	1050,039	1,795	1000,975	1,883	956,028	1,972
159-160	F.Ópti OPGW48	B	1517,359	11,822	1487,972	12,056	1459,866	#####	1432,971	12,520	1407,219	12,749	1382,548	12,977
160-161				9,447		9,634		9,819		10,004		10,187		10,369
161-162				2,489		2,538		2,587		2,635		2,683		2,731
162-163				5,271		5,376		5,479		5,582		5,684		5,786
163-164	F.Ópti OPGW48	B	1368,313	2,805	1320,558	2,906	1275,854	3,008	1234,021	3,110	1194,876	3,212	1158,236	3,314
164-165				3,634		3,766		3,898		4,030		4,162		4,294
165-166	F.Ópti OPGW48	B	1375,727	3,074	1328,710	3,182	1284,661	3,292	1243,404	3,401	1204,760	3,510	1168,554	3,619
166-167				3,655		3,785		3,914		4,044		4,174		4,304
167-168	F.Ópti OPGW48	B	1324,348	3,190	1272,154	3,321	1223,524	3,453	1178,258	3,585	1136,145	3,718	1096,967	3,851
168-169				1,835	4,642	1,910		1,986		2,063		2,139		2,216
169-170	F.Ópti OPGW48	B	1394,522	2,349	1349,367	2,428	1306,974	2,507	1267,176	2,586	1229,809	2,664	1194,712	2,743
170-171				3,184		3,291		3,398		3,505		3,611		3,717
171-172				3,909		4,040		4,171		4,302		4,433		4,563
172-173				4,870		5,033		5,196		5,359		5,522		5,685
173-174	F.Ópti OPGW48	B	1457,093	3,253	1418,099	3,343	1381,221	3,432	1346,333	3,521	1313,313	3,610	1282,044	3,698
174-175				6,393		6,569		6,744		6,919		7,093		7,267

Tramo	Conductor	Zona	Tensión 50ºC		Tensión 55ºC		Tensión 60ºC		Tensión 65ºC		Tensión 70ºC	
			T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
1- 2	F.Ópti OPGW48	A	1144,074	3,118	1105,236	3,228	1069,064	3,337	1035,354	3,446	1003,913	3,554
2- 3	F.Ópti OPGW48	A	1181,168	3,665	1143,931	3,785	1109,111	3,904	1076,531	4,022	1046,019	4,139
3- 4	F.Ópti OPGW48	A	1270,277	6,095	1237,006	6,259	1205,611	6,422	1175,965	6,584	1147,947	6,745
4- 5				3,126		3,210		3,294		3,377		3,459
5- 6	F.Ópti OPGW48	A	1160,897	3,320	1122,783	3,433	1087,220	3,545	1054,016	3,657	1022,989	3,768
6- 7	F.Ópti OPGW48	A	1417,740	10,386	1395,641	10,551	1374,377	10,715	1353,904	10,877	1334,181	11,038
7- 8	F.Ópti OPGW48	A	1324,440	5,878	1293,699	6,017	1264,537	6,156	1236,854	6,294	1210,555	6,431
8- 9	F.Ópti OPGW48	A	1181,168	3,553	1143,931	3,669	1109,111	3,784	1076,531	3,899	1046,019	4,013
9- 10	F.Ópti OPGW48	A	1160,768	3,987	1122,648	4,122	1087,080	4,257	1053,873	4,391	1022,842	4,525
10- 11				2,430		2,512		2,594		2,676		2,757
11- 12	F.Ópti OPGW48	A	1313,213	3,669	1281,939	3,759	1252,303	3,848	1224,201	3,936	1197,531	4,024
12- 13				3,301		3,382		3,462		3,542		3,621
13- 14				5,273		5,402		5,530		5,657		5,783
14- 15				8,704		8,917		9,128		9,338		9,547
15- 16	F.Ópti OPGW48	A	1386,737	10,171	1361,446	10,360	1337,237	10,548	1314,047	10,734	1291,820	10,919
16- 17				6,006		6,117		6,228		6,338		6,448
17- 18	F.Ópti OPGW48	A	1277,627	4,974	1244,693	5,106	1213,594	5,237	1184,205	5,367	1156,412	5,496
18- 19	F.Ópti OPGW48	A	1231,982	4,230	1196,981	4,354	1164,081	4,477	1133,132	4,599	1103,995	4,721
19- 20	F.Ópti OPGW48	A	1354,245	6,863	1325,721	7,011	1298,559	7,157	1272,675	7,303	1247,992	7,448
20- 21	F.Ópti OPGW48	A	1302,488	5,426	1270,708	5,562	1240,625	5,697	1212,129	5,831	1185,113	5,964
21- 22	F.Ópti OPGW48	A	1359,240	5,840	1331,207	5,963	1304,490	6,086	1279,012	6,207	1254,696	6,327
22- 23				8,041		8,211		8,379		8,546		8,712

Tramo	Conductor	Zona	Tensión 50ºC		Tensión 55ºC		Tensión 60ºC		Tensión 65ºC		Tensión 70ºC	
			T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
23- 24	F.Ópti OPGW48	A	1018,571	2,647	974,381	2,767	933,833	2,887	896,620	3,007	862,444	3,127
24- 25				1,131		1,183		1,234		1,285		1,336
25- 26	F.Ópti OPGW48	A	755,589	0,697	698,457	0,754	648,330	0,812	604,534	0,871	566,311	0,930
26- 27			1218,101	2,431	1182,484	2,504	1149,050	2,577	1117,645	2,650	1088,121	2,722
27- 28	F.Ópti OPGW48	A		4,516		4,652		4,788		4,922		5,056
28- 29				4,759		4,902		5,045		5,187		5,328
29- 30	F.Ópti OPGW48	A	770,985	0,753	714,788	0,813	665,312	0,873	621,910	0,934	583,870	0,995
30- 31	F.Ópti OPGW48	A	815,418	0,904	761,729	0,968	714,023	1,032	671,733	1,097	634,257	1,162
31- 32	F.Ópti OPGW48	A	789,813	0,886	734,710	0,953	686,002	1,021	643,075	1,089	605,267	1,157
32- 33	F.Ópti OPGW48	A	661,017	0,403	596,986	0,447	542,177	0,492	495,729	0,538	456,516	0,584
33- 34	F.Ópti OPGW48	A	1198,722	3,962	1162,251	4,087	1128,085	4,211	1096,056	4,334	1066,006	4,456
34- 35	F.Ópti OPGW48	A	1376,027	5,499	1349,659	5,606	1324,462	5,713	1300,368	5,819	1277,314	5,924
35- 36				9,588		9,775		9,962		10,146		10,330
36- 37	F.Ópti OPGW48	A	1087,766	2,921	1046,526	3,036	1008,361	3,151	973,026	3,265	940,283	3,379
37- 38	F.Ópti OPGW48	A	1156,743	3,532	1118,450	3,653	1082,735	3,774	1049,406	3,894	1018,276	4,013
38- 39	F.Ópti OPGW48	A	1468,163	18,213	1451,535	18,422	1435,388	18,630	1419,704	18,836	1404,461	19,041
39- 40				12,610		12,754		12,898		13,041		13,183
40- 41	F.Ópti OPGW48	A	1194,435	2,348	1157,777	2,422	1123,451	2,496	1091,286	2,569	1061,122	2,643
41- 42				4,704		4,854		5,002		5,150		5,296
42- 43	F.Ópti OPGW48	A	1269,865	6,470	1236,575	6,644	1205,164	6,817	1175,503	6,990	1147,473	7,161
43- 44				1,663		1,707		1,752		1,796		1,840
44- 45	F.Ópti OPGW48	A	1239,055	4,335	1204,370	4,460	1171,743	4,584	1141,030	4,708	1112,095	4,831

Tramo	Conductor	Zona	Tensión 50ºC		Tensión 55ºC		Tensión 60ºC		Tensión 65ºC		Tensión 70ºC	
			T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
45- 46	F.Ópti OPGW48	A	1346,208	3,703	1316,900	3,786	1289,026	3,868	1262,498	3,949	1237,231	4,030
46- 47				8,371		8,557		8,743		8,927		9,109
47- 48	F.Ópti OPGW48	A	1347,343	6,658	1318,146	6,806	1290,372	6,952	1263,934	7,098	1238,749	7,242
48- 49	F.Ópti OPGW48	B	1121,835	3,965	1089,623	4,082	1059,420	4,198	1031,071	4,314	1004,435	4,428
49- 50	F.Ópti OPGW48	B	1175,531	4,694	1144,935	4,820	1116,100	4,944	1088,899	5,068	1063,214	5,191
50- 51	F.Ópti OPGW48	A	1252,869	4,554	1218,806	4,682	1186,719	4,808	1156,473	4,934	1127,937	5,059
51- 52	F.Ópti OPGW48	A	916,020	1,548	867,298	1,634	823,237	1,722	783,417	1,810	747,418	1,897
52- 53	F.Ópti OPGW48	A	1366,534	7,337	1339,221	7,487	1313,161	7,636	1288,279	7,783	1264,507	7,930
53- 54	F.Ópti OPGW48	A	1226,867	4,340	1191,638	4,468	1158,541	4,596	1127,423	4,723	1098,142	4,849
54- 55				4,004		4,122		4,240		4,357		4,473
55- 56	F.Ópti OPGW48	B	1233,026	3,848	1208,089	3,928	1184,335	4,006	1161,690	4,085	1140,085	4,162
56- 57				8,830		9,012		9,193		9,373		9,551
57- 58	F.Ópti OPGW48	A	1179,177	3,535	1141,854	3,651	1106,961	3,766	1074,319	3,880	1043,756	3,994
58- 59	F.Ópti OPGW48	A	1469,170	16,339	1453,075	16,520	1437,434	16,700	1422,227	16,879	1407,438	17,057
59- 60	F.Ópti OPGW48	A	686,704	0,472	624,793	0,519	571,407	0,567	525,733	0,616	486,767	0,666
60- 61	F.Ópti OPGW48	A	1177,179	3,496	1139,769	3,611	1104,802	3,726	1072,098	3,839	1041,484	3,952
61- 62	F.Ópti OPGW48	A	1132,628	4,330	1093,300	4,486	1056,718	4,642	1022,669	4,796	990,953	4,950
62- 63				2,563		2,655		2,747		2,838		2,929
63- 64				0,748		0,775		0,802		0,828		0,855
64- 65	F.Ópti OPGW48	B	1092,974	4,704	1059,932	4,851	1029,039	4,997	1000,125	5,141	973,033	5,285
65- 66				2,082		2,147		2,211		2,275		2,338
66- 67	F.Ópti OPGW48	A	1187,090	3,658	1150,111	3,776	1115,511	3,893	1083,115	4,009	1052,758	4,125

Tramo	Conductor	Zona	Tensión 50ºC		Tensión 55ºC		Tensión 60ºC		Tensión 65ºC		Tensión 70ºC	
			T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
67- 68	F.Ópti OPGW48	A	1405,849	9,575	1382,513	9,737	1360,103	9,897	1338,569	10,057	1317,866	10,215
68- 69	F.Ópti OPGW48	B	1230,153	5,990	1201,307	6,134	1173,986	6,277	1148,087	6,418	1123,515	6,559
69- 70				5,526		5,659		5,791		5,922		6,051
70- 71	F.Ópti OPGW48	B	1361,159	12,762	1340,313	12,961	1320,249	13,158	1300,927	13,354	1282,309	13,549
71- 72				6,844		6,950		7,056		7,161		7,265
72- 73	F.Ópti OPGW48	B	759,701	1,451	718,442	1,534	681,546	1,617	648,510	1,700	618,866	1,781
73- 74	F.Ópti OPGW48	B	1128,085	4,064	1096,056	4,183	1066,006	4,301	1037,785	4,418	1011,252	4,534
74- 75	F.Ópti OPGW48	B	1197,654	4,970	1167,753	5,098	1139,516	5,224	1112,825	5,350	1087,573	5,474
75- 76	F.Ópti OPGW48	B	974,215	2,512	938,005	2,609	904,583	2,705	873,702	2,801	845,128	2,896
76- 77	F.Ópti OPGW48	B	903,240	2,726	865,288	2,846	830,573	2,965	798,780	3,083	769,619	3,200
77- 78				1,268		1,324		1,380		1,434		1,489
78- 79	F.Ópti OPGW48	B	1310,507	9,695	1289,650	9,852	1269,607	10,007	1250,332	10,162	1231,785	10,315
79- 80	F.Ópti OPGW48	B	1232,352	5,551	1203,579	5,684	1176,322	5,815	1150,479	5,946	1125,954	6,076
80- 81	F.Ópti OPGW48	B	849,906	2,638	810,701	2,766	775,110	2,893	742,760	3,019	713,305	3,143
81- 82				0,658		0,689		0,721		0,753		0,784
82- 83	F.Ópti OPGW48	B	1151,888	5,729	1120,569	5,889	1091,117	6,048	1063,395	6,206	1037,275	6,362
83- 84				1,920		1,973		2,026		2,079		2,132
84- 85	F.Ópti OPGW48	B	1255,133	6,176	1227,127	6,317	1200,542	6,457	1175,286	6,596	1151,273	6,734
85- 86	F.Ópti OPGW48	B	1219,381	3,574	1190,181	3,662	1162,551	3,749	1136,384	3,835	1111,581	3,921
86- 87				7,386		7,568		7,748		7,927		8,104
87- 88				4,510		4,620		4,730		4,839		4,947

Tramo	Conductor	Zona	Tensión 50ºC		Tensión 55ºC		Tensión 60ºC		Tensión 65ºC		Tensión 70ºC	
			T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
88- 89	F.Ópti OPGW48	A	1137,901	2,264	1098,798	2,345	1062,404	2,425	1028,512	2,505	996,921	2,585
89- 90				3,683		3,814		3,945		4,075		4,204
90- 91			1253,495	5,921	1225,433	6,056	1198,799	6,191	1173,500	6,325	1149,449	6,457
91- 92	F.Ópti OPGW48	B		5,064		5,180		5,295		5,409		5,522
92- 93				6,784		6,939		7,093		7,247		7,398
93- 94	F.Ópti OPGW48	B	1339,203	7,981	1314,225	8,133	1290,341	8,284	1267,488	8,434	1245,607	8,582
94- 95	F.Ópti OPGW48	B	1215,331	5,437	1185,999	5,571	1158,255	5,705	1131,989	5,837	1107,100	5,969
95- 96	F.Ópti OPGW48	B	932,508	2,756	895,263	2,871	861,063	2,985	829,622	3,098	800,676	3,210
96- 97				1,671		1,741		1,810		1,879		1,947
97- 98	F.Ópti OPGW48	B	1099,463	4,985	1066,606	5,139	1035,866	5,291	1007,076	5,443	980,083	5,593
98- 99				1,324		1,365		1,405		1,445		1,485
99-100	F.Ópti OPGW48	B	1355,226	9,093	1332,404	9,249	1310,505	9,404	1289,478	9,557	1269,277	9,710
100-101			1187,205	5,468	1156,974	5,611	1128,452	5,753	1101,517	5,894	1076,058	6,033
101-102	F.Ópti OPGW48	B		2,681		2,751		2,821		2,890		2,958
102-103				5,644		5,792		5,938		6,084		6,228
103-104	F.Ópti OPGW48	B	1003,229	2,794	967,760	2,897	934,913	2,999	904,460	3,100	876,191	3,200
104-105			1089,384	1,698	1056,241	1,752	1025,265	1,804	996,283	1,857	969,137	1,909
105-106	F.Ópti OPGW48	B		4,727		4,875		5,023		5,169		5,314
106-107				3,553		3,665		3,776		3,886		3,995
107-108	F.Ópti OPGW48	B	1284,546	6,332	1257,562	6,468	1231,883	6,603	1207,425	6,737	1184,112	6,869
108-109				6,846		6,993		7,139		7,284		7,427

Tramo	Conductor	Zona	Tensión 50ºC		Tensión 55ºC		Tensión 60ºC		Tensión 65ºC		Tensión 70ºC	
			T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
109-110	F.Ópti OPGW48	B	979,956	3,532	943,891	3,667	910,581	3,802	879,782	3,935	851,265	4,067
110-111				0,902		0,936		0,970		1,004		1,038
111-112	F.Ópti OPGW48	B	1172,668	3,520	1141,983	3,614	1113,072	3,708	1085,807	3,801	1060,068	3,894
112-113				5,673		5,826		5,978		6,128		6,277
113-114	F.Ópti OPGW48	B	1089,448	3,553	1056,308	3,665	1025,332	3,776	996,352	3,886	969,207	3,995
114-115	F.Ópti OPGW48	B	890,796	1,911	852,548	1,997	817,621	2,082	785,689	2,167	756,447	2,250
115-116	F.Ópti OPGW48	B	1202,331	4,901	1172,580	5,025	1144,472	5,149	1117,892	5,271	1092,735	5,393
116-117				5,206		5,338		5,469		5,599		5,728
117-118	F.Ópti OPGW48	B	1165,302	6,117	1134,390	6,284	1105,286	6,450	1077,856	6,614	1051,980	6,777
118-119				1,673		1,719		1,764		1,809		1,854
119-120	F.Ópti OPGW48	C	836,841	6,469	822,747	6,580	809,269	6,689	796,368	6,798	784,006	6,905
120-121	F.Ópti OPGW48	C	853,748	3,257	827,148	3,362	802,442	3,465	779,452	3,568	758,021	3,669
121-122				2,848		2,939		3,030		3,119		3,208
122-123				3,039		3,137		3,234		3,329		3,423
123-124	F.Ópti OPGW48	B	1181,157	4,724	1150,737	4,848	1122,051	4,973	1094,978	5,096	1069,401	5,218
124-125	F.Ópti OPGW48	B	721,781	0,713	679,667	0,757	642,285	0,801	609,061	0,845	579,461	0,888
125-126				1,529		1,624		1,718		1,812		1,905
126-127	F.Ópti OPGW48	B	788,634	1,524	748,028	1,607	711,527	1,689	678,676	1,771	649,049	1,852
127-128	F.Ópti OPGW48	B	1238,753	7,479	1210,193	7,656	1183,122	7,832	1157,441	8,006	1133,058	8,178
128-129				2,953		3,023		3,092		3,161		3,229
129-130	F.Ópti OPGW48	B	1344,278	8,047	1319,493	8,198	1295,784	8,349	1273,089	8,498	1251,349	8,645

Tramo	Conductor	Zona	Tensión 50ºC		Tensión 55ºC		Tensión 60ºC		Tensión 65ºC		Tensión 70ºC	
			T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
130-131	F.Ópti OPGW48	B	1262,870	5,569	1235,129	5,695	1208,779	5,819	1183,729	5,942	1159,895	6,064
131-132				6,636		6,786		6,934		7,081		7,226
132-133	F.Ópti OPGW48	B	1350,205	6,074	1325,648	6,186	1302,144	6,298	1279,635	6,409	1258,063	6,519
133-134				9,920		10,104		10,287		10,468		10,648
134-135	F.Ópti OPGW48	B	1167,927	4,546	1137,096	4,669	1108,060	4,792	1080,689	4,913	1054,861	5,034
135-136	F.Ópti OPGW48	B	792,171	1,382	751,645	1,457	715,194	1,531	682,367	1,605	652,745	1,678
136-137	F.Ópti OPGW48	B	1209,082	4,984	1179,548	5,108	1151,628	5,232	1125,210	5,355	1100,191	5,477
137-138				5,778		5,923		6,067		6,209		6,351
138-139				4,716		4,834		4,951		5,067		5,183
139-140	F.Ópti OPGW48	B	1232,136	7,319	1203,356	7,495	1176,093	7,669	1150,244	7,841	1125,714	8,012
140-141				2,776		2,842		2,908		2,974		3,039
141-142	F.Ópti OPGW48	B	1370,878	10,041	1349,426	10,200	1328,791	10,359	1308,932	10,516	1289,807	10,673
142-143	F.Ópti OPGW48	B	819,851	1,523	779,954	1,601	743,905	1,679	711,290	1,756	681,728	1,832
143-144	F.Ópti OPGW48	B	1272,216	6,318	1244,800	6,458	1218,736	6,596	1193,938	6,733	1170,326	6,869
144-145	F.Ópti OPGW48	B	830,885	1,003	791,241	1,054	755,357	1,104	722,836	1,153	693,308	1,203
145-146				2,067		2,171		2,274		2,377		2,478
146-147	F.Ópti OPGW48	B	1328,833	7,652	1303,463	7,801	1279,226	7,949	1256,056	8,096	1233,890	8,242
147-148	F.Ópti OPGW48	B	1348,037	8,151	1323,396	8,303	1299,817	8,453	1277,240	8,603	1255,606	8,751
148-149	F.Ópti OPGW48	B	1342,727	8,717	1319,302	8,872	1296,852	9,026	1275,322	9,179	1254,662	9,330
149-150	F.Ópti OPGW48	B	813,031	1,469	772,979	1,546	736,828	1,621	704,159	1,697	674,579	1,771
150-151	F.Ópti OPGW48	B	1346,292	12,243	1328,570	12,407	1311,436	12,569	1294,865	12,730	1278,829	12,890
151-152	F.Ópti OPGW48	B	968,793	2,699	932,446	2,804	898,920	2,909	867,963	3,012	839,336	3,115

Tramo	Conductor	Zona	Tensión 50ºC		Tensión 55ºC		Tensión 60ºC		Tensión 65ºC		Tensión 70ºC	
			T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
152-153	F.Ópti OPGW48	B	1018,499	2,968	983,428	3,074	950,894	3,179	920,681	3,283	892,586	3,387
153-154	F.Ópti OPGW48	B	1352,192	11,503	1333,394	11,665	1315,251	11,827	1297,729	11,987	1280,797	12,145
154-155	F.Ópti OPGW48	B	1106,898	4,440	1074,254	4,575	1043,689	4,709	1015,044	4,842	988,167	4,974
155-156				4,463		4,598		4,733		4,867		4,999
156-157				2,602		2,681		2,759		2,837		2,915
157-158	F.Ópti OPGW48	B	1162,146	4,595	1131,138	4,721	1101,951	4,846	1074,452	4,970	1048,518	5,093
158-159	F.Ópti OPGW48	B	914,879	2,060	877,207	2,149	842,693	2,237	811,037	2,324	781,956	2,411
159-160	F.Ópti OPGW48	B	1358,898	13,203	1336,212	13,428	1314,437	13,651	1293,524	13,872	1273,425	14,092
160-161				10,550		10,729		10,907		11,084		11,259
161-162				2,779		2,826		2,873		2,919		2,965
162-163				5,887		5,987		6,086		6,184		6,282
163-164	F.Ópti OPGW48	B	1123,926	3,415	1091,776	3,515	1061,623	3,615	1033,317	3,715	1006,716	3,813
164-165				4,425		4,556		4,685		4,814		4,941
165-166	F.Ópti OPGW48	B	1134,615	3,727	1102,780	3,835	1072,891	3,942	1044,804	4,048	1018,382	4,153
166-167				4,433		4,561		4,688		4,814		4,939
167-168	F.Ópti OPGW48	B	1060,511	3,984	1026,566	4,116	994,934	4,247	965,426	4,376	937,866	4,505
168-169				2,292		2,368		2,443		2,518		2,592
169-170	F.Ópti OPGW48	B	1161,727	2,820	1130,707	2,898	1101,508	2,975	1074,000	3,051	1048,058	3,127
170-171				3,823		3,928		4,032		4,135		4,238
171-172				4,693		4,822		4,950		5,076		5,202
172-173				5,846		6,007		6,166		6,325		6,481
173-174	F.Ópti OPGW48	B	1252,412	3,785	1224,314	3,872	1197,648	3,959	1172,320	4,044	1148,244	4,129
174-175				7,439		7,610		7,779		7,948		8,115

Tramo	Conductor	Zona	Tensión 75ºC		Tensión 80ºC		85ºC	
			T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
1- 2	F.Ópti OPGW48	A	974,558	3,661	947,117	3,767	921,433	3,872
2- 3	F.Ópti OPGW48	A	1017,417	4,256	990,575	4,371	965,356	4,486
3- 4	F.Ópti OPGW48	A	1121,446	6,904	1096,356	7,063	1072,578	7,219
4- 5				3,541		3,622		3,703
5- 6	F.Ópti OPGW48	A	993,967	3,878	966,789	3,987	941,305	4,095
6- 7	F.Ópti OPGW48	A	1315,171	11,198	1296,836	11,356	1279,144	11,514
7- 8	F.Ópti OPGW48	A	1185,549	6,567	1161,755	6,701	1139,093	6,835
8- 9	F.Ópti OPGW48	A	1017,417	4,126	990,575	4,238	965,356	4,348
9- 10	F.Ópti OPGW48	A	993,818	4,657	966,637	4,788	941,152	4,918
10- 11				2,838		2,918		2,997
11- 12	F.Ópti OPGW48	A	1172,201	4,111	1148,123	4,197	1125,214	4,283
12- 13				3,699		3,776		3,853
13- 14				5,908		6,032		6,155
14- 15				9,753		9,958		10,161
15- 16	F.Ópti OPGW48	A	1270,501	11,103	1250,039	11,285	1230,387	11,465
16- 17				6,556		6,663		6,770
17- 18	F.Ópti OPGW48	A	1130,103	5,624	1105,178	5,751	1081,540	5,877
18- 19	F.Ópti OPGW48	A	1076,539	4,841	1050,640	4,961	1026,184	5,079
19- 20	F.Ópti OPGW48	A	1224,436	7,591	1201,939	7,733	1180,436	7,874
20- 21	F.Ópti OPGW48	A	1159,480	6,096	1135,138	6,227	1112,001	6,356
21- 22	F.Ópti OPGW48	A	1231,473	6,447	1209,277	6,565	1188,046	6,683
22- 23				8,876		9,040		9,201

Tramo	Conductor	Zona	Tensión 75ºC		Tensión 80ºC		85ºC	
			T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
23- 24	F.Ópti OPGW48	A	831,021	3,245	802,085	3,362	775,393	3,478
24- 25				1,387		1,437		1,486
25- 26	F.Ópti OPGW48	A	532,909	0,989	503,628	1,046	477,851	1,102
26- 27			1060,338	2,793	1034,167	2,864	1009,488	2,934
27- 28	F.Ópti OPGW48	A		5,188		5,320		5,450
28- 29				5,468		5,606		5,743
29- 30	F.Ópti OPGW48	A	550,486	1,055	521,102	1,115	495,136	1,173
30- 31	F.Ópti OPGW48	A	601,002	1,226	571,421	1,290	545,019	1,352
31- 32	F.Ópti OPGW48	A	571,925	1,224	542,440	1,291	516,270	1,356
32- 33	F.Ópti OPGW48	A	423,366	0,630	395,205	0,675	371,115	0,718
33- 34	F.Ópti OPGW48	A	1037,785	4,577	1011,252	4,698	986,279	4,817
34- 35	F.Ópti OPGW48	A	1255,238	6,028	1234,085	6,132	1213,802	6,234
35- 36				10,512		10,692		10,871
36- 37	F.Ópti OPGW48	A	909,910	3,492	881,698	3,604	855,455	3,714
37- 38	F.Ópti OPGW48	A	989,170	4,131	961,925	4,248	936,391	4,364
38- 39	F.Ópti OPGW48	A	1389,643	19,245	1375,232	19,447	1361,212	19,648
39- 40				13,324		13,463		13,602
40- 41	F.Ópti OPGW48	A	1032,806	2,715	1006,197	2,787	981,162	2,858
41- 42				5,441		5,585		5,728
42- 43	F.Ópti OPGW48	A	1120,962	7,330	1095,862	7,498	1072,076	7,665
43- 44				1,883		1,927		1,969
44- 45	F.Ópti OPGW48	A	1084,809	4,952	1059,053	5,073	1034,715	5,192

Tramo	Conductor	Zona	Tensión 75ºC		Tensión 80ºC		85ºC	
			T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
45- 46	F.Ópti OPGW48	A	1213,148	4,110	1190,174	4,189	1168,242	4,268
46- 47				9,290		9,470		9,648
47- 48	F.Ópti OPGW48	A	1214,740	7,386	1191,833	7,528	1169,961	7,669
48- 49	F.Ópti OPGW48	B	979,379	4,542	955,781	4,654	933,528	4,765
49- 50	F.Ópti OPGW48	B	1038,937	5,312	1015,964	5,432	994,203	5,551
50- 51	F.Ópti OPGW48	A	1100,992	5,183	1075,523	5,306	1051,426	5,428
51- 52	F.Ópti OPGW48	A	714,832	1,983	685,280	2,069	658,417	2,153
52- 53	F.Ópti OPGW48	A	1241,777	8,075	1220,028	8,220	1199,202	8,362
53- 54	F.Ópti OPGW48	A	1070,564	4,974	1044,564	5,098	1020,024	5,221
54- 55				4,589		4,703		4,816
55- 56	F.Ópti OPGW48	B	1119,453	4,239	1099,736	4,315	1080,876	4,390
56- 57				9,727		9,902		10,075
57- 58	F.Ópti OPGW48	A	1015,112	4,107	988,236	4,219	962,989	4,330
58- 59	F.Ópti OPGW48	A	1393,049	17,234	1379,045	17,409	1365,410	17,584
59- 60	F.Ópti OPGW48	A	453,478	0,715	424,919	0,763	400,270	0,810
60- 61	F.Ópti OPGW48	A	1012,797	4,064	985,888	4,175	960,614	4,285
61- 62	F.Ópti OPGW48	A	961,379	5,103	933,768	5,254	907,956	5,403
62- 63				3,019		3,109		3,197
63- 64				0,881		0,907		0,933
64- 65	F.Ópti OPGW48	B	947,617	5,427	923,742	5,567	901,285	5,706
65- 66				2,401		2,463		2,525
66- 67	F.Ópti OPGW48	A	1024,282	4,240	997,543	4,354	972,405	4,466

Tramo	Conductor	Zona	Tensión 75ºC		Tensión 80ºC		85ºC	
			T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
67- 68	F.Ópti OPGW48	A	1297,948	10,372	1278,775	10,528	1260,306	10,682
68- 69	F.Ópti OPGW48	B	1100,179	6,698	1077,997	6,836	1056,892	6,973
69- 70				6,180		6,307		6,433
70- 71	F.Ópti OPGW48	B	1264,357	13,741	1247,039	13,933	1230,323	14,122
71- 72				7,368		7,471		7,573
72- 73	F.Ópti OPGW48	B	592,189	1,862	568,105	1,941	546,285	2,018
73- 74	F.Ópti OPGW48	B	986,279	4,649	962,746	4,763	940,543	4,875
74- 75	F.Ópti OPGW48	B	1063,659	5,597	1040,987	5,719	1019,473	5,840
75- 76	F.Ópti OPGW48	B	818,647	2,989	794,063	3,082	771,199	3,173
76- 77	F.Ópti OPGW48	B	742,819	3,315	718,140	3,429	695,362	3,542
77- 78				1,543		1,596		1,648
78- 79	F.Ópti OPGW48	B	1213,926	10,467	1196,721	10,618	1180,133	10,767
79- 80	F.Ópti OPGW48	B	1102,659	6,204	1080,513	6,332	1059,437	6,458
80- 81	F.Ópti OPGW48	B	686,428	3,267	661,842	3,388	639,295	3,508
81- 82				0,814		0,845		0,874
82- 83	F.Ópti OPGW48	B	1012,637	6,517	989,371	6,671	967,375	6,823
83- 84				2,184		2,235		2,286
84- 85	F.Ópti OPGW48	B	1128,421	6,870	1106,654	7,005	1085,903	7,140
85- 86	F.Ópti OPGW48	B	1088,047	4,006	1065,696	4,090	1044,449	4,173
86- 87				8,279		8,453		8,626
87- 88				5,054		5,161		5,266

Tramo	Conductor	Zona	Tensión 75ºC		Tensión 80ºC		85ºC	
			T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
88- 89	F.Ópti OPGW48	A	967,447	2,664	939,913	2,742	914,159	2,819
89- 90				4,332		4,459		4,585
90- 91			1126,564	6,589	1104,769	6,719	1083,994	6,848
91- 92	F.Ópti OPGW48	B		5,635		5,746		5,856
92- 93				7,549		7,698		7,846
93- 94	F.Ópti OPGW48	B	1224,641	8,729	1204,537	8,875	1185,246	9,020
94- 95	F.Ópti OPGW48	B	1083,493	6,099	1061,081	6,228	1039,782	6,356
95- 96	F.Ópti OPGW48	B	773,979	3,321	749,309	3,431	726,465	3,539
96- 97				2,014		2,080		2,146
97- 98	F.Ópti OPGW48	B	954,744	5,741	930,928	5,888	908,513	6,034
98- 99				1,525		1,564		1,602
99-100	F.Ópti OPGW48	B	1249,855	9,861	1231,171	10,011	1213,186	10,159
100-101			1051,969	6,172	1029,152	6,309	1007,518	6,444
101-102	F.Ópti OPGW48	B		3,026		3,093		3,160
102-103				6,370		6,512		6,652
103-104	F.Ópti OPGW48	B	849,909	3,299	825,435	3,397	802,606	3,493
104-105			943,679	1,961	919,773	2,012	897,293	2,062
105-106	F.Ópti OPGW48	B		5,458		5,600		5,740
106-107				4,103		4,209		4,315
107-108	F.Ópti OPGW48	B	1161,873	7,001	1140,641	7,132	1120,353	7,261
108-109				7,570		7,711		7,851

Tramo	Conductor	Zona	Tensión 75ºC		Tensión 80ºC		85ºC	
			T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
109-110	F.Ópti OPGW48	B	824,820	4,197	800,255	4,326	777,394	4,454
110-111				1,071		1,104		1,137
111-112	F.Ópti OPGW48	B	1035,745	3,985	1012,736	4,076	990,945	4,166
112-113				6,424		6,570		6,715
113-114	F.Ópti OPGW48	B	943,749	4,102	919,844	4,209	897,364	4,315
114-115	F.Ópti OPGW48	B	729,617	2,333	704,947	2,415	682,209	2,496
115-116	F.Ópti OPGW48	B	1068,900	5,513	1046,295	5,632	1024,836	5,750
116-117				5,856		5,983		6,108
117-118	F.Ópti OPGW48	B	1027,543	6,938	1004,440	7,098	982,574	7,256
118-119				1,898		1,941		1,985
119-120	F.Ópti OPGW48	C	772,151	7,012	760,771	7,117	749,838	7,221
120-121	F.Ópti OPGW48	C	738,005	3,768	719,277	3,867	701,720	3,963
121-122				3,295		3,381		3,465
122-123				3,516		3,608		3,698
123-124	F.Ópti OPGW48	B	1045,214	5,338	1022,316	5,458	1000,615	5,577
124-125	F.Ópti OPGW48	B	553,004	0,930	529,268	0,972	507,888	1,013
125-126				1,996		2,086		2,173
126-127	F.Ópti OPGW48	B	622,260	1,932	597,966	2,011	575,865	2,088
127-128	F.Ópti OPGW48	B	1109,885	8,349	1087,842	8,518	1066,854	8,686
128-129				3,296		3,363		3,429
129-130	F.Ópti OPGW48	B	1230,510	8,792	1210,520	8,937	1191,332	9,082

Tramo	Conductor	Zona	Tensión 75ºC		Tensión 80ºC		85ºC	
			T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
130-131	F.Ópti OPGW48	B	1137,199	6,185	1115,568	6,306	1094,934	6,424
131-132				7,371		7,514		7,656
132-133	F.Ópti OPGW48	B	1237,375	6,628	1217,520	6,736	1198,453	6,844
133-134				10,826		11,003		11,178
134-135	F.Ópti OPGW48	B	1030,465	5,153	1007,395	5,271	985,555	5,388
135-136	F.Ópti OPGW48	B	625,946	1,750	601,630	1,820	579,497	1,890
136-137	F.Ópti OPGW48	B	1076,473	5,598	1053,968	5,718	1032,590	5,836
137-138				6,491		6,629		6,767
138-139				5,297		5,410		5,522
139-140	F.Ópti OPGW48	B	1102,416	8,182	1080,265	8,350	1059,187	8,516
140-141				3,103		3,166		3,230
141-142	F.Ópti OPGW48	B	1271,378	10,828	1253,609	10,981	1236,468	11,134
142-143	F.Ópti OPGW48	B	654,870	1,907	630,402	1,981	608,049	2,054
143-144	F.Ópti OPGW48	B	1147,824	7,004	1126,362	7,137	1105,873	7,270
144-145	F.Ópti OPGW48	B	666,437	1,251	641,921	1,299	619,490	1,346
145-146				2,578		2,676		2,773
146-147	F.Ópti OPGW48	B	1212,669	8,386	1192,336	8,530	1172,842	8,671
147-148	F.Ópti OPGW48	B	1234,862	8,899	1214,958	9,045	1195,846	9,189
148-149	F.Ópti OPGW48	B	1234,823	9,480	1215,760	9,629	1197,429	9,777
149-150	F.Ópti OPGW48	B	647,731	1,845	623,297	1,917	600,994	1,988
150-151	F.Ópti OPGW48	B	1263,303	13,049	1248,263	13,207	1233,688	13,363
151-152	F.Ópti OPGW48	B	812,822	3,217	788,222	3,317	765,356	3,417

Tramo	Conductor	Zona	Tensión 75ºC		Tensión 80ºC		85ºC	
			T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
152-153	F.Ópti OPGW48	B	866,425	3,489	842,025	3,590	819,232	3,690
153-154	F.Ópti OPGW48	B	1264,429	12,303	1248,595	12,459	1233,272	12,614
154-155	F.Ópti OPGW48	B	962,920	5,104	939,173	5,233	916,809	5,361
155-156				5,130		5,260		5,389
156-157				2,991		3,067		3,142
157-158	F.Ópti OPGW48	B	1024,033	5,215	1000,890	5,336	978,993	5,456
158-159	F.Ópti OPGW48	B	755,192	2,496	730,512	2,581	707,702	2,664
159-160	F.Ópti OPGW48	B	1254,096	14,309	1235,497	14,525	1217,588	14,739
160-161				11,433		11,606		11,777
161-162				3,011		3,056		3,101
162-163				6,379		6,475		6,570
163-164	F.Ópti OPGW48	B	981,687	3,910	958,111	4,006	935,874	4,102
164-165				5,067		5,192		5,315
165-166	F.Ópti OPGW48	B	993,499	4,257	970,036	4,360	947,887	4,462
166-167				5,063		5,185		5,307
167-168	F.Ópti OPGW48	B	912,093	4,633	887,956	4,759	865,319	4,883
168-169				2,665		2,737		2,809
169-170	F.Ópti OPGW48	B	1023,567	3,201	1000,419	3,276	978,518	3,349
170-171				4,339		4,440		4,539
171-172				5,327		5,450		5,572
172-173				6,637		6,790		6,943
173-174	F.Ópti OPGW48	B	1125,338	4,213	1103,524	4,296	1082,733	4,379
174-175				8,280		8,444		8,606

2.1.4. Características del aislamiento

2.1.4.a. Descripción

Todos los apoyos llevarán cadenas de aisladores de vidrio, según queda definido en este proyecto.

2.1.4.b. Tipos de cadenas

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

Cadena de anclaje simple vidrio:

- Longitud_____1,720 m
- Peso_____40,543 daN
- Carga de rotura_____85.000 daN
- Longitud de la línea de fuga_____3.150 mm
- Composición:
    - 1 Rótula R-16
    - 2 Grillete recto AGN-16T
    - 1 Anillas bola AB-16
    - 1 Grapa amarre GA-3
    - 10 Aisladores de vidrio U100BS

Cadena de anclaje doble vidrio:

- Longitud_____2,086 m
- Peso_____85,025 daN
- Carga de rotura_____85.000 daN
- Longitud de la línea de fuga_____3.150 mm
- Composición:
    - 4 Rótula R-16
    - 2 Grillete recto AGN-16T
    - 3 Anillas bola AB-16
    - 2 Yugo triangular doble YD
    - 1 Grapa amarre GA-3

- 20 Aisladores de vidrio U100BS

Cadena de suspensión simple vidrio:

- Longitud_____1,538 m
- Peso_____39,318 daN
- Carga de rotura_____75.000 daN
- Longitud de la línea de fuga_____3.150 mm
- Composición:
  - 1 Rótula R-16
  - 1 Grillete recto AGN-16T
  - 1 Anillas bola AB-16
  - 1 Grapa suspensión GS-3
  - 10 Aisladores de vidrio U100BS

Cadena de suspensión doble vidrio:

- Longitud_____1,972 m
- Peso_____84,339 daN
- Carga de rotura_____75.000 daN
- Longitud de la línea de fuga_____3.150 mm
- Composición:
  - 4 Rótula R-16
  - 2 Grillete recto AGN-16T
  - 3 Anillas bola AB-16
  - 2 Yugo triangular doble YD
  - 1 Grapa suspensión GS-3
  - 20 Aisladores de vidrio U100BS

2.1.5. Características de los apoyos

2.1.5.a. Cálculo mecánico de los apoyos

El cálculo de apoyos se realiza sobre la base del punto 3.5.3 de la ITC-LAT 07, en el que figuran las tablas con las hipótesis de cálculo que se deben tener en cuenta

para el cálculo de los esfuerzos en los diferentes tipos de apoyos que se utilizan en las líneas eléctricas. A continuación se muestra dichas tablas.

Zona A:

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	1.ª HIPÓTESIS (Viento)	3.ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4.ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
Suspensión de Alineación o Suspensión de Ángulo	V	Cargas permanentes (apdo 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.		
	T	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: – Conductores y cables de tierra. – Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	ALINEACIÓN: No aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	
	L	No aplica.	Desequilibrio de tracciones (apdo 3.1.4.1)	Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.1)
Amarre de Alineación o Amarre de Ángulo	V	Cargas permanentes (apdo 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.		
	T	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) para una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: – Conductores y cables de tierra. – Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	ALINEACIÓN: No aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	
	L	No aplica	Desequilibrio de tracciones (apdo 3.1.4.2)	Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.2)
Para la determinación de las tensiones de los conductores y cables de tierra se considerarán sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea y a la temperatura de -5 ºC.				

V = Esfuerzo vertical L = Esfuerzo longitudinal T = Esfuerzo transversal

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	1.ª HIPÓTESIS (Viento)	3.ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4.ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
Anclaje de Alineación o Anclaje de Ángulo	V	Cargas permanentes (apdo 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.		
	T	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: – Conductores y cables de tierra. – Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	ALINEACIÓN: No aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	
	L	No aplica	Desequilibrio de tracciones (apartado 3.1.4.3)	Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.3.)
Fin de línea	V	Cargas permanentes (apdo 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.	No aplica	Cargas permanentes (apdo 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.
	T	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: – Conductores y cables de tierra. – Apoyo.		No aplica
	L	Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.4).		Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.4)
Para la determinación de las tensiones de los conductores y cables de tierra se considerarán sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea y a la temperatura de -5 ºC.				

V = Esfuerzo vertical L = Esfuerzo longitudinal T = Esfuerzo transversal

Zona B y C:

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	1.ª HIPÓTESIS (Viento)	2.ª HIPÓTESIS (Hielo)	2.ª HIPÓTESIS (Hielo+Viento)	3.ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4.ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
Suspensión de Alineación o Suspensión de Ángulo	V	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3).	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3) y a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2)	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo, se considerarán los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2). Para las líneas de categoría especial, además de la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3).	
	T	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.).	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) para una velocidad mínima de 60 km/h y sobrecarga de hielo (apdo. 3.1.3) sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	
	L	No aplica.			Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.1)	Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.1.)
Amarre de Alineación o Amarre de Ángulo	V	Cargas permanentes (apdo 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3).	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3) y a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2)	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3). Para las líneas de categoría especial, además de la sobrecarga de hielo, se considerarán los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2).	
	T	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.).	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) para una velocidad mínima de 60 km/h y sobrecarga de hielo (apdo. 3.1.3) sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	
	L	No aplica.			Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.2)	Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.2.)

Para la determinación de las tensiones de los conductores y cables de tierra se considerará:
1.ª Hipótesis: Sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea y a la temperatura de –10 ºC en zona B y –15 ºC en zona C.
Resto hipótesis: Sometidos a una sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3) y a la temperatura de -15 ºC en zona B y -20 ºC en zona C. En las líneas de categoría especial, además de la sobrecarga de hielo, se considerarán los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2). La 2ª Hipótesis (Hielo+Viento) será de aplicación exclusiva para las líneas de categoría especial.

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	1.ª HIPÓTESIS (Viento)	2.ª HIPÓTESIS (Hielo)	2.ª HIPÓTESIS (Hielo+Viento)	3.ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4.ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
Anclaje de Alineación o Anclaje de Ángulo	V	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3).	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3) y a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2)	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3). Para las líneas de categoría especial, además de la sobrecarga de hielo, se considerarán los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2).	
	T	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.).	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) para una velocidad mínima de 60 km/h y sobrecarga de hielo (apdo. 3.1.3) sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	
	L	No aplica.			Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.3)	Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.3.)
Fin de línea	V	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3).	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3) y a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2)	No aplica.	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3). Para las líneas de categoría especial, además de la sobrecarga de hielo, se considerarán los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2).
	T	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo.	No aplica.	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) para una velocidad mínima de 60 km/h y sobrecarga de hielo (apdo. 3.1.3) sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo.		No aplica.
	L	Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.4).	Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.4).			Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.4.)

Para la determinación de las tensiones de los conductores y cables de tierra se considerará:
1.ª Hipótesis: Sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea y a la temperatura de –10 ºC en zona B y –15 ºC en zona C.
Resto hipótesis: Sometidos a una sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3) y a la temperatura de -15 ºC en zona B y -20 ºC en zona C. En las líneas de categoría especial, además de la sobrecarga de hielo, se considerarán los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2). La 2ª Hipótesis (Hielo+Viento) será de aplicación exclusiva para las líneas de categoría especial.

V = Esfuerzo vertical L = Esfuerzo longitudinal T = Esfuerzo transversal

❖ Esfuerzos verticales

Tenemos tres esfuerzos verticales, uno debido al viento, otro debido al hielo y un tercero debido al viento+hielo.

El esfuerzo vertical debido al viento, se calculará en condiciones de viento a 140 km/h y a temperatura de -5ºC en zona A, -10ºC en zona B y -15ºC en zona C. La ecuación es la siguiente:

$$V_{Viento} = p * \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + C_V * (\tan(n_1) \pm \tan(n_2))\right] + P_{cad} * N_{cad} \quad (\mathbf{28})$$

Donde:

V_{viento} es carga vertical debida al viento (daN);

p es el peso del conductor (daN/m);

a_1 es la longitud del vano anterior de un apoyo (m);

a_2 es la longitud del vano posterior de un apoyo (m);

n_1 es la pendiente del vano anterior a un apoyo,

$$tg\ n_1 = \frac{h_1}{a_1} \ (\mathbf{29})$$

n_2 es la pendiente del vano posterior a un apoyo,

$$tg\ n_2 = \frac{h_2}{a_2} \ (\mathbf{30})$$

P_{cad} es el peso de la cadena de aisladores (daN);

N_{cad} es el número de cadenas de aisladores;

C_v es la constante catenaria en condiciones de viento máximo (m),

$$C_V = \frac{T_{máx\ viento}}{S_V} (\mathbf{31})$$

El esfuerzo vertical debido al hielo, se calculará en condiciones de hielo y a temperatura de -15ºC en zona B y -20ºC en zona C. La ecuación es la siguiente:

$$V_{hielo} = p_h * \frac{a_1 + a_2}{2} + T_H * (\tan(n_1) \pm \tan(n_2)) + P_{cad} * N_{cad} \quad (\mathbf{32})$$

Donde:

V_{hielo} es carga vertical debida al hielo (daN);

T_H es la tensión máxima de hielo (daN);

p_h es la sobrecarga debida al hielo (daN/m).

El esfuerzo vertical debido al viento+hielo, se calculará en condiciones de viento a 60 km/h y de hielo, a temperatura de -15ºC en zona B y -20ºC en zona C. La ecuación es la siguiente:

$$V_{V+H} = S_H * \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + C_{VH} * (\tan(n_1) \pm \tan(n_2))\right] + P_{cad} * N_{cad} \quad (\mathbf{33})$$

Donde:

V_{V+H} es la carga vertical del viento más hielo (daN);

C_{V+H} es la catenaria en condiciones de viento más hielo (daN),

$$C_{V+H} = \frac{T_{máx\ viento+hielo}}{S_{V+H}} (\mathbf{34})$$

- Esfuerzos transversales

Los esfuerzos transversales que actúan sobre la línea son de dos tipos, el primero es debido a la acción del viento sobre conductores y cadenas de aisladores, y el segundo tipo se debe a la resultante de ángulo que siempre actúa en la bisectriz del ángulo que forma la línea.

El esfuerzo transversal debido a la acción del viento, se determina con la siguiente ecuación:

$$E_V = \frac{a_1 + a_2}{2} * v * d * \cos\left(\frac{\pi - \alpha}{2}\right) + E_{cad} * N_{cad} \ (\mathbf{35})$$

Donde:

E_V es el esfuerzo del viento (daN);

v es la presión del viento (daN/m^2);

d es el diámetro del conductor (m);

α es el ángulo interno de la línea (grados sexagesimales);

E_{cad} es el esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores (daN).

El esfuerzo transversal debido a la resultante de ángulo, se determina con la siguiente ecuación:

$$R_{AN} = \sqrt{\left[(T_1 + T_2) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 + \left[(T_1 - T_2) * \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2} \quad (\mathbf{36})$$

Donde:

R_{AN} es a resultante de ángulo (daN);

T_1 es la tensión en el vano anterior al apoyo (daN);

T_2 es la tensión en el vano posterior al apoyo (daN);

α es el ángulo interno de la línea (grados sexagesimales).

Las tensiones en la fórmula de la resultante de ángulo debe ser la correspondiente a la hipótesis que se esté calculando.

- ❖ Esfuerzos longitudinales

Los esfuerzos longitudinales son los que actúan en la dirección de la línea, y se deben a dos tipos, el desequilibrio de tracciones, que mide la diferencia de tensiones a cada lado del apoyo, y la rotura de conductores, que se produce cuando rompe un conductor y se traduce en un esfuerzo de torsión en el apoyo.

Para calcular el desequilibrio de tracciones se debe acudir al punto 3.1.4 de la ITC-RAT-07, que fija este esfuerzo en función del tipo de apoyo. La ecuación para calcularlo será:

$$D_T = \%\mathrm{P} * \mathrm{T} \quad (\mathbf{37})$$

Donde:

D_T es el desequilibrio de tracciones (daN);

T es la tensión del conductor (daN);

%P es el porcentaje de desequilibrio de tracciones, que en nuestro caso será:

- Para apoyos de suspensión 15%.
- Para apoyos de amarre 25%.

- Para apoyos de anclaje 50%.
- Para apoyos fin de línea 100%.

La rotura de conductores es uno de los esfuerzos más dañinos para un apoyo, y que determina en muchos casos el esfuerzo máximo que actúa sobre el apoyo. Este esfuerzo se traduce en un momento de torsión que intenta retorcer el apoyo. Para su cálculo se deberá acudir al punto 3.1.5 de la ITC-RAT-07. Este esfuerzo se calculará con la siguiente expresión:

$$R_C = \%\mathrm{P} * \mathrm{T}_0 * \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) \quad (\mathbf{38})$$

Donde:

R_C es la rotura de conductores (daN);

T_0 es la componente horizontal máxima de la tensión (daN);

%P es el porcentaje de rotura de conductores, que en nuestro caso será:

- Para apoyos de suspensión 50%.
- Para apoyos de amarre 100%.
- Para apoyos de anclaje 100%.
- Para apoyos fin de línea 100%.

2.1.5.b. Tabla del cálculo de apoyos

A continuación se muestra la tabla con los cálculos mecánicos de los apoyos. Los apoyos de color morado sufren un cambio de zona.

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coef. de seguridad	Conduct.	1ª Hipótesis Viento			2ª Hipótesis Hielo			2ª Hipótesis Hielo+Viento			3ª Hipótesis Desequilibrio de tracciones			4ª Hipótesis Rotura de conductores Fases no afectadas			Fases afectadas		
					Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN
1	P.Línea	———	N	Fase	105,13	170,41	2067,62	——	——	——	——	——	——	——	——	——	105,13	——	2067,62	——	——	——
				Tie.1	59,14	128,63	2509,99	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——
2	Áng-Anc	2,29	N	Fase	-35,89	2062,08	——	——	——	——	——	——	——	-35,89	1734,66	1057,08	-35,89	1734,66	——	-17,95	867,33	1923,80
				Tie.1	-164,45	2350,86	——	——	——	——	——	——	——	-164,45	2107,02	1168,97	-164,45	2107,02	——	-82,22	1053,51	2337,95
3	Áng-Anc	2,27	N	Fase	582,19	2219,55	——	——	——	——	——	——	——	582,19	1838,06	1114,11	582,19	1838,06	——	291,09	919,03	2019,45
				Tie.1	535,01	2536,84	——	——	——	——	——	——	——	535,01	2238,93	1232,03	535,01	2238,93	——	267,50	1119,47	2464,07
4	Ali-Sus	———	N	Fase	367,75	361,31	——	——	——	——	——	——	——	367,75	——	334,23	367,75	——	——	183,87	——	1114,11
				Tie.1	337,69	323,94	——	——	——	——	——	——	——	337,69	——	407,82	——	——	——	168,84	——	1359,40
5	Áng-Anc	2,16	R	Fase	185,32	2672,43	——	——	——	——	——	——	——	185,32	2030,38	1114,11	185,32	2211,22	——	92,66	1105,61	1967,40
				Tie.1	-202,58	2709,12	——	——	——	——	——	——	——	-202,58	2472,51	1200,28	-202,58	2472,51	——	-101,29	1236,26	2400,56
6	Áng-Anc	2,46	R	Fase	746,13	2307,29	——	——	——	——	——	——	——	746,13	1530,25	1203,37	746,13	1530,25	——	373,07	765,12	2268,70
				Tie.1	426,98	2273,13	——	——	——	——	——	——	——	426,98	1901,53	1416,10	426,98	1901,53	——	213,49	950,77	2832,21
7	Áng-Anc	2,79	R	Fase	514,53	1673,37	——	——	——	——	——	——	——	514,53	823,99	1203,37	514,53	823,99	——	257,27	411,99	2370,18
				Tie.1	149,65	1471,57	——	——	——	——	——	——	——	149,65	1027,63	1479,45	149,65	1027,63	——	74,82	513,82	2958,90
8	Ali-Ama	———	R	Fase	417,14	734,75	——	——	——	——	——	——	——	417,14	——	574,74	417,14	——	——	208,57	——	2298,94
				Tie.1	55,60	329,30	——	——	——	——	——	——	——	55,60	——	703,70	——	——	——	27,80	——	2814,79
9	Áng-Anc	2,72	N	Fase	303,49	1237,29	——	——	——	——	——	——	——	303,49	874,13	1057,08	303,49	874,13	——	151,75	437,06	2067,96
				Tie.1	221,39	1341,60	——	——	——	——	——	——	——	221,39	1062,01	1256,57	221,39	1062,01	——	110,69	531,01	2513,14
10	Ali-Sus	———	N	Fase	153,58	298,19	——	——	——	——	——	——	——	153,58	——	313,27	153,58	——	——	76,79	——	1044,24
				Tie.1	99,86	260,82	——	——	——	——	——	——	——	99,86	——	380,47	——	——	——	49,93	——	1268,23
11	Áng-Anc	2,51	N	Fase	236,32	1698,45	——	——	——	——	——	——	——	236,32	1363,98	1142,10	236,32	1363,98	——	118,16	681,99	2172,41
				Tie.1	152,54	1916,44	——	——	——	——	——	——	——	152,54	1665,55	1328,89	152,54	1665,55	——	76,27	832,77	2657,79
12	Ali-Sus	———	R	Fase	302,40	482,84	——	——	——	——	——	——	——	302,40	——	342,63	302,40	——	——	151,20	——	1142,10
				Tie.1	121,16	291,19	——	——	——	——	——	——	——	121,16	——	419,18	——	——	——	60,58	——	1397,28
13	Ali-Sus	———	R	Fase	271,23	512,02	——	——	——	——	——	——	——	271,23	——	342,63	271,23	——	——	135,61	——	1142,10
				Tie.1	81,61	320,37	——	——	——	——	——	——	——	81,61	——	419,18	——	——	——	40,81	——	1397,28
14	Ali-Sus	———	N	Fase	302,62	445,87	——	——	——	——	——	——	——	302,62	——	342,63	302,62	——	——	151,31	——	1142,10
				Tie.1	252,55	408,50	——	——	——	——	——	——	——	252,55	——	419,18	——	——	——	126,28	——	1397,28
15	Áng-Anc	2,43	N	Fase	503,65	2170,10	——	——	——	——	——	——	——	503,65	1631,94	1185,04	503,65	1631,94	——	251,82	815,97	2220,00
				Tie.1	428,19	2466,55	——	——	——	——	——	——	——	428,19	2011,96	1375,86	428,19	2011,96	——	214,10	1005,98	2751,73
16	Ali-Sus	———	N	Fase	233,03	489,34	——	——	——	——	——	——	——	233,03	——	355,51	233,03	——	——	116,51	——	1185,04
				Tie.1	166,14	451,97	——	——	——	——	——	——	——	166,14	——	440,66	——	——	——	83,07	——	1468,88
17	Áng-Anc	2,43	N	Fase	338,80	2046,72	——	——	——	——	——	——	——	338,80	1618,44	1185,04	338,80	1618,44	——	169,40	809,22	2220,00
				Tie.1	251,82	2339,51	——	——	——	——	——	——	——	251,82	1994,81	1375,86	251,82	1994,81	——	125,91	997,40	2751,73
18	Ali-Ama	———	R	Fase	417,14	732,37	——	——	——	——	——	——	——	417,14	——	559,44	417,14	——	——	208,57	——	2237,75
				Tie.1	55,71	326,92	——	——	——	——	——	——	——	55,71	——	682,90	——	——	——	27,85	——	2731,59
19	Ali-Ama	———	R	Fase	410,49	767,50	——	——	——	——	——	——	——	410,49	——	583,05	410,49	——	——	205,25	——	2332,18
				Tie.1	42,02	362,06	——	——	——	——	——	——	——	42,02	——	717,84	——	——	——	21,01	——	2871,38

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coef. de seguridad	Conduct.	1ª Hipótesis Viento			2ª Hipótesis Hielo			2ª Hipótesis Hielo+Viento			3ª Hipótesis Desequilibrio de tracciones			4ª Hipótesis Rotura de conductores Fases no afectadas			Fases afectadas		
					Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN
20	Áng-Anc	2,48	N	Fase	447,70	1949,63	——	——	——	——	——	——	——	447,70	1499,51	1166,09	447,70	1499,51	——	223,85	749,75	2205,12
				Tie.1	373,11	2207,17	——	——	——	——	——	——	——	373,11	1840,63	1357,47	373,11	1840,63	——	186,56	920,32	2714,94
21	Ali-Ama	———	N	Fase	149,11	455,76	——	——	——	——	——	——	——	149,11	——	584,49	149,11	——	——	74,55	——	2337,97
				Tie.1	32,17	372,18	——	——	——	——	——	——	——	32,17	——	720,34	——	——	——	16,08	——	2881,36
22	Ali-Sus	———	N	Fase	392,86	453,61	——	——	——	——	——	——	——	392,86	——	350,70	392,86	——	——	196,43	——	1168,99
				Tie.1	356,48	416,24	——	——	——	——	——	——	——	356,48	——	432,20	——	——	——	178,24	——	1440,68
23	Áng-Anc	2,90	N	Fase	97,86	1083,82	——	——	——	——	——	——	——	97,86	666,90	1168,99	97,86	666,90	——	48,93	333,45	2320,55
				Tie.1	-19,05	1176,12	——	——	——	——	——	——	——	-19,05	842,77	1429,94	-19,05	842,77	——	-9,53	421,39	2859,89
24	Ali-Sus	———	N	Fase	550,69	220,18	——	——	——	——	——	——	——	550,69	——	287,28	550,69	——	——	275,34	——	957,59
				Tie.1	562,21	182,81	——	——	——	——	——	——	——	562,21	——	348,31	——	——	——	281,10	——	1161,04
25	Ali-Ama	———	N	Fase	-258,17	204,46	——	——	——	——	——	——	——	-258,17	——	478,79	-258,17	——	——	-129,09	——	1915,18
				Tie.1	-401,58	120,88	——	——	——	——	——	——	——	-401,58	——	580,52	——	——	——	-200,79	——	2322,07
26	Ali-Ama	———	N	Fase	214,15	249,12	——	——	——	——	——	——	——	214,15	——	540,27	214,15	——	——	107,08	——	2161,06
				Tie.1	135,15	165,55	——	——	——	——	——	——	——	135,15	——	657,51	——	——	——	67,57	——	2630,02
27	Ali-Sus	———	N	Fase	184,77	313,08	——	——	——	——	——	——	——	184,77	——	324,16	184,77	——	——	92,39	——	1080,53
				Tie.1	133,67	275,71	——	——	——	——	——	——	——	133,67	——	394,50	——	——	——	66,84	——	1315,01
28	Ali-Sus	———	N	Fase	431,60	360,12	——	——	——	——	——	——	——	431,60	——	324,16	431,60	——	——	215,80	——	1080,53
				Tie.1	410,49	322,75	——	——	——	——	——	——	——	410,49	——	394,50	——	——	——	205,24	——	1315,01
29	Ali-Ama	———	N	Fase	315,62	298,55	——	——	——	——	——	——	——	315,62	——	540,27	315,62	——	——	157,81	——	2161,06
				Tie.1	245,11	214,97	——	——	——	——	——	——	——	245,11	——	657,51	——	——	——	122,56	——	2630,02
30	Ali-Ama	———	R	Fase	133,44	515,02	——	——	——	——	——	——	——	133,44	——	422,99	133,44	——	——	66,72	——	1691,95
				Tie.1	-243,49	109,57	——	——	——	——	——	——	——	-243,49	——	515,98	——	——	——	-121,74	——	2063,93
31	Ali-Ama	———	R	Fase	85,49	517,99	——	——	——	——	——	——	——	85,49	——	422,99	85,49	——	——	42,74	——	1691,95
				Tie.1	-298,95	112,55	——	——	——	——	——	——	——	-298,95	——	515,98	——	——	——	-149,47	——	2063,93
32	Áng-Anc	2,71	N	Fase	466,16	876,57	——	——	——	——	——	——	——	466,16	705,78	833,39	466,16	705,78	——	233,08	352,89	1627,27
				Tie.1	432,76	950,67	——	——	——	——	——	——	——	432,76	863,46	993,96	432,76	863,46	——	216,38	431,73	1987,91
33	Ali-Ama	———	N	Fase	563,25	263,41	——	——	——	——	——	——	——	563,25	——	534,09	563,25	——	——	281,63	——	2136,38
				Tie.1	532,22	179,84	——	——	——	——	——	——	——	532,22	——	649,48	——	——	——	266,11	——	2597,94
34	Ali-Ama	———	N	Fase	-284,03	414,07	——	——	——	——	——	——	——	-284,03	——	589,38	-284,03	——	——	-142,01	——	2357,53
				Tie.1	-460,15	330,49	——	——	——	——	——	——	——	-460,15	——	728,87	——	——	——	-230,08	——	2915,50
35	Ali-Sus	———	R	Fase	675,10	624,56	——	——	——	——	——	——	——	675,10	——	353,63	675,10	——	——	337,55	——	1178,77
				Tie.1	535,62	432,92	——	——	——	——	——	——	——	535,62	——	437,32	——	——	——	267,81	——	1457,75
36	Ali-Ama	———	R	Fase	-56,39	766,31	——	——	——	——	——	——	——	-56,39	——	589,38	-56,39	——	——	-28,20	——	2357,53
				Tie.1	-489,30	360,86	——	——	——	——	——	——	——	-489,30	——	728,87	——	——	——	-244,65	——	2915,50
37	Áng-Anc	2,76	N	Fase	1169,19	1108,28	——	——	——	——	——	——	——	1169,19	783,28	1041,72	1169,19	783,28	——	584,60	391,64	2045,17
				Tie.1	1214,28	1192,33	——	——	——	——	——	——	——	1214,28	950,91	1241,78	1214,28	950,91	——	607,14	475,46	2483,56
38	Ali-Ama	———	N	Fase	-102,39	567,71	——	——	——	——	——	——	——	-102,39	——	616,83	-102,39	——	——	-51,20	——	2467,32
				Tie.1	-267,62	484,13	——	——	——	——	——	——	——	-267,62	——	780,39	——	——	——	-133,81	——	3121,56

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coef. de seguridad	Conduct.	1ª Hipótesis			2ª Hipótesis						3ª Hipótesis			4ª Hipótesis Rotura de conductores					
					Viento			Hielo			Hielo+Viento			Desequilibrio de tracciones			Fases no afectadas			Fases afectadas		
					Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN
39	Ali-Sus	———	N	Fase	526,74	681,68	——	——	——	——	——	——	——	526,74	——	370,10	526,74	——	——	263,37	——	1233,66
				Tie.1	485,96	644,32	——	——	——	——	——	——	——	485,96	——	468,23	——	——	——	242,98	——	1560,78
40	Áng-Anc	2,79	N	Fase	-39,89	1346,81	——	——	——	——	——	——	——	-39,89	864,45	1233,66	-39,89	864,45	——	-19,94	432,23	2429,83
				Tie.1	-190,64	1519,96	——	——	——	——	——	——	——	-190,64	1121,18	1537,07	-190,64	1121,18	——	-95,32	560,59	3074,14
41	Ali-Sus	———	N	Fase	465,74	311,29	——	——	——	——	——	——	——	465,74	——	319,64	465,74	——	——	232,87	——	1065,47
				Tie.1	455,26	273,92	——	——	——	——	——	——	——	455,26	——	388,64	——	——	——	227,63	——	1295,45
42	Ali-Ama	———	R	Fase	392,75	761,55	——	——	——	——	——	——	——	392,75	——	556,92	392,75	——	——	196,38	——	2227,68
				Tie.1	24,20	356,10	——	——	——	——	——	——	——	24,20	——	679,52	——	——	——	12,10	——	2718,08
43	Ali-Sus	———	R	Fase	361,53	485,22	——	——	——	——	——	——	——	361,53	——	334,15	361,53	——	——	180,77	——	1113,84
				Tie.1	188,81	293,57	——	——	——	——	——	——	——	188,81	——	407,71	——	——	——	94,41	——	1359,04
44	Áng-Anc	2,72	N	Fase	319,56	1253,49	——	——	——	——	——	——	——	319,56	918,86	1113,84	319,56	918,86	——	159,78	459,43	2179,00
				Tie.1	243,69	1371,48	——	——	——	——	——	——	——	243,69	1120,43	1329,34	243,69	1120,43	——	121,85	560,22	2658,69
45	Ali-Ama	———	R	Fase	394,51	715,10	——	——	——	——	——	——	——	394,51	——	580,72	394,51	——	——	197,26	——	2322,89
				Tie.1	31,18	309,65	——	——	——	——	——	——	——	31,18	——	713,87	——	——	——	15,59	——	2855,48
46	Ali-Sus	———	R	Fase	354,95	571,57	——	——	——	——	——	——	——	354,95	——	348,43	354,95	——	——	177,47	——	1161,45
				Tie.1	170,36	379,92	——	——	——	——	——	——	——	170,36	——	428,32	——	——	——	85,18	——	1427,74
47	Ali-Ama	———	R	Fase	446,87	835,39	——	——	——	——	——	——	——	446,87	——	580,72	446,87	——	——	223,43	——	2322,89
				Tie.1	75,88	429,94	——	——	——	——	——	——	——	75,88	——	713,87	——	——	——	37,94	——	2855,48
48	Ali-Anc	———	R	Fase	614,27	750,23	——	601,85	——	——	609,26	134,18	——	609,26	——	1162,10	609,26	——	——	304,63	——	2324,20
				Tie.1	281,91	344,79	——	267,37	——	——	278,12	59,71	——	278,12	——	1350,41	278,12	——	——	139,06	——	2700,83
49	Áng-Anc	2,84	R	Fase	805,34	1330,86	——	1348,59	656,44	——	1333,21	880,55	——	1333,21	679,94	1161,83	1333,21	679,94	——	666,61	339,97	2298,14
				Tie.1	504,36	1063,84	——	1135,67	789,83	——	1113,22	943,43	——	1113,22	817,29	1381,49	1113,22	817,29	——	556,61	408,65	2762,97
50	Ali-Anc	———	N	Fase	147,54	405,14	——	77,33	——	——	61,37	81,78	——	61,37	——	1161,83	61,37	——	——	30,69	——	2323,66
				Tie.1	38,04	321,56	——	-84,22	——	——	-92,09	66,43	——	-92,09	——	1396,83	-92,09	——	——	-46,05	——	2793,66
51	Ali-Ama	———	N	Fase	621,97	322,37	——	——	——	——	——	——	——	621,97	——	551,42	621,97	——	——	310,99	——	2205,70
				Tie.1	590,74	238,79	——	——	——	——	——	——	——	590,74	——	672,20	——	——	——	295,37	——	2688,78
52	Ali-Ama	———	N	Fase	-188,27	375,37	——	——	——	——	——	——	——	-188,27	——	586,61	-188,27	——	——	-94,13	——	2346,45
				Tie.1	-340,68	291,79	——	——	——	——	——	——	——	-340,68	——	724,02	——	——	——	-170,34	——	2896,08
53	Áng-Anc	2,91	N	Fase	130,98	993,37	——	——	——	——	——	——	——	130,98	540,00	1173,23	130,98	540,00	——	65,49	270,00	2331,37
				Tie.1	12,83	1044,91	——	——	——	——	——	——	——	12,83	675,12	1438,73	12,83	675,12	——	6,41	337,56	2877,47
54	Ali-Sus	———	R	Fase	368,82	498,92	——	——	——	——	——	——	——	368,82	——	325,84	368,82	——	——	184,41	——	1086,14
				Tie.1	195,39	307,27	——	——	——	——	——	——	——	195,39	——	396,70	——	——	——	97,70	——	1322,35
55	Ali-Anc	———	R	Fase	175,41	699,02	——	-174,75	——	——	-159,91	134,18	——	-159,91	——	1148,70	-159,91	——	——	-79,95	——	2297,40
				Tie.1	-242,82	293,57	——	-723,94	——	——	-698,15	59,71	——	-698,15	——	1450,09	-698,15	——	——	-349,08	——	2900,19
56	Ali-Sus	———	N	Fase	844,64	403,00	——	1770,58	——	——	1748,78	159,62	——	1748,78	——	344,61	1748,78	——	——	874,39	——	1148,70
				Tie.1	916,55	365,63	——	2061,01	——	——	1972,79	152,76	——	1972,79	——	435,03	——	——	——	986,39	——	1450,09
57	Áng-Anc	3,14	N	Fase	182,04	447,33	——	138,95	767,17	——	145,90	968,73	——	145,90	860,33	1148,70	145,90	860,33	——	72,95	430,16	2297,40
				Tie.1	60,76	505,42	——	-32,21	989,03	——	-20,12	1193,24	——	-20,12	1100,19	1450,09	-20,12	1100,19	——	-10,06	550,09	2900,19

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coef. de seguridad	Conduct.	1ª Hipótesis Viento			2ª Hipótesis Hielo			2ª Hipótesis Hielo+Viento			3ª Hipótesis Desequilibrio de tracciones			4ª Hipótesis Rotura de conductores Fases no afectadas			4ª Hipótesis Rotura de conductores Fases afectadas		
					Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN
58	Ali-Ama	———	R	Fase	606,06	877,07	——	——	——	——	——	——	——	606,06	——	618,04	606,06	——	——	303,03	——	2472,15
				Tie.1	259,39	471,63	——	——	——	——	——	——	——	259,39	——	781,51	——	——	——	129,70	——	3126,03
59	Ali-Ama	———	R	Fase	496,22	777,03	——	——	——	——	——	——	——	496,22	——	618,04	496,22	——	——	248,11	——	2472,15
				Tie.1	137,11	371,58	——	——	——	——	——	——	——	137,11	——	781,51	——	——	——	68,55	——	3126,03
60	Áng-Anc	2,29	N	Fase	128,10	1847,72	——	——	——	——	——	——	——	128,10	1603,21	1054,56	128,10	1603,21	——	64,05	801,60	1919,22
				Tie.1	33,24	2112,02	——	——	——	——	——	——	——	33,24	1951,08	1166,04	33,24	1951,08	——	16,62	975,54	2332,07
61	Ali-Ama	———	N	Fase	86,01	371,79	——	——	——	——	——	——	——	86,01	——	527,28	86,01	——	——	43,01	——	2109,12
				Tie.1	-27,32	288,22	——	——	——	——	——	——	——	-27,32	——	640,71	——	——	——	-13,66	——	2562,82
62	Ali-Sus	———	N	Fase	196,07	302,95	——	——	——	——	——	——	——	196,07	——	308,01	196,07	——	——	98,03	——	1026,69
				Tie.1	147,81	265,59	——	——	——	——	——	——	——	147,81	——	373,81	——	——	——	73,90	——	1246,02
63	Ali-Sus	———	N	Fase	167,86	215,42	——	——	——	——	——	——	——	167,86	——	308,01	167,86	——	——	83,93	——	1026,69
				Tie.1	126,17	178,05	——	——	——	——	——	——	——	126,17	——	373,81	——	——	——	63,08	——	1246,02
64	Áng-Anc	2,48	R	Fase	365,63	1953,47	——	288,18	1340,73	——	298,44	1533,59	——	298,44	1395,17	1105,60	298,44	1395,17	——	149,22	697,59	2090,73
				Tie.1	10,09	1835,66	——	-99,19	1597,92	——	-84,37	1722,41	——	-84,37	1658,47	1367,04	-84,37	1658,47	——	-42,19	829,24	2507,81
65	Ali-Sus	———	R	Fase	682,43	446,51	——	1279,67	——	——	1259,23	141,68	——	1259,23	——	331,68	1259,23	——	——	629,61	——	1105,60
				Tie.1	561,27	254,87	——	1266,71	——	——	1237,19	106,48	——	1237,19	——	397,85	——	——	——	618,59	——	1326,16
66	Ali-Anc	———	N	Fase	181,02	326,54	——	88,83	——	——	26,41	57,90	——	26,41	——	1105,60	26,41	——	——	13,21	——	2211,20
				Tie.1	86,09	242,96	——	-27,91	——	——	-110,88	42,54	——	-110,88	——	1326,16	-110,88	——	——	-55,44	——	2652,31
67	Ali-Ama	———	R	Fase	256,81	795,49	——	——	——	——	——	——	——	256,81	——	598,16	256,81	——	——	128,41	——	2392,63
				Tie.1	-138,75	390,04	——	——	——	——	——	——	——	-138,75	——	744,63	——	——	——	-69,38	——	2978,51
68	Ali-Anc	———	R	Fase	336,47	833,60	——	44,58	——	——	60,34	149,36	——	60,34	——	1196,31	60,34	——	——	30,17	——	2392,63
				Tie.1	-64,15	428,15	——	-466,81	——	——	-440,70	74,89	——	-440,70	——	1489,25	-440,70	——	——	-220,35	——	2891,61
69	Ali-Sus	———	N	Fase	361,11	391,68	——	730,28	——	——	724,99	154,89	——	724,99	——	347,20	724,99	——	——	362,49	——	1157,33
				Tie.1	332,32	354,31	——	745,23	——	——	736,44	148,03	——	736,44	——	433,74	——	——	——	368,22	——	1445,81
70	Áng-Anc	2,90	N	Fase	511,08	1102,30	——	1005,67	586,43	——	997,31	822,38	——	997,31	615,46	1250,67	997,31	615,46	——	498,66	307,73	2482,69
				Tie.1	446,25	1182,18	——	1001,70	744,06	——	988,08	972,31	——	988,08	780,74	1564,47	988,08	780,74	——	494,04	390,37	3128,94
71	Ali-Sus	———	N	Fase	373,38	528,64	——	755,09	——	——	753,26	212,12	——	753,26	——	375,20	753,26	——	——	376,63	——	1250,67
				Tie.1	327,01	491,28	——	730,84	——	——	727,60	205,25	——	727,60	——	472,87	——	——	——	363,80	——	1576,22
72	Ali-Ama	———	N	Fase	760,31	356,91	——	1563,08	——	——	1520,93	129,55	——	1520,93	——	625,33	1520,93	——	——	760,46	——	2501,34
				Tie.1	751,10	273,33	——	1714,66	——	——	1655,71	114,20	——	1655,71	——	788,11	——	——	——	827,86	——	3152,44
73	Ali-Ama	———	R	Fase	108,50	615,65	——	-107,33	——	——	-138,77	162,30	——	-138,77	——	564,67	-138,77	——	——	-69,38	——	2258,69
				Tie.1	-287,24	210,21	——	-673,15	——	——	-628,16	87,82	——	-628,16	——	677,87	——	——	——	-314,08	——	2711,46
74	Áng-Anc	2,39	R	Fase	319,33	2255,35	——	299,61	1634,44	——	309,28	1897,31	——	309,28	1692,97	1177,13	309,28	1692,97	——	154,64	846,49	2190,44
				Tie.1	-54,46	2194,73	——	-128,07	1966,77	——	-114,01	2165,01	——	-114,01	2035,14	1317,89	-114,01	2035,14	——	-57,00	1017,57	2635,78
75	Ali-Ama	———	N	Fase	108,20	355,72	——	136,95	——	——	144,78	129,05	——	144,78	——	588,56	144,78	——	——	72,39	——	2354,25
				Tie.1	-0,42	272,14	——	-7,05	——	——	4,05	113,70	——	4,05	——	708,22	——	——	——	2,02	——	2832,89
76	Ali-Ama	———	N	Fase	-22,94	292,59	——	-148,52	——	——	-132,88	102,68	——	-132,88	——	513,70	-132,88	——	——	-66,44	——	2054,79
				Tie.1	-143,36	209,02	——	-333,10	——	——	-311,14	87,33	——	-311,14	——	615,68	——	——	——	-155,57	——	2462,70

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coef. de seguridad	Conduct.	1ª Hipótesis			2ª Hipótesis						3ª Hipótesis			4ª Hipótesis Rotura de conductores					
					Viento			Hielo			Hielo+Viento			Desequilibrio de tracciones			Fases no afectadas			Fases afectadas		
					Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN
77	Ali-Sus	———	R	Fase	260,75	364,93	——	369,37	——	——	369,43	107,60	——	369,43	——	294,75	369,43	——	——	184,71	——	982,50
				Tie.1	88,06	173,29	——	196,44	——	——	196,52	72,40	——	196,52	——	353,60	——	——	——	98,26	——	1178,66
78	Ali-Ama	———	R	Fase	1085,92	715,70	——	2022,13	——	——	1927,31	204,09	——	1927,31	——	604,05	1927,31	——	——	963,65	——	2416,20
				Tie.1	839,19	310,25	——	1896,84	——	——	1850,90	129,62	——	1850,90	——	763,50	——	——	——	925,45	——	3053,98
79	Áng-Anc	2,81	N	Fase	46,78	1226,98	——	6,77	763,55	——	15,20	985,43	——	15,20	795,43	1208,10	15,20	795,43	——	7,60	397,71	2383,07
				Tie.1	-103,76	1340,17	——	-237,19	953,02	——	-222,65	1168,94	——	-222,65	994,29	1506,05	-222,65	994,29	——	-111,32	497,15	3012,10
80	Ali-Ama	———	N	Fase	-282,62	355,12	——	-717,72	——	——	-679,51	128,80	——	-679,51	——	600,65	-679,51	——	——	-339,76	——	2402,60
				Tie.1	-449,50	271,54	——	-1036,12	——	——	-982,58	113,45	——	-982,58	——	723,91	——	——	——	-491,29	——	2895,63
81	Ali-Sus	———	N	Fase	195,08	178,50	——	376,62	——	——	370,94	65,83	——	370,94	——	284,96	370,94	——	——	185,47	——	949,87
				Tie.1	162,22	141,13	——	366,84	——	——	358,87	58,96	——	358,87	——	342,35	——	——	——	179,43	——	1141,16
82	Ali-Ama	———	N	Fase	775,58	305,69	——	1590,09	——	——	1550,79	108,15	——	1550,79	——	572,79	1550,79	——	——	775,39	——	2291,17
				Tie.1	771,74	222,12	——	1754,73	——	——	1699,24	92,80	——	1699,24	——	688,09	——	——	——	849,62	——	2752,37
83	Ali-Sus	———	N	Fase	491,88	309,50	——	1013,76	——	——	998,52	120,56	——	998,52	——	343,68	998,52	——	——	499,26	——	1145,59
				Tie.1	486,57	272,14	——	1095,88	——	——	1073,63	113,70	——	1073,63	——	412,86	——	——	——	536,81	——	1376,19
84	Ali-Ama	———	N	Fase	116,12	367,62	——	154,07	——	——	162,51	134,03	——	162,51	——	599,43	162,51	——	——	81,25	——	2397,71
				Tie.1	13,61	284,05	——	24,43	——	——	35,46	118,67	——	35,46	——	734,41	——	——	——	17,73	——	2937,64
85	Ali-Ama	———	N	Fase	96,03	411,69	——	112,69	——	——	119,25	152,44	——	119,25	——	599,43	119,25	——	——	59,63	——	2397,71
				Tie.1	-28,09	328,11	——	-66,95	——	——	-56,19	137,08	——	-56,19	——	734,41	——	——	——	-28,09	——	2937,64
86	Ali-Sus	———	N	Fase	281,99	382,15	——	559,94	——	——	557,56	150,91	——	557,56	——	357,67	557,56	——	——	278,78	——	1192,24
				Tie.1	236,83	344,79	——	529,95	——	——	526,41	144,05	——	526,41	——	430,80	——	——	——	263,21	——	1436,00
87	Ali-Sus	———	R	Fase	465,93	551,92	——	809,73	——	——	805,12	185,72	——	805,12	——	357,67	805,12	——	——	402,56	——	1192,24
				Tie.1	300,68	360,27	——	673,83	——	——	666,98	150,52	——	666,98	——	430,80	——	——	——	333,49	——	1436,00
88	Ali-Anc	———	R	Fase	105,54	671,63	——	-147,58	——	——	-81,62	140,15	——	-81,62	——	1157,33	-81,62	——	——	-40,81	——	2314,66
				Tie.1	-306,36	266,18	——	-675,76	——	——	-578,51	65,68	——	-578,51	——	1445,81	-578,51	——	——	-289,26	——	2891,61
89	Ali-Sus	———	N	Fase	247,35	285,68	——	——	——	——	——	——	——	247,35	——	308,99	247,35	——	——	123,67	——	1029,97
				Tie.1	208,45	248,32	——	——	——	——	——	——	——	208,45	——	375,04	——	——	——	104,22	——	1250,14
90	Áng-Anc	2,81	N	Fase	148,45	1139,39	——	107,26	1088,82	——	113,93	1263,49	——	113,93	1171,02	1216,14	113,93	1171,02	——	56,97	585,51	2398,92
				Tie.1	37,96	1223,16	——	-38,90	1269,50	——	-28,91	1441,99	——	-28,91	1364,87	1447,18	-28,91	1364,87	——	-14,45	682,43	2894,35
91	Ali-Sus	———	N	Fase	349,31	393,47	——	704,67	——	——	699,74	155,64	——	699,74	——	364,84	699,74	——	——	349,87	——	1216,14
				Tie.1	313,11	356,10	——	701,68	——	——	694,30	148,78	——	694,30	——	440,19	——	——	——	347,15	——	1467,30
92	Ali-Sus	———	N	Fase	205,18	407,16	——	394,33	——	——	396,02	161,36	——	396,02	——	364,84	396,02	——	——	198,01	——	1216,14
				Tie.1	145,21	369,80	——	322,97	——	——	325,50	154,50	——	325,50	——	440,19	——	——	——	162,75	——	1467,30
93	Ali-Ama	———	N	Fase	235,81	503,40	——	413,19	——	——	415,27	190,75	——	415,27	——	618,82	415,27	——	——	207,64	——	2475,26
				Tie.1	119,96	419,82	——	266,29	——	——	270,52	175,40	——	270,52	——	774,68	——	——	——	135,26	——	3098,70
94	Ali-Ama	———	N	Fase	171,57	477,19	——	273,61	——	——	281,12	179,80	——	281,12	——	618,82	281,12	——	——	140,56	——	2475,26
				Tie.1	63,90	393,62	——	137,82	——	——	147,75	164,45	——	186,23	——	774,68	——	——	——	93,11	——	3098,70
95	Ali-Ama	———	N	Fase	232,04	362,27	——	400,32	——	——	406,05	131,79	——	406,05	——	594,71	406,05	——	——	203,03	——	2378,83
				Tie.1	141,92	278,69	——	309,88	——	——	317,12	116,43	——	317,12	——	716,17	——	——	——	158,56	——	2864,67

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coef. de seguridad	Conduct.	1ª Hipótesis			2ª Hipótesis						3ª Hipótesis			4ª Hipótesis Rotura de conductores					
					Viento			Hielo			Hielo+Viento			Desequilibrio de tracciones			Fases no afectadas			Fases afectadas		
					Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN
96	Ali-Sus	———	N	Fase	684,44	227,33	——	1438,54	——	——	1402,86	86,23	——	1402,86	——	300,25	1402,86	——	——	701,43	——	1000,82
				Tie.1	716,74	189,96	——	1627,88	——	——	1534,75	79,36	——	1534,75	——	360,00	——	——	——	767,38	——	1200,01
97	Ali-Ama	———	N	Fase	159,71	324,75	——	246,65	——	——	252,63	116,11	——	252,63	——	554,98	252,63	——	——	126,32	——	2219,94
				Tie.1	62,36	241,17	——	133,21	——	——	141,32	100,76	——	141,32	——	665,78	——	——	——	70,66	——	2663,14
98	Ali-Sus	———	N	Fase	138,11	276,75	——	250,71	——	——	252,51	106,88	——	252,51	——	332,99	252,51	——	——	126,25	——	1109,97
				Tie.1	84,65	239,39	——	187,63	——	——	190,23	100,01	——	190,23	——	399,47	——	——	——	95,12	——	1331,57
99	Áng-Anc	3,00	N	Fase	156,37	782,07	——	240,80	388,49	——	247,75	567,51	——	247,75	418,30	1240,18	247,75	418,30	——	123,88	209,15	2474,31
				Tie.1	53,03	894,75	——	113,37	578,11	——	122,73	754,45	——	122,73	620,60	1563,68	122,73	620,60	——	61,37	310,30	3127,37
100	Ali-Ama	———	N	Fase	167,45	495,65	——	265,67	——	——	271,34	187,52	——	271,34	——	620,09	271,34	——	——	135,67	——	2480,36
				Tie.1	45,54	412,08	——	97,95	——	——	106,94	172,16	——	106,94	——	783,75	——	——	——	53,47	——	3135,01
101	Ali-Sus	———	N	Fase	247,35	332,13	——	485,85	——	——	483,68	130,01	——	483,68	——	350,97	483,68	——	——	241,84	——	1169,89
				Tie.1	203,18	294,77	——	454,78	——	——	451,59	123,15	——	451,59	——	422,14	——	——	——	225,79	——	1407,14
102	Ali-Sus	———	N	Fase	236,42	335,11	——	462,24	——	——	460,68	131,26	——	460,68	——	350,97	460,68	——	——	230,34	——	1169,89
				Tie.1	190,24	297,74	——	425,51	——	——	423,22	124,40	——	423,22	——	422,14	——	——	——	211,61	——	1407,14
103	Ali-Ama	———	N	Fase	18,50	372,39	——	-57,27	——	——	-43,89	136,02	——	-43,89	——	584,95	-43,89	——	——	-21,94	——	2339,78
				Tie.1	-105,22	288,81	——	-244,86	——	——	-225,77	120,66	——	-225,77	——	703,57	——	——	——	-112,89	——	2814,29
104	Áng-Anc	2,91	N	Fase	291,00	747,86	——	535,36	482,93	——	528,70	600,57	——	528,70	499,63	1103,19	528,70	499,63	——	264,35	249,81	2192,19
				Tie.1	217,02	765,00	——	489,62	580,07	——	480,25	685,08	——	480,25	599,50	1314,67	480,25	599,50	——	240,12	299,75	2629,33
105	Ali-Sus	———	N	Fase	143,05	283,30	——	261,29	——	——	263,05	109,61	——	263,05	——	330,96	263,05	——	——	131,52	——	1103,19
				Tie.1	89,52	245,94	——	198,52	——	——	201,05	102,75	——	201,05	——	396,95	——	——	——	100,53	——	1323,17
106	Ali-Sus	———	N	Fase	354,20	324,99	——	717,12	——	——	708,60	127,03	——	708,60	——	330,96	708,60	——	——	354,30	——	1103,19
				Tie.1	326,35	287,62	——	734,19	——	——	721,88	120,17	——	721,88	——	396,95	——	——	——	360,94	——	1323,17
107	Ali-Ama	———	N	Fase	126,47	411,10	——	178,20	——	——	183,88	152,19	——	183,88	——	619,04	183,88	——	——	91,94	——	2476,14
				Tie.1	12,39	327,52	——	24,23	——	——	32,78	136,84	——	32,78	——	748,22	——	——	——	16,39	——	2992,88
108	Ali-Sus	———	R	Fase	479,39	587,05	——	838,14	——	——	834,21	200,40	——	834,21	——	371,42	834,21	——	——	417,10	——	1238,07
				Tie.1	312,14	395,40	——	698,85	——	——	692,91	165,20	——	692,91	——	448,93	——	——	——	346,46	——	1496,44
109	Ali-Ama	———	R	Fase	265,49	731,18	——	179,97	——	——	196,24	210,56	——	196,24	——	619,04	196,24	——	——	98,12	——	2476,14
				Tie.1	-117,24	325,73	——	-274,39	——	——	-251,39	136,09	——	-251,39	——	748,22	——	——	——	-125,70	——	2992,88
110	Ali-Sus	———	N	Fase	135,88	223,75	——	246,50	——	——	246,89	84,73	——	246,89	——	309,33	246,89	——	——	123,45	——	1031,09
				Tie.1	88,63	186,39	——	197,47	——	——	198,02	77,87	——	198,02	——	370,72	——	——	——	99,01	——	1235,75
111	Áng-Anc	2,58	N	Fase	733,69	1411,39	——	1491,98	1191,13	——	1461,42	1331,36	——	1461,42	1232,91	1159,86	1461,42	1232,91	——	730,71	616,46	2229,85
				Tie.1	725,68	1578,46	——	1641,36	1432,81	——	1597,36	1564,67	——	1597,36	1481,57	1340,30	1597,36	1481,57	——	798,68	740,79	2680,60
112	Ali-Sus	———	N	Fase	201,53	347,02	——	386,92	——	——	387,36	136,23	——	387,36	——	347,96	387,36	——	——	193,68	——	1159,86
				Tie.1	148,67	309,65	——	331,45	——	——	332,09	129,37	——	332,09	——	418,29	——	——	——	166,05	——	1394,31
113	Ali-Ama	———	N	Fase	14,79	390,85	——	-63,06	——	——	-51,57	143,73	——	-51,57	——	579,93	-51,57	——	——	-25,79	——	2319,71
				Tie.1	-112,56	307,27	——	-258,67	——	——	-241,81	128,38	——	-241,81	——	697,16	——	——	——	-120,90	——	2788,62
114	Ali-Ama	———	N	Fase	128,53	306,29	——	181,64	——	——	186,68	108,40	——	186,68	——	551,62	186,68	——	——	93,34	——	2206,46
				Tie.1	28,77	222,71	——	60,07	——	——	67,19	93,05	——	67,19	——	661,61	——	——	——	33,59	——	2646,45

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coef. de seguridad	Conduct.	1ª Hipótesis			2ª Hipótesis						3ª Hipótesis			4ª Hipótesis Rotura de conductores					
					Viento			Hielo			Hielo+Viento			Desequilibrio de tracciones			Fases no afectadas			Fases afectadas		
					Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN
115	Áng-Anc	2,64	R	Fase	443,06	1711,21	——	568,93	1107,55	——	568,94	1330,74	——	568,94	1345,24	1180,37	568,94	1345,24	——	284,47	672,62	2285,55
				Tie.1	94,25	1542,19	——	211,15	1334,73	——	211,47	1491,11	——	211,47	1545,40	1375,38	211,47	1545,40	——	105,74	772,70	2750,77
116	Ali-Sus	———	R	Fase	411,93	526,90	——	693,67	——	——	690,83	175,27	——	690,83	——	354,11	690,83	——	——	345,41	——	1180,37
				Tie.1	241,61	335,26	——	540,95	——	——	536,75	140,07	——	536,75	——	426,19	——	——	——	268,37	——	1420,63
117	Ali-Ama	———	N	Fase	92,63	433,72	——	104,19	——	——	113,26	161,64	——	113,26	——	590,19	113,26	——	——	56,63	——	2360,74
				Tie.1	-28,35	350,15	——	-69,27	——	——	-56,01	146,29	——	-56,01	——	710,32	——	——	——	-28,00	——	2841,26
118	Ali-Sus	———	N	Fase	192,04	311,29	——	366,81	——	——	366,74	121,31	——	366,74	——	346,44	366,74	——	——	183,37	——	1154,79
				Tie.1	142,22	273,92	——	317,38	——	——	317,28	114,44	——	317,28	——	416,36	——	——	——	158,64	——	1387,86
119	Áng-Anc	3,09	N	Fase	170,32	966,36	——	141,38	118,62	——	138,64	263,67	——	138,64	122,73	1154,79	138,64	122,73	——	69,32	61,36	2308,79
				Tie.1	48,42	873,53	——	-69,20	186,99	——	-70,97	318,35	——	-70,97	192,76	1448,82	-70,97	192,76	——	-35,49	96,38	2897,64
120	Ali-Ama	———	N	Fase	161,08	346,19	——	423,12	——	——	430,40	162,83	——	430,40	——	571,27	430,40	——	——	215,20	——	2285,07
				Tie.1	50,27	262,61	——	298,83	——	——	309,89	147,48	——	309,89	——	724,66	——	——	——	154,95	——	2898,63
121	Ali-Sus	———	N	Fase	663,44	251,15	——	1866,37	——	——	1842,79	126,92	——	1842,79	——	339,35	1842,79	——	——	921,39	——	1131,17
				Tie.1	746,54	213,78	——	2204,39	——	——	2165,77	120,05	——	2165,77	——	429,08	——	——	——	1082,88	——	1430,27
122	Ali-Sus	———	N	Fase	186,31	249,96	——	509,85	——	——	508,47	126,25	——	508,47	——	339,35	508,47	——	——	254,24	——	1131,17
				Tie.1	146,52	212,59	——	485,02	——	——	482,76	119,39	——	482,76	——	429,08	——	——	——	241,38	——	1430,27
123	Ali-Anc	———	N	Fase	65,28	352,14	——	-36,46	——	——	-28,77	143,05	——	-28,77	——	1165,71	-28,77	——	——	-14,38	——	2331,42
				Tie.1	-76,61	268,56	——	-267,77	——	——	-254,83	127,70	——	-254,83	——	1430,27	——	——	——	-127,41	——	2860,53
124	Ali-Ama	———	N	Fase	605,94	290,21	——	1158,10	——	——	1124,74	101,68	——	1124,74	——	582,86	1124,74	——	——	562,37	——	2331,42
				Tie.1	544,20	206,63	——	1246,45	——	——	1200,14	86,33	——	1200,14	——	700,90	——	——	——	600,07	——	2803,58
125	Ali-Sus	———	N	Fase	93,18	150,51	——	156,35	——	——	156,99	54,13	——	156,99	——	262,95	156,99	——	——	78,49	——	876,51
				Tie.1	49,38	113,14	——	109,58	——	——	110,47	47,27	——	110,47	——	317,83	——	——	——	55,23	——	1059,45
126	Ali-Ama	———	N	Fase	172,51	221,14	——	273,82	——	——	275,17	72,82	——	275,17	——	456,90	275,17	——	——	137,58	——	1827,60
				Tie.1	86,81	137,56	——	190,89	——	——	192,57	57,47	——	192,57	——	550,26	——	——	——	96,29	——	2201,03
127	Áng-Anc	2,83	R	Fase	202,08	1557,23	——	82,42	832,54	——	108,38	1068,79	——	108,38	878,88	1205,78	108,38	878,88	——	54,19	439,44	2381,88
				Tie.1	-159,79	1265,67	——	-381,99	1004,76	——	-346,36	1176,23	——	-346,36	1060,79	1435,79	-346,36	1060,79	——	-173,18	530,40	2871,58
128	Ali-Sus	———	R	Fase	381,43	526,90	——	622,82	——	——	621,59	175,27	——	621,59	——	361,74	621,59	——	——	310,80	——	1205,78
				Tie.1	203,89	335,26	——	455,71	——	——	453,88	140,07	——	453,88	——	436,11	——	——	——	226,94	——	1453,68
129	Ali-Ama	———	N	Fase	98,69	436,70	——	148,49	——	——	155,97	162,89	——	155,97	——	640,37	155,97	——	——	77,99	——	2561,47
				Tie.1	-5,81	353,12	——	-17,68	——	——	-6,59	147,53	——	-6,59	——	777,19	——	——	——	-3,29	——	3108,74
130	Ali-Ama	———	N	Fase	199,94	487,91	——	352,67	——	——	356,64	184,28	——	356,64	——	640,37	356,64	——	——	178,32	——	2561,47
				Tie.1	96,39	404,34	——	212,71	——	——	218,71	168,93	——	218,71	——	777,19	——	——	——	109,36	——	3108,74
131	Ali-Sus	———	N	Fase	342,46	414,91	——	673,74	——	——	670,01	9,67	——	670,01	——	366,82	670,01	——	——	335,00	——	1222,74
				Tie.1	293,99	377,54	——	658,26	——	——	652,65	2,81	——	652,65	——	442,81	——	——	——	326,33	——	1476,03
132	Áng-Anc	3,02	N	Fase	365,77	783,87	——	684,87	315,20	——	682,58	509,49	——	682,58	330,44	1285,00	682,58	330,44	——	341,29	165,22	2565,21
				Tie.1	277,03	770,75	——	619,41	388,14	——	615,82	570,76	——	615,82	407,05	1557,35	615,82	407,05	——	307,91	203,53	3114,71
133	Ali-Sus	———	R	Fase	398,03	635,28	——	664,51	——	——	664,99	220,55	——	664,99	——	385,50	664,99	——	——	332,49	——	1285,00
				Tie.1	212,83	443,64	——	474,63	——	——	475,37	185,35	——	475,37	——	468,08	——	——	——	237,68	——	1560,26

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coef. de seguridad	Conduct.	1ª Hipótesis			2ª Hipótesis						3ª Hipótesis			4ª Hipótesis Rotura de conductores					
					Viento			Hielo			Hielo+Viento			Desequilibrio de tracciones			Fases no afectadas			Fases afectadas		
					Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN
134	Ali-Ama	———	R	Fase	381,60	810,97	——	524,30	——	——	467,49	243,90	——	467,49	——	614,67	467,49	——	——	233,74	——	2458,68
				Tie.1	18,15	405,53	——	35,99	——	——	46,80	169,43	——	46,80	——	742,40	——	——	——	23,40	——	2969,59
135	Ali-Ama	———	N	Fase	438,62	311,05	——	816,02	——	——	801,93	110,39	——	801,93	——	578,30	801,93	——	——	400,96	——	2313,19
				Tie.1	363,47	227,48	——	822,62	——	——	802,61	95,04	——	802,61	——	695,08	——	——	——	401,30	——	2780,31
136	Áng-Anc	2,98	R	Fase	215,10	1272,25	——	114,88	587,07	——	129,47	803,68	——	129,47	629,94	1185,06	129,47	629,94	——	64,74	314,97	2362,82
				Tie.1	-143,22	946,72	——	-331,37	705,66	——	-310,57	857,30	——	-310,57	758,04	1422,30	-310,57	758,04	——	-155,28	379,02	2844,60
137	Ali-Sus	———	R	Fase	324,65	537,62	——	511,04	——	——	512,45	179,75	——	512,45	——	355,52	512,45	——	——	256,23	——	1185,06
				Tie.1	142,85	345,98	——	317,86	——	——	319,94	144,55	——	319,94	——	428,01	——	——	——	159,97	——	1426,70
138	Ali-Sus	———	N	Fase	408,65	379,18	——	802,46	——	——	794,72	149,67	——	794,72	——	355,52	794,72	——	——	397,36	——	1185,06
				Tie.1	366,62	341,81	——	822,99	——	——	811,53	142,81	——	811,53	——	428,01	——	——	——	405,77	——	1426,70
139	Ali-Ama	———	N	Fase	102,20	449,80	——	155,86	——	——	163,41	168,36	——	163,41	——	600,57	163,41	——	——	81,70	——	2402,30
				Tie.1	-3,65	366,22	——	-12,87	——	——	-1,64	153,01	——	-1,64	——	723,81	——	——	——	-0,82	——	2895,24
140	Ali-Sus	———	N	Fase	484,84	366,67	——	952,32	——	——	941,38	144,44	——	941,38	——	360,34	941,38	——	——	470,69	——	1201,15
				Tie.1	448,59	329,30	——	1007,79	——	——	991,51	137,58	——	991,51	——	434,29	——	——	——	495,76	——	1447,62
141	Ali-Ama	———	R	Fase	377,38	783,58	——	512,77	——	——	455,16	232,45	——	455,16	——	660,50	455,16	——	——	227,58	——	2642,00
				Tie.1	15,83	378,13	——	31,44	——	——	41,03	157,98	——	41,03	——	792,34	——	——	——	20,52	——	3169,37
142	Ali-Ama	———	R	Fase	422,91	733,56	——	603,62	——	——	547,87	211,56	——	547,87	——	660,50	547,87	——	——	273,94	——	2642,00
				Tie.1	72,71	328,11	——	154,39	——	——	165,85	137,08	——	165,85	——	792,34	——	——	——	82,92	——	3169,37
143	Ali-Ama	———	N	Fase	313,56	352,14	——	571,09	——	——	563,43	127,56	——	563,43	——	614,67	563,43	——	——	281,72	——	2458,68
				Tie.1	227,62	268,56	——	515,25	——	——	504,75	112,20	——	504,75	——	742,40	——	——	——	252,38	——	2969,59
144	Áng-Anc	2,62	N	Fase	162,91	1584,71	——	263,57	1202,56	——	269,27	1376,78	——	269,27	1254,95	1229,34	269,27	1254,95	——	134,63	627,47	2374,91
				Tie.1	69,59	1666,11	——	149,71	1455,18	——	157,48	1624,36	——	157,48	1517,87	1434,20	157,48	1517,87	——	78,74	758,94	2868,40
145	Ali-Sus	———	N	Fase	541,66	186,24	——	1060,91	——	——	1032,16	69,06	——	1032,16	——	281,55	1032,16	——	——	516,08	——	938,50
				Tie.1	521,58	148,87	——	1188,85	——	——	1148,52	62,20	——	1148,52	——	338,48	——	——	——	574,26	——	1128,26
146	Ali-Ama	———	N	Fase	45,57	387,28	——	31,85	——	——	48,98	142,24	——	48,98	——	634,82	48,98	——	——	24,49	——	2539,29
				Tie.1	-56,47	303,70	——	-141,96	——	——	-118,41	126,88	——	-118,41	——	769,57	——	——	——	-59,21	——	3078,29
147	Ali-Ama	———	N	Fase	237,86	526,02	——	430,02	——	——	433,18	200,20	——	433,18	——	641,72	433,18	——	——	216,59	——	2566,88
				Tie.1	132,92	442,45	——	294,75	——	——	299,59	184,85	——	299,59	——	779,05	——	——	——	149,79	——	3116,21
148	Ali-Ama	———	N	Fase	139,74	540,91	——	222,21	——	——	229,02	206,42	——	229,02	——	646,13	229,02	——	——	114,51	——	2584,54
				Tie.1	20,44	457,33	——	41,81	——	——	52,07	191,07	——	52,07	——	777,37	——	——	——	26,03	——	3109,46
149	Ali-Ama	———	N	Fase	440,87	389,66	——	838,85	——	——	831,73	143,23	——	831,73	——	646,13	831,73	——	——	415,86	——	2584,54
				Tie.1	368,78	306,08	——	827,09	——	——	816,46	127,88	——	816,46	——	777,37	——	——	——	408,23	——	3109,46
150	Ali-Ama	———	N	Fase	383,05	433,72	——	730,49	——	——	727,55	161,64	——	727,55	——	674,71	727,55	——	——	363,77	——	2698,84
				Tie.1	300,94	350,15	——	672,67	——	——	668,71	146,29	——	668,71	——	783,20	——	——	——	334,36	——	3132,79
151	Ali-Ama	———	N	Fase	635,39	464,09	——	1203,97	——	——	1180,57	174,33	——	1180,57	——	674,71	1180,57	——	——	590,29	——	2698,84
				Tie.1	553,31	380,52	——	1253,87	——	——	1220,42	158,98	——	1220,42	——	783,20	——	——	——	610,21	——	3132,79
152	Áng-Anc	2,41	N	Fase	28,86	1781,89	——	-5,93	1448,43	——	5,15	1599,71	——	5,15	1492,06	1056,15	5,15	1492,06	——	2,58	746,03	1972,00
				Tie.1	-69,61	1881,27	——	-164,44	1738,30	——	-148,84	1880,54	——	-148,84	1788,24	1181,68	-148,84	1788,24	——	-74,42	894,12	2363,37

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coef. de seguridad	Conduct.	1ª Hipótesis			2ª Hipótesis						3ª Hipótesis			4ª Hipótesis Rotura de conductores					
					Viento			Hielo			Hielo+Viento			Desequilibrio de tracciones			Fases no afectadas			Fases afectadas		
					Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN
153	Ali-Ama	———	R	Fase	146,97	789,54	——	41,70	——	——	-2,90	234,94	——	-2,90	——	670,17	-2,90	——	——	-1,45	——	2680,67
				Tie.1	-230,20	384,09	——	-527,35	——	——	-499,69	160,47	——	-499,69	——	785,30	——	——	——	-249,85	——	3141,22
154	Ali-Ama	———	R	Fase	162,96	816,93	——	93,66	——	——	51,50	246,39	——	51,50	——	670,17	51,50	——	——	25,75	——	2680,67
				Tie.1	-211,38	411,48	——	-487,44	——	——	-455,58	171,91	——	-455,58	——	785,30	——	——	——	-227,79	——	3141,22
155	Ali-Sus	———	N	Fase	656,70	332,13	——	1304,48	——	——	1281,81	130,01	——	1281,81	——	334,50	1281,81	——	——	640,90	——	1114,99
				Tie.1	637,35	294,77	——	1437,85	——	——	1405,02	123,15	——	1405,02	——	401,34	——	——	——	702,51	——	1337,80
156	Ali-Sus	———	N	Fase	786,74	297,59	——	1564,18	——	——	1534,06	115,58	——	1534,06	——	334,50	1534,06	——	——	767,03	——	1114,99
				Tie.1	779,19	260,23	——	1759,50	——	——	1715,90	108,72	——	1715,90	——	401,34	——	——	——	857,95	——	1337,80
157	Ali-Ama	———	N	Fase	-35,06	347,38	——	-141,04	——	——	-126,85	125,57	——	-126,85	——	576,31	-126,85	——	——	-63,43	——	2305,24
				Tie.1	-146,88	263,80	——	-337,98	——	——	-317,64	110,21	——	-317,64	——	692,55	——	——	——	-158,82	——	2770,20
158	Ali-Ama	———	N	Fase	-93,93	331,90	——	-245,07	——	——	-230,45	119,10	——	-230,45	——	576,31	-230,45	——	——	-115,22	——	2305,24
				Tie.1	-201,99	248,32	——	-460,59	——	——	-439,26	103,75	——	-439,26	——	692,55	——	——	——	-219,63	——	2770,20
159	Ali-Ama	———	N	Fase	258,66	465,28	——	463,63	——	——	464,14	174,83	——	464,14	——	652,55	464,14	——	——	232,07	——	2610,22
				Tie.1	158,57	381,71	——	353,90	——	——	354,81	159,48	——	354,81	——	785,61	——	——	——	177,40	——	3142,44
160	Ali-Sus	———	N	Fase	506,35	582,83	——	1027,22	——	——	1021,62	234,76	——	1021,62	——	391,53	1021,62	——	——	510,81	——	1305,11
				Tie.1	462,63	545,47	——	1035,36	——	——	1026,91	227,89	——	1026,91	——	471,37	——	——	——	513,45	——	1571,22
161	Ali-Sus	———	N	Fase	223,30	426,81	——	435,85	——	——	436,92	169,57	——	436,92	——	391,53	436,92	——	——	218,46	——	1305,11
				Tie.1	165,03	389,45	——	367,66	——	——	369,28	162,71	——	369,28	——	471,37	——	——	——	184,64	——	1571,22
162	Ali-Sus	———	N	Fase	227,00	361,91	——	440,95	——	——	440,67	142,45	——	440,67	——	391,53	440,67	——	——	220,34	——	1305,11
				Tie.1	175,73	324,54	——	392,26	——	——	391,84	135,59	——	391,84	——	471,37	——	——	——	195,92	——	1571,22
163	Ali-Ama	———	N	Fase	143,28	409,31	——	226,48	——	——	230,88	151,44	——	230,88	——	652,55	230,88	——	——	115,44	——	2610,22
				Tie.1	39,06	325,73	——	84,54	——	——	91,11	136,09	——	91,11	——	785,61	——	——	——	45,55	——	3142,44
164	Ali-Sus	———	N	Fase	202,58	322,60	——	388,49	——	——	388,22	126,03	——	388,22	——	337,96	388,22	——	——	194,11	——	1126,52
				Tie.1	152,40	285,24	——	340,25	——	——	339,85	119,17	——	339,85	——	405,66	——	——	——	169,93	——	1352,19
165	Áng-Anc	2,02	N	Fase	324,12	2726,61	——	590,42	2315,56	——	586,47	2532,84	——	586,47	2395,58	1133,79	586,47	2395,58	——	293,24	1197,79	1923,02
				Tie.1	237,17	2940,71	——	531,90	2782,87	——	526,16	2997,81	——	526,16	2875,90	1154,46	526,16	2875,90	——	263,08	1437,95	2308,92
166	Ali-Sus	———	N	Fase	234,83	329,75	——	453,27	——	——	451,66	129,02	——	451,66	——	340,14	451,66	——	——	225,83	——	1133,79
				Tie.1	185,99	292,38	——	416,10	——	——	413,75	122,16	——	413,75	——	408,39	——	——	——	206,88	——	1361,31
167	Ali-Ama	———	N	Fase	180,43	375,96	——	304,60	——	——	307,38	137,51	——	307,38	——	566,89	307,38	——	——	153,69	——	2267,58
				Tie.1	85,11	292,38	——	188,10	——	——	192,17	122,16	——	192,17	——	680,65	——	——	——	96,08	——	2722,62
168	Ali-Sus	———	N	Fase	229,30	283,30	——	438,70	——	——	435,87	109,61	——	435,87	——	325,17	435,87	——	——	217,93	——	1083,89
				Tie.1	183,50	245,94	——	411,50	——	——	407,43	102,75	——	407,43	——	389,83	——	——	——	203,72	——	1299,44
169	Áng-Anc	3,14	R	Fase	393,59	771,61	——	471,71	125,47	——	475,33	307,15	——	475,33	136,90	1152,33	475,33	136,90	——	237,66	68,45	2304,67
				Tie.1	46,93	388,20	——	102,06	156,37	——	107,24	266,38	——	107,24	170,60	1384,74	107,24	170,60	——	53,62	85,30	2769,47
170	Ali-Sus	———	R	Fase	293,64	458,42	——	442,70	——	——	443,61	146,66	——	443,61	——	345,70	443,61	——	——	221,81	——	1152,33
				Tie.1	115,98	266,78	——	258,20	——	——	259,53	111,46	——	259,53	——	415,42	——	——	——	129,77	——	1384,74
171	Ali-Sus	———	N	Fase	217,65	339,87	——	419,89	——	——	419,38	133,25	——	419,38	——	345,70	419,38	——	——	209,69	——	1152,33
				Tie.1	167,08	302,51	——	373,14	——	——	372,40	126,39	——	372,40	——	415,42	——	——	——	186,20	——	1384,74

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coef. de seguridad	Conduct.	1ª Hipótesis			2ª Hipótesis						3ª Hipótesis			4ª Hipótesis Rotura de conductores					
					Viento			Hielo			Hielo+Viento			Desequilibrio de tracciones			Fases no afectadas			Fases afectadas		
					Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN
172	Ali-Sus	———	N	Fase	205,54	373,82	——	398,61	——	——	399,52	147,43	——	399,52	——	345,70	399,52	——	——	199,76	——	1152,33
				Tie.1	151,72	336,45	——	337,94	——	——	339,28	140,57	——	339,28	——	415,42	——	——	——	169,64	——	1384,74
173	Áng-Anc	2,72	R	Fase	529,63	1716,29	——	750,79	955,97	——	750,11	1202,79	——	750,11	992,23	1215,38	750,11	992,23	——	375,06	496,11	2377,64
				Tie.1	183,59	1438,13	——	410,09	1153,45	——	409,09	1332,29	——	409,09	1196,20	1434,25	409,09	1196,20	——	204,54	598,10	2868,51
174	Ali-Sus	———	R	Fase	349,19	547,75	——	560,66	——	——	561,22	183,98	——	561,22	——	364,61	561,22	——	——	280,61	——	1215,38
				Tie.1	168,08	356,10	——	374,69	——	——	375,53	148,78	——	375,53	——	439,89	——	——	——	187,77	——	1466,30
175	F.Línea	———	N	Fase	164,09	249,61	2430,75	304,27	——	2340,57	303,91	94,50	2430,75	——	——	——	303,91	——	2430,75	——	——	——
				Tie.1	116,19	207,82	2744,32	259,49	——	2826,26	258,95	86,83	2932,59	——	——	——	——	——	——	——	——	——

2.1.5.c. Tabla de elección de apoyos

A continuación se muestra una tabla con la referencia del apoyo elegido para cada uno, así como el árbol de cargas del apoyo que se especifica en el catálogo.

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo						Separ. fases norma. m	Altura de refere. m	Altura libre real m
						Hipót.	Coe. seg. apo.	Condu.	Esfuerzo Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Esfuerzo Longi. daN			
1	P.Línea	——	N	A	Endesa 132 kV FL-2-4 -132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1300 1200 —— —— —— —— —— —— 1300/1300 ——	850 550 —— —— —— —— —— —— —— ——	4090 2450 —— —— —— —— —— —— 7666 ——	4	12	12
2	Áng-Anc	131	N	A	Endesa 132 kV AG-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1300 1200 —— —— —— —— 1300 1200 1300/1300 1200/1200	2965 2500 —— —— —— —— 2100 2000 2100/1050 2000/1000	—— —— —— —— —— —— 1650 1450 4355 3625	4	15	15
3	Áng-Anc	130	N	A	Endesa 132 kV AG-3-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1400 1300 —— —— —— —— 1400 1300 1400/1400 1300/1300	3475 2500 —— —— —— —— 2590 2100 2590/1295 2100/1050	—— —— —— —— —— —— 1955 1450 4055 4600	4	31	31
4	Ali-Sus	——	N	A	Endesa 132 kV AL-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1250 1100 —— —— —— —— 1250 1100 1250/1250 1100/1100	725 460 —— —— —— —— —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1025 1400 1785 3210	4	15	13,46
5	Áng-Anc	124	R	A	Endesa 132 kV FL-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,875 1,875 1,875 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	2240 1680 2240 1680 2240 1680 2800 2100 2800/2800 2100/2100	3936 2240 4132 2240 4072 2240 4060 2200 4060/2030 2200/1100	—— —— —— —— —— —— 2400 1500 7035 3190	5,5	21	21
6	Áng-Anc	141	R	A	Endesa 132 kV FL-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,875 1,875 1,875 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	2240 1680 —— —— —— —— 2800 2100 2800/2800 2100/2100	3936 2240 —— —— —— —— 4060 2200 4060/2030 2200/1100	—— —— —— —— —— —— 2400 1500 7035 3190	4	18	18

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo						Separ. fases norma. m	Altura de refere. m	Altura libre real m
						Hipót.	Coe. seg. apo.	Condu.	Esfuerzo Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Esfuerzo Longi. daN			
7	Áng-Anc	160	R	A	Endesa 132 kV FL-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,875 1,875 1,875 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	2240 1680 —— —— —— —— 2800 2100 2800/2800 2100/2100	3936 2240 —— —— —— —— 4060 2200 4060/2030 2200/1100	—— —— —— —— —— —— 2400 1500 7035 3190	4	15	15
8	Ali-Ama	——	R	A	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,875 1,875 1,875 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	920 840 —— —— —— —— 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1024 616 —— —— —— —— —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	15	15
9	Áng-Anc	156	N	A	Endesa 132 kV AM-4-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1100 1000 —— —— —— —— 1100 1000 1100/1100 1000/1000	2320 1700 —— —— —— —— 1400 1200 1400/700 1200/600	—— —— —— —— —— —— 1805 1400 4165 4005	4	15	15
10	Ali-Sus	——	N	A	Endesa 132 kV AL-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1250 1100 —— —— —— —— 1250 1100 1250/1250 1100/1100	725 460 —— —— —— —— —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1025 1400 1785 3210	4	18	16,28
11	Áng-Anc	144	N	A	Endesa 132 kV AG-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1300 1200 —— —— —— —— 1300 1200 1300/1300 1200/1200	2965 2500 —— —— —— —— 2100 2000 2100/1050 2000/1000	—— —— —— —— —— —— 1650 1450 4355 3625	4	15	15
12	Ali-Sus	——	R	A	Endesa 132 kV AL-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,875 1,875 1,875 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1000 880 —— —— —— —— 1250 1100 1250/1250 1100/1100	580 368 —— —— —— —— —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1025 1400 1785 3210	4	15	13,03

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo						Separ. fases norma. m	Altura de refere. m	Altura libre real m
						Hipót.	Coe. seg. apo.	Condu.	Esfuerzo Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Esfuerzo Longi. daN			
13	Ali-Sus	——	R	A	Endesa 132 kV AL-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,875 1,875 1,875 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1000 880 —— —— —— —— 1250 1100 1250/1250 1100/1100	580 368 —— —— —— —— —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1025 1400 1785 3210	4	15	12,91
14	Ali-Sus	——	N	A	Endesa 132 kV AL-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1250 1100 —— —— —— —— 1250 1100 1250/1250 1100/1100	725 460 —— —— —— —— —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1025 1400 1785 3210	4	24	22,46
15	Áng-Anc	139	N	A	Endesa 132 kV AG-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1300 1200 —— —— —— —— 1300 1200 1300/1300 1200/1200	2965 2500 —— —— —— —— 2100 2000 2100/1050 2000/1000	—— —— —— —— —— —— 1650 1450 4355 3625	4	24	24
16	Ali-Sus	——	N	A	Endesa 132 kV AL-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1250 1100 —— —— —— —— 1250 1100 1250/1250 1100/1100	725 460 —— —— —— —— —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1025 1400 1785 3210	4	12	10,28
17	Áng-Anc	139	N	A	Endesa 132 kV AG-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1300 1200 —— —— —— —— 1300 1200 1300/1300 1200/1200	2965 2500 —— —— —— —— 2100 2000 2100/1050 2000/1000	—— —— —— —— —— —— 1650 1450 4355 3625	4	27	27
18	Ali-Ama	——	R	A	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,875 1,875 1,875 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	920 840 —— —— —— —— 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1024 616 —— —— —— —— —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	18	18

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo						Separ. fases norma. m	Altura de refere. m	Altura libre real m
						Hipót.	Coe. seg. apo.	Condu.	Esfuerzo Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Esfuerzo Longi. daN			
19	Ali-Ama	——	R	A	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,875 1,875 1,875 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	920 840 —— —— —— —— 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1024 616 —— —— —— —— —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	15	15
20	Áng-Anc	142	N	A	Endesa 132 kV AG-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1300 1200 —— —— —— —— 1300 1200 1300/1300 1200/1200	2965 2500 —— —— —— —— 2100 2000 2100/1050 2000/1000	—— —— —— —— —— —— 1650 1450 4355 3625	4	31	31
21	Ali-Ama	——	N	A	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1150 1050 —— —— —— —— 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1280 770 —— —— —— —— —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	21	21
22	Ali-Sus	——	N	A	Endesa 132 kV AL-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1250 1100 —— —— —— —— 1250 1100 1250/1250 1100/1100	725 460 —— —— —— —— —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1025 1400 1785 3210	4	18	16,46
23	Áng-Anc	166	N	A	Endesa 132 kV AG-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1300 1200 —— —— —— —— 1300 1200 1300/1300 1200/1200	2965 2500 —— —— —— —— 2100 2000 2100/1050 2000/1000	—— —— —— —— —— —— 1650 1450 4355 3625	4	18	18
24	Ali-Sus	——	N	A	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1250 1100 —— —— —— —— 1250 1100 1250/1250 1100/1100	725 460 —— —— —— —— —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1025 1400 1785 3210	4	15	13,46

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo						Separ. fases norma. m	Altura de refere. m	Altura libre real m
						Hipót.	Coe. seg. apo.	Condu.	Esfuerzo					
									Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN			
25	Ali-Ama	——	N	A	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1150 1050 —— —— —— —— 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1280 770 —— —— —— —— —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	15	15
26	Ali-Ama	——	N	A	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1150 1050 —— —— —— —— 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1280 770 —— —— —— —— —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	10	10
27	Ali-Sus	——	N	A	Endesa 132 kV AL-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1250 1100 —— —— —— —— 1250 1100 1250/1250 1100/1100	725 460 —— —— —— —— —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1025 1400 1785 3210	4	18	16,46
28	Ali-Sus	——	N	A	Endesa 132 kV AL-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1250 1100 —— —— —— —— 1250 1100 1250/1250 1100/1100	725 460 —— —— —— —— —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1025 1400 1785 3210	4	15	13,46
29	Ali-Ama	——	N	A	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1150 1050 —— —— —— —— 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1280 770 —— —— —— —— —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	10	10
30	Ali-Ama	——	R	A	Endesa 132 kV AL-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,875 1,875 1,875 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1000 880 —— —— —— —— 1250 1100 1250/1250 1100/1100	580 368 —— —— —— —— —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1025 1400 1785 3210	4	10	10

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo						Separ. fases norma. m	Altura de refere. m	Altura libre real m
						Hipót.	Coe. seg. apo.	Condu.	Esfuerzo Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Esfuerzo Longi. daN			
31	Ali-Ama	——	R	A	Endesa 132 kV AL-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,875 1,875 1,875 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1000 880 —— —— —— —— 1250 1100 1250/1250 1100/1100	580 368 —— —— —— —— —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1025 1400 1785 3210	4	12	12
32	Áng-Anc	155	N	A	Endesa 132 kV AL-3-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1750 1650 —— —— —— —— 1750 1650 1750/1750 1650/1650	1655 1100 —— —— —— —— 1340 1000 1340/670 1000/500	—— —— —— —— —— —— 1150 1000 2320 3095	4	21	21
33	Ali-Ama	——	N	A	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1150 1050 —— —— —— —— 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1280 770 —— —— —— —— —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	18	18
34	Ali-Ama	——	N	A	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1150 1050 —— —— —— —— 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1280 770 —— —— —— —— —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	12	12
35	Ali-Sus	——	R	A	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,875 1,875 1,875 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	920 840 —— —— —— —— 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1024 616 —— —— —— —— —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	12	10,03
36	Ali-Ama	——	R	A	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,875 1,875 1,875 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	920 840 —— —— —— —— 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1024 616 —— —— —— —— —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	15	15

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo						Separ. fases norma. m	Altura de refere. m	Altura libre real m
						Hipót.	Coe. seg. apo.	Condu.	Esfuerzo Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Esfuerzo Longi. daN			
37	Áng-Anc	158	N	A	Endesa 132 kV AG-3-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1400 1300 —— —— —— —— 1400 1300 1400/1400 1300/1300	3475 2500 —— —— —— —— 2590 2100 2590/1295 2100/1050	—— —— —— —— —— —— 1955 1450 4055 4600	4	21	21
38	Ali-Ama	——	N	A	Endesa 132 kV AM-1-5,5-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1150 1050 —— —— —— —— 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1115 770 —— —— —— —— —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1570 1400 3583 3104	5,5	21	21
39	Ali-Sus	——	N	A	Endesa 132 kV AM-1-5,5-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1150 1050 —— —— —— —— 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1115 770 —— —— —— —— —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1570 1400 3583 3104	5,5	18	16,46
40	Áng-Anc	160	N	A	Endesa 132 kV AM-4-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1100 1000 —— —— —— —— 1100 1000 1100/1100 1000/1000	2320 1700 —— —— —— —— 1400 1200 1400/700 1200/600	—— —— —— —— —— —— 1805 1400 4165 4005	4	21	21
41	Ali-Sus	——	N	A	Endesa 132 kV AL-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1250 1100 —— —— —— —— 1250 1100 1250/1250 1100/1100	725 460 —— —— —— —— —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1025 1400 1785 3210	4	21	19,46
42	Ali-Ama	——	R	A	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,875 1,875 1,875 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1150 1050 —— —— —— —— 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1280 770 —— —— —— —— —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	12	12

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo						Separ. fases norma. m	Altura de refere. m	Altura libre real m
						Hipót.	Coe. seg. apo.	Condu.	Esfuerzo Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Esfuerzo Longi. daN			
43	Ali-Sus	——	R	A	Endesa 132 kV AL-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,875 1,875 1,875 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1000 880 —— —— —— —— 1250 1100 1250/1250 1100/1100	580 368 —— —— —— —— —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1025 1400 1785 3210	4	15	13,03
44	Áng-Anc	156	N	A	Endesa 132 kV AM-4-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1100 1000 —— —— —— —— 1100 1000 1100/1100 1000/1000	2320 1700 —— —— —— —— 1400 1200 1400/700 1200/600	—— —— —— —— —— —— 1805 1400 4165 4005	4	15	15
45	Ali-Ama	——	R	A	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,875 1,875 1,875 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	920 840 —— —— —— —— 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1024 616 —— —— —— —— —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	18	18
46	Ali-Sus	——	R	A	Endesa 132 kV AL-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,875 1,875 1,875 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1000 880 —— —— —— —— 1250 1100 1250/1250 1100/1100	580 368 —— —— —— —— —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1025 1400 1785 3210	4	18	16,03
47	Ali-Ama	——	R	A	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,875 1,875 1,875 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	920 840 —— —— —— —— 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1024 616 —— —— —— —— —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	18	18
48	Ali-Anc	——	R	A Y	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,875 1,875 1,875 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	920 840 920 840 920 840 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1024 616 —— —— 1148,8 888 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	39	39

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo						Separ. fases norma. m	Altura de refere. m	Altura libre real m
						Hipót.	Coe. seg. apo.	Condu.	Esfuerzo Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Esfuerzo Longi. daN			
49	Áng-Anc	163	R	B	Endesa 132 kV FL-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,875 1,875 1,875 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	2240 1680 2240 1680 2240 1680 2800 2100 2800/2800 2100/2100	3936 2240 4132 2240 4072 2240 4060 2200 4060/2030 2200/1100	—— —— —— —— —— —— 2400 1500 7035 3190	4	18	18
50	Ali-Anc	——	N	B Y	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1280 770 —— —— 1436 1110 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	18	18
51	Ali-Ama	——	N	A	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1150 1050 —— —— —— —— 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1280 770 —— —— —— —— —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	24	24
52	Ali-Ama	——	N	A	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1150 1050 —— —— —— —— 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1280 770 —— —— —— —— —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	24	24
53	Áng-Anc	167	N	A	Endesa 132 kV AG-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1300 1200 —— —— —— —— 1300 1200 1300/1300 1200/1200	2965 2500 —— —— —— —— 2100 2000 2100/1050 2000/1000	—— —— —— —— —— —— 1650 1450 4355 3625	4	12	12
54	Ali-Sus	——	R	A	Endesa 132 kV AL-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,875 1,875 1,875 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1000 880 —— —— —— —— 1250 1100 1250/1250 1100/1100	580 368 —— —— —— —— —— —— 1785 3210	—— —— —— —— —— —— 1025 1400 —— ——	4	15	13,03

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo						Separ. fases norma. m	Altura de refere. m	Altura libre real m
						Hipót.	Coe. seg. apo.	Condu.	Esfuerzo Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Esfuerzo Longi. daN			
55	Ali-Anc	——	R	A Y	Endesa 132 kV AG-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,875 1,875 1,875 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	3000 1720 3000 1720 3000 1720 3750 2150 3750/3750 2150/2150	2036 1208 —— —— 2096 1404 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 3780 1800 3917 4000	4	21	21
56	Ali-Sus	——	N	B	Endesa 132 kV AM-4-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	3750 2150 3750 2150 3750 2150 3750 2150 3750/3750 2150/2150	2170 1100 —— —— 2360 1230 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 3145 1400 4830 4415	4	35	33,46
57	Áng-Anc	180	N	B Y	Endesa 132 kV AG-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1300 1200 1300 1200 1300 1200 1300 1200 1300/1300 1200/1200	2965 2500 3065 2750 3030 2695 2100 2000 2100/1050 2000/1000	—— —— —— —— —— —— 1650 1450 4355 3625	4	24	24
58	Ali-Ama	——	R	A	Endesa 132 kV AM-1-5,5-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,875 1,875 1,875 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	920 840 920 840 920 840 1150 1050 1150/1150 1050/1050	892 616 960 892 920 880 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	5,5	27	27
59	Ali-Ama	——	R	A	Endesa 132 kV AM-1-5,5-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,875 1,875 1,875 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	920 840 —— —— —— —— 1150 1050 1150/1150 1050/1050	892 616 —— —— —— —— —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	5,5	10	10
60	Áng-Anc	131	N	A	Endesa 132 kV AG-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1300 1200 —— —— —— —— 1300 1200 1300/1300 1200/1200	2965 2500 —— —— —— —— 2100 2000 2100/1050 2000/1000	—— —— —— —— —— —— 1650 1450 4355 3625	4	18	18

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo						Separ. fases norma. m	Altura de refere. m	Altura libre real m
						Hipót.	Coe. seg. apo.	Condu.	Esfuerzo Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Esfuerzo Longi. daN			
61	Ali-Ama	——	N	A	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1150 1050 —— —— —— —— 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1280 770 —— —— —— —— —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	10	10
62	Ali-Sus	——	N	A	Endesa 132 kV AL-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1250 1100 —— —— —— —— 1250 1100 1250/1250 1100/1100	725 460 —— —— —— —— —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1025 1400 1785 3210	4	12	10,46
63	Ali-Sus	——	N	A	Endesa 132 kV AL-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1250 1100 —— —— —— —— 1250 1100 1250/1250 1100/1100	725 460 —— —— —— —— —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1025 1400 1785 3210	4	12	10,46
64	Áng-Anc	142	R	A Y	Endesa 132 kV AG-3-5,5-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,875 1,875 1,875 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1120 1040 1120 1040 1120 1040 1300 1200 1300/1300 1200/1200	2864 2000 3152 2200 3064 2160 2100 2000 2100/1050 2000/1000	—— —— —— —— —— —— 1650 1450 4355 3625	5,5	15	15
65	Ali-Sus	——	R	B	Endesa 132 kV AL-3-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,875 1,875 1,875 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1400 1320 1400 1320 1400 1320 1750 1650 1750/1750 1650/1650	1324 880 —— —— 1512 964 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 2530 1400 2705 4500	4	15	13,03
66	Ali-Anc	——	N	B Y	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1280 770 —— —— 1436 1110 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	15	13,54

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo						Separ. fases norma. m	Altura de refere. m	Altura libre real m
						Hipót.	Coe. seg. apo.	Condu.	Esfuerzo Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Esfuerzo Longi. daN			
67	Ali-Ama	——	R	A	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien.	1,875	Fase	920	1024	——	4	12	12
								Tie.1	840	616	——			
						2ª Hielo	1,875	Fase	——	——	——			
								Tie.1	——	——	——			
						2ª Vien.	1,875	Fase	——	——	——			
								Tie.1	——	——	——			
						3ª Dese.	1,2	Fase	1150	——	1830			
								Tie.1	1050	——	1400			
						4ª Rotu.	1,2	Fase	1150/1150	——	3583			
								Tie.1	1050/1050	——	3250			
68	Ali-Anc	——	R	A Y	Endesa 132 kV AG-1-4-132 kV	1ª Vien.	1,875	Fase	3000	2036	——	4	21	21
								Tie.1	1720	1208	——			
						2ª Hielo	1,875	Fase	3000	——	—— — —			
								Tie.1	1720	——	——			
						2ª Vien.	1,875	Fase	3000	2096	——			
								Tie.1	1720	1404	——			
						3ª Dese.	1,2	Fase	3750	——	3780			
								Tie.1	2150	——	1800			
						4ª Rotu.	1,2	Fase	3750/3750	——	3917			
								Tie.1	2150/2150	——	4000			
69	Ali-Sus	——	N	B	Endesa 132 kV AL-2-4-132 kV	1ª Vien.	1,5	Fase	1250	725	——	4	21	19,46
								Tie.1	1100	460	——			
						2ª Hielo	1,5	Fase	1250	——	——			
								Tie.1	1100	——	——			
						2ª Vien.	1,5	Fase	1250	860	——			
								Tie.1	1100	495	——			
						3ª Dese.	1,2	Fase	1250	——	1025			
								Tie.1	1100	——	1400			
						4ª Rotu.	1,2	Fase	1250/1250	——	1785			
								Tie.1	1100/1100	——	3210			
70	Áng-Anc	166	N	B	Endesa 132 kV FL-2-4-132 kV	1ª Vien.	1,5	Fase	2800	4920	——	4	24	24
								Tie.1	2100	2800	——			
						2ª Hielo	1,5	Fase	2800	5165	——			
								Tie.1	2100	2800	——			
						2ª Vien.	1,5	Fase	2800	5090	——			
								Tie.1	2100	2800	——			
						3ª Dese.	1,2	Fase	2800	4060	2400			
								Tie.1	2100	2200	1500			
						4ª Rotu.	1,2	Fase	2800/2800	4060/2030	7035			
								Tie.1	2100/2100	2200/1100	3190			
71	Ali-Sus	——	N	B	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien.	1,5	Fase	1150	1280	——	4	21	19,46
								Tie.1	1050	770	——			
						2ª Hielo	1,5	Fase	1150	——	——			
								Tie.1	1050	——	——			
						2ª Vien.	1,5	Fase	1150	1436	——			
								Tie.1	1050	1110	——			
						3ª Dese.	1,2	Fase	1150	——	1830			
								Tie.1	1050	——	1400			
						4ª Rotu.	1,2	Fase	1150/1150	——	3583			
								Tie.1	1050/1050	——	3250			
72	Ali-Ama	——	N	B	Endesa 132 kV AM-3-4-132 kV	1ª Vien.	1,5	Fase	1950	1825	——	4	15	15
								Tie.1	1800	1100	——			
						2ª Hielo	1,5	Fase	1950	——	——			
								Tie.1	1800	——	——			
						2ª Vien.	1,5	Fase	1950	1980	——			
								Tie.1	1800	1200	——			
						3ª Dese.	1,2	Fase	1950	——	2680			
								Tie.1	1800	——	1400			
						4ª Rotu.	1,2	Fase	1950/1950	——	4665			
								Tie.1	1800/1800	——	4140			

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo						Separ. fases norma. m	Altura de refere. m	Altura libre real m
						Hipót.	Coe. seg. apo.	Condu.	Esfuerzo Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Esfuerzo Longi. daN			
73	Ali-Ama	——	R	B	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,875 1,875 1,875 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	920 840 920 840 920 840 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1024 616 —— —— 1148,8 888 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	18	18
74	Áng-Anc	137	R	B	Endesa 132 kV FL-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,875 1,875 1,875 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	2240 1680 2240 1680 2240 1680 2800 2100 2800/2800 2100/2100	3936 2240 4132 2240 4072 2240 4060 2200 4060/2030 2200/1100	—— —— —— —— —— —— 2400 1500 7035 3190	4	18	18
75	Ali-Ama	——	N	B	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1280 770 —— —— 1436 1110 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	15	15
76	Ali-Ama	——	N	B	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1280 770 —— —— 1436 1110 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	12	12
77	Ali-Sus	——	R	B	Endesa 132 kV AL-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,875 1,875 1,875 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1000 880 1000 880 1000 880 1250 1100 1250/1250 1100/1100	580 368 —— —— 688 396 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1025 1400 1785 3210	4	15	13,03
78	Ali-Ama	——	R	B	Endesa 132 kV AM-4-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,875 1,875 1,875 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	3000 1720 3000 1720 3000 1720 3750 2150 3750/3750 2150/2150	1736 880 —— —— 1888 984 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 3145 1400 4830 4415	4	27	27

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo						Separ. fases norma. m	Altura de refere. m	Altura libre real m
						Hipót.	Coe. seg. apo.	Condu.	Esfuerzo Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Esfuerzo Longi. daN			
79	Áng-Anc	161	N	B	Endesa 132 kV FL-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	2800 2100 2800 2100 2800 2100 2800 2100 2800/2800 2100/2100	4920 2800 5165 2800 5090 2800 4060 2200 4060/2030 2200/1100	—— —— —— —— —— —— 2400 1500 7035 3190	4	12	12
80	Ali-Ama	——	N	B	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1280 770 —— —— 1436 1110 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	21	21
81	Ali-Sus	——	N	B	Endesa 132 kV AL-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1250 1100 1250 1100 1250 1100 1250 1100 1250/1250 1100/1100	725 460 —— —— 860 495 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1025 1400 1785 3210	4	24	22,46
82	Ali-Ama	——	N	B	Endesa 132 kV AM-3-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1950 1800 1950 1800 1950 1800 1950 1800 1950/1950 1800/1800	1825 1100 —— —— 1980 1200 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 2680 1400 4665 4140	4	15	15
83	Ali-Sus	——	N	B	Endesa 132 kV AL-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1250 1100 1250 1100 1250 1100 1250 1100 1250/1250 1100/1100	725 460 —— —— 860 495 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1025 1400 1785 3210	4	24	22,46
84	Ali-Ama	——	N	B	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1280 770 —— —— 1436 1110 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	12	12

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo						Separ. fases norma. m	Altura de refere. m	Altura libre real m
						Hipót.	Coe. seg. apo.	Condu.	Esfuerzo Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Esfuerzo Longi. daN			
85	Ali-Ama	——	N	B	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1280 770 —— —— 1436 1110 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	12	12
86	Ali-Sus	——	N	B	Endesa 132 kV AL-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1250 1100 1250 1100 1250 1100 1250 1100 1250/1250 1100/1100	725 460 —— —— 860 495 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1025 1400 1785 3210	4	18	16,46
87	Ali-Sus	——	R	B	Endesa 132 kV AL-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,875 1,875 1,875 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1000 880 1000 880 1000 880 1250 1100 1250/1250 1100/1100	580 368 —— —— 688 396 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1025 1400 1785 3210	4	12	10,03
88	Ali-Anc	——	R	B Y	Endesa 132 kV AG-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,875 1,875 1,875 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	3000 1720 3000 1720 3000 1720 3750 2150 3750/3750 2150/2150	2036 1208 —— —— 2096 1404 —— —— —— ——	—— —— —— — — —— —— —— 3780 1800 3917 4000	4	12	12
89	Ali-Sus	——	N	A	Endesa 132 kV AL-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1250 1100 —— —— —— —— 1250 1100 1250/1250 1100/1100	725 460 —— —— —— —— —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1025 1400 1785 3210	4	21	19,46
90	Áng-Anc	161	N	A Y	Endesa 132 kV AG-2-5,5-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1300 1200 1300 1200 1300 1200 1300 1200 1300/1300 1200/1200	3025 2500 3135 2735 3050 2685 2250 2000 2250/125 2000/1000	—— —— —— —— —— —— 1790 1450 4890 3565	5,5	18	18

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo						Separ. fases norma. m	Altura de refere. m	Altura libre real m
						Hipót.	Coe. seg. apo.	Condu.	Esfuerzo Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Esfuerzo Longi. daN			
91	Ali-Sus	——	N	B	Endesa 132 kV AL-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1250 1100 1250 1100 1250 1100 1250 1100 1250/1250 1100/1100	725 460 —— —— 860 495 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1025 1400 1785 3210	4	21	19,46
92	Ali-Sus	——	N	B	Endesa 132 kV AL-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1250 1100 1250 1100 1250 1100 1250 1100 1250/1250 1100/1100	725 460 —— —— 860 495 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1025 1400 1785 3210	4	18	16,28
93	Ali-Ama	——	N	B	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1280 770 —— —— 1436 1110 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	15	15
94	Ali-Ama	——	N	B	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1280 770 —— —— 1436 1110 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	18	18
95	Ali-Ama	——	N	B	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1280 770 —— —— 1436 1110 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	18	18
96	Ali-Sus	——	N	B	Endesa 132 kV AM-3-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1950 1800 1950 1800 1950 1800 1950 1800 1950/1950 1800/1800	1825 1100 —— —— 1980 1200 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 2680 1400 4665 4140	4	24	22,46

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo						Separ. fases norma. m	Altura de refere. m	Altura libre real m
						Hipót.	Coe. seg. apo.	Condu.	Esfuerzo Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Esfuerzo Longi. daN			
97	Ali-Ama	——	N	B	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1280 770 —— —— 1436 1110 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	18	18
98	Ali-Sus	——	N	B	Endesa 132 kV AL-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1250 1100 1250 1100 1250 1100 1250 1100 1250/1250 1100/1100	725 460 —— —— 860 495 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1025 1400 1785 3210	4	12	10,28
99	Áng-Anc	172	N	B	Endesa 132 kV FL-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	2800 2100 2800 2100 2800 2100 2800 2100 2800/2800 2100/2100	4920 2800 5165 2800 5090 2800 4060 2200 4060/2030 2200/1100	—— —— —— —— —— —— 2400 1500 7035 3190	4	18	18
100	Ali-Ama	——	N	B	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1280 770 —— —— 1436 1110 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	10	10
101	Ali-Sus	——	N	B	Endesa 132 kV AL-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1250 1100 1250 1100 1250 1100 1250 1100 1250/1250 1100/1100	725 460 —— —— 860 495 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1025 1400 1785 3210	4	21	19,46
102	Ali-Sus	——	N	B	Endesa 132 kV AL-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1250 1100 1250 1100 1250 1100 1250 1100 1250/1250 1100/1100	725 460 —— —— 860 495 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1025 1400 1785 3210	4	21	19,46

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo						Separ. fases norma. m	Altura de refere. m	Altura libre real m
						Hipót.	Coe. seg. apo.	Condu.	Esfuerzo Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Esfuerzo Longi. daN			
103	Ali-Ama	——	N	B	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1280 770 —— —— 1436 1110 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	15	15
104	Áng-Anc	167	N	B	Endesa 132 kV AM-4-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1100 1000 1100 1000 1100 1000 1100 1000 1100/1100 1000/1000	2320 1700 2600 1800 2515 1790 1400 1200 1400/700 1200/600	—— —— —— —— —— —— 1805 1400 4165 4005	4	18	18
105	Ali-Sus	——	N	B	Endesa 132 kV AL-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1250 1100 1250 1100 1250 1100 1250 1100 1250/1250 1100/1100	725 460 —— —— 860 495 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1025 1400 1785 3210	4	24	22,28
106	Ali-Sus	——	N	B	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1280 770 —— —— 1436 1110 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	18	16,46
107	Ali-Ama	——	N	B	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1280 770 —— —— 1436 1110 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	15	15
108	Ali-Sus	——	R	B	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,875 1,875 1,875 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	920 840 920 840 920 840 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1024 616 —— —— 1148,8 888 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	12	10,03

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo						Separ. fases norma. m	Altura de refere. m	Altura libre real m
						Hipót.	Coe. seg. apo.	Condu.	Esfuerzo Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Esfuerzo Longi. daN			
109	Ali-Ama	——	R	B	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,875 1,875 1,875 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	920 840 920 840 920 840 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1024 616 —— —— 1148,8 888 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	10	10
110	Ali-Sus	——	N	B	Endesa 132 kV AL-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1250 1100 1250 1100 1250 1100 1250 1100 1250/1250 1100/1100	725 460 —— —— 860 495 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1025 1400 1785 3210	4	18	16,46
111	Áng-Anc	148	N	B	Endesa 132 kV FL-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	2800 2100 2800 2100 2800 2100 2800 2100 2800/2800 2100/2100	4920 2800 5165 2800 5090 2800 4060 2200 4060/2030 2200/1100	—— —— —— —— —— —— 2400 1500 7035 3190	4	15	15
112	Ali-Sus	——	N	B	Endesa 132 kV AL-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1250 1100 1250 1100 1250 1100 1250 1100 1250/1250 1100/1100	725 460 —— —— 860 495 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1025 1400 1785 3210	4	18	16,46
113	Ali-Ama	——	N	B	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1280 770 —— —— 1436 1110 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	12	12
114	Ali-Ama	——	N	B	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1280 770 —— —— 1436 1110 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	10	10

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo						Separ. fases norma. m	Altura de refere. m	Altura libre real m
						Hipót.	Coe. seg. apo.	Condu.	Esfuerzo Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Esfuerzo Longi. daN			
115	Áng-Anc	151	R	B	Endesa 132 kV AG-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,875 1,875 1,875 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1040 960 1040 960 1040 960 1300 1200 1300/1300 1200/1200	2372 2000 2452 2200 2424 2156 2100 2000 2100/1050 2000/1000	—— —— —— —— —— —— 1650 1450 4355 3625	4	18	18
116	Ali-Sus	——	R	B	Endesa 132 kV AL-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,875 1,875 1,875 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1000 880 1000 880 1000 880 1250 1100 1250/1250 1100/1100	580 368 —— —— 688 396 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1025 1400 1785 3210	4	18	16,03
117	Ali-Ama	——	N	B	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1280 770 —— —— 1436 1110 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	15	15
118	Ali-Sus	——	N	B	Endesa 132 kV AL-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1250 1100 1250 1100 1250 1100 1250 1100 1250/1250 1100/1100	725 460 —— —— 860 495 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1025 1400 1785 3210	4	18	16,28
119	Áng-Anc	177	N	B Y	Endesa 132 kV AG-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1300 1200 1300 1200 1300 1200 1300 1200 1300/1300 1200/1200	2965 2500 3065 2750 3030 2695 2100 2000 2100/1050 2000/1000	—— —— —— —— —— —— 1650 1450 4355 3625	4	12	12
120	Ali-Ama	——	N	C	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1280 770 —— —— 1436 1110 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	15	15

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo						Separ. fases norma. m	Altura de refere. m	Altura libre real m
						Hipót.	Coe. seg. apo.	Condu.	Esfuerzo Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Esfuerzo Longi. daN			
121	Ali-Sus	——	N	C	Endesa 132 kV AG-1-5,5-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1	3750 2150 3750 2150 3750 2150 3750 2150 3750/3750 2150/2150	2340 1505 2500 1790 2445 1755 —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 3290 1800 3917 4333	5,5	15	13,46
122	Ali-Sus	——	N	C	Endesa 132 kV AL-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1	1250 1100 1250 1100 1250 1100 1250 1100 1250/1250 1100/1100	725 460 —— —— 860 495 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1025 1400 1785 3210	4	21	19,46
123	Ali-Anc	——	N	C Y	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1	1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1280 770 —— —— 1436 1110 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	10	10
124	Ali-Ama	——	N	B	Endesa 132 kV AM-3-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1	1950 1800 1950 1800 1950 1800 1950 1800 1950/1950 1800/1800	1825 1100 —— —— 1980 1200 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 2680 1400 4665 4140	4	12	12
125	Ali-Sus	——	N	B	Endesa 132 kV AL-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1	1250 1100 1250 1100 1250 1100 1250 1100 1250/1250 1100/1100	725 460 —— —— 860 495 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1025 1400 1785 3210	4	21	19,46
126	Ali-Ama	——	N	B	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1	1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1280 770 —— —— 1436 1110 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	18	18

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo						Separ. fases norma. m	Altura de refere. m	Altura libre real m
						Hipót.	Coe. seg. apo.	Condu.	Esfuerzo Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Esfuerzo Longi. daN			
127	Áng-Anc	162	R	B	Endesa 132 kV AG-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,875 1,875 1,875 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1040 960 1040 960 1040 960 1300 1200 1300/1300 1200/1200	2372 2000 2452 2200 2424 2156 2100 2000 2100/1050 2000/1000	—— —— —— —— —— —— 1650 1450 4355 3625	4	31	31
128	Ali-Sus	——	R	B	Endesa 132 kV AL-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,875 1,875 1,875 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1000 880 1000 880 1000 880 1250 1100 1250/1250 1100/1100	580 368 —— —— 688 396 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1025 1400 1785 3210	4	18	16,03
129	Ali-Ama	——	N	B	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1280 770 —— —— 1436 1110 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	18	18
130	Ali-Ama	——	N	B	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1280 770 —— —— 1436 1110 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	15	15
131	Ali-Sus	——	N	B	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1280 770 —— —— 1436 1110 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	24	22,46
132	Áng-Anc	173	N	B	Endesa 132 kV AM-3-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1100 1000 1100 1000 1100 1000 1100 1000 1100/1100 1000/1000	1710 1505 1875 1605 1835 1575 1225 1050 1224/612 1050/525	—— —— —— —— —— —— 1380 1200 4335 3370	4	31	31

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo						Separ. fases norma. m	Altura de refere. m	Altura libre real m
						Hipót.	Coe. seg. apo.	Condu.	Esfuerzo Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Esfuerzo Longi. daN			
133	Ali-Sus	——	R	B	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,875 1,875 1,875 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	920 840 920 840 920 840 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1024 616 —— —— 1148,8 888 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	12	10,03
134	Ali-Ama	——	R	B	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,875 1,875 1,875 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	920 840 920 840 920 840 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1024 616 —— —— 1148,8 888 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	15	15
135	Ali-Ama	——	N	B	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1280 770 —— —— 1436 1110 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	12	12
136	Áng-Anc	171	R	B	Endesa 132 kV AG-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,875 1,875 1,875 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1040 960 1040 960 1040 960 1300 1200 1300/1300 1200/1200	2372 2000 2452 2200 2424 2156 2100 2000 2100/1050 2000/1000	—— —— —— —— —— —— 1650 1450 4355 3625	4	18	18
137	Ali-Sus	——	R	B	Endesa 132 kV AL-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,875 1,875 1,875 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1000 880 1000 880 1000 880 1250 1100 1250/1250 1100/1100	580 368 —— —— 688 396 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1025 1400 1785 3210	4	12	10,03
138	Ali-Sus	——	N	B	Endesa 132 kV AL-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1250 1100 1250 1100 1250 1100 1250 1100 1250/1250 1100/1100	725 460 —— —— 860 495 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1025 1400 1785 3210	4	12	10,46

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo						Separ. fases norma. m	Altura de refere. m	Altura libre real m
						Hipót.	Coe. seg. apo.	Condu.	Esfuerzo Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Esfuerzo Longi. daN			
139	Ali-Ama	——	N	B	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1280 770 —— —— 1436 1110 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	15	15
140	Ali-Sus	——	N	B	Endesa 132 kV AL-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1250 1100 1250 1100 1250 1100 1250 1100 1250/1250 1100/1100	725 460 —— —— 860 495 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1025 1400 1785 3210	4	18	16,46
141	Ali-Ama	——	R	B	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,875 1,875 1,875 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	920 840 920 840 920 840 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1024 616 —— —— 1148,8 888 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	12	12
142	Ali-Ama	——	R	B	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,875 1,875 1,875 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	920 840 920 840 920 840 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1024 616 —— —— 1148,8 888 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	18	18
143	Ali-Ama	——	N	B	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1280 770 —— —— 1436 1110 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	21	21
144	Áng-Anc	150	N	B	Endesa 132 kV AG-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1300 1200 1300 1200 1300 1200 1300 1200 1300/1300 1200/1200	2965 2500 3065 2750 3030 2695 2100 2000 2100/1050 2000/1000	—— —— —— —— —— —— 1650 1450 4355 3625	4	15	15

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo						Separ. fases norma. m	Altura de refere. m	Altura libre real m
						Hipót.	Coe. seg. apo.	Condu.	Esfuerzo Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Esfuerzo Longi. daN			
145	Ali-Sus	——	N	B	Endesa 132 kV AM-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1350 1200 1350 1200 1350 1200 1350 1200 1350/1350 1200/1200	1400 1100 —— —— 1600 1205 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1910 1400 3605 3415	4	18	16,46
146	Ali-Ama	——	N	B	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1280 770 —— —— 1436 1110 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	15	15
147	Ali-Ama	——	N	B	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1280 770 —— —— 1436 1110 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	12	12
148	Ali-Ama	——	N	B	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1280 770 —— —— 1436 1110 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	10	10
149	Ali-Ama	——	N	B	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1280 770 —— —— 1436 1110 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	12	12
150	Ali-Ama	——	N	B	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1280 770 —— —— 1436 1110 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	24	24

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo						Separ. fases norma. m	Altura de refere. m	Altura libre real m
						Hipót.	Coe. seg. apo.	Condu.	Esfuerzo Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Esfuerzo Longi. daN			
151	Ali-Ama	——	N	B	Endesa 132 kV AM-3-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1950 1800 1950 1800 1950 1800 1950 1800 1950/1950 1800/1800	1825 1100 —— —— 1980 1200 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 2680 1400 4665 4140	4	12	12
152	Áng-Anc	138	N	B	Endesa 132 kV AG-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1300 1200 1300 1200 1300 1200 1300 1200 1300/1300 1200/1200	2965 2500 3065 2750 3030 2695 2100 2000 2100/1050 2000/1000	—— —— —— —— —— —— 1650 1450 4355 3625	4	27	27
153	Ali-Ama	——	R	B	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,875 1,875 1,875 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	920 840 920 840 920 840 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1024 616 —— —— 1148,8 888 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	27	27
154	Ali-Ama	——	R	B	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,875 1,875 1,875 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	920 840 920 840 920 840 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1024 616 —— —— 1148,8 888 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	12	12
155	Ali-Sus	——	N	B	Endesa 132 kV AM-3-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1950 1800 1950 1800 1950 1800 1950 1800 1950/1950 1800/1800	1825 1100 —— —— 1980 1200 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 2680 1400 4665 4140	4	21	19,46
156	Ali-Sus	——	N	B	Endesa 132 kV AM-3-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1950 1800 1950 1800 1950 1800 1950 1800 1950/1950 1800/1800	1825 1100 —— —— 1980 1200 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 2680 1400 4665 4140	4	24	22,46

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo						Separ. fases norma. m	Altura de refere. m	Altura libre real m
						Hipót.	Coe. seg. apo.	Condu.	Esfuerzo Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Esfuerzo Longi. daN			
157	Ali-Ama	——	N	B	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1280 770 —— —— 1436 1110 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	18	18
158	Ali-Ama	——	N	B	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1280 770 —— —— 1436 1110 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	21	21
159	Ali-Ama	——	N	B	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1280 770 —— —— 1436 1110 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	24	24
160	Ali-Sus	——	N	B	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1280 770 —— —— 1436 1110 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	15	13,46
161	Ali-Sus	——	N	B	Endesa 132 kV AL-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1250 1100 1250 1100 1250 1100 1250 1100 1250/1250 1100/1100	725 460 —— —— 860 495 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1025 1400 1785 3210	4	21	19,46
162	Ali-Sus	——	N	B	Endesa 132 kV AL-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1250 1100 1250 1100 1250 1100 1250 1100 1250/1250 1100/1100	725 460 —— —— 860 495 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1025 1400 1785 3210	4	24	22,46

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo						Separ. fases norma. m	Altura de refere. m	Altura libre real m
						Hipót.	Coe. seg. apo.	Condu.	Esfuerzo Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Esfuerzo Longi. daN			
163	Ali-Ama	——	N	B	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1280 770 —— —— 1436 1110 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	12	12
164	Ali-Sus	——	N	B	Endesa 132 kV AL-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1250 1100 1250 1100 1250 1100 1250 1100 1250/1250 1100/1100	725 460 —— —— 860 495 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1025 1400 1785 3210	4	18	16,46
165	Áng-Anc	116	N	B	Endesa 132 kV FL-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	2800 2100 2800 2100 2800 2100 2800 2100 2800/2800 2100/2100	4920 2800 5165 2800 5090 2800 4060 2200 4060/2030 2200/1100	—— —— —— —— —— —— 2400 1500 7035 3190	5,5	21	21
166	Ali-Sus	——	N	B	Endesa 132 kV AL-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1250 1100 1250 1100 1250 1100 1250 1100 1250/1250 1100/1100	725 460 —— —— 860 495 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1025 1400 1785 3210	4	21	19,46
167	Ali-Ama	——	N	B	Endesa 132 kV AM-1-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150 1050 1150/1150 1050/1050	1280 770 —— —— 1436 1110 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1830 1400 3583 3250	4	15	15
168	Ali-Sus	——	N	B	Endesa 132 kV AL-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1250 1100 1250 1100 1250 1100 1250 1100 1250/1250 1100/1100	725 460 —— —— 860 495 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1025 1400 1785 3210	4	18	16,46

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo						Separ. fases norma. m	Altura de refere. m	Altura libre real m
						Hipót.	Coe. seg. apo.	Condu.	Esfuerzo Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Esfuerzo Longi. daN			
169	Áng-Anc	180	R	B	Endesa 132 kV AM-4-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,875 1,875 1,875 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	880 800 880 800 880 800 1100 1000 1100/1100 1000/1000	1856 1360 2080 1440 2012 1432 1400 1200 1400/700 1200/600	—— —— —— —— —— —— 1805 1400 4165 4005	4	18	18
170	Ali-Sus	——	R	B	Endesa 132 kV AL-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,875 1,875 1,875 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1000 880 1000 880 1000 880 1250 1100 1250/1250 1100/1100	580 368 —— —— 688 396 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1025 1400 1785 3210	4	15	13,03
171	Ali-Sus	——	N	B	Endesa 132 kV AL-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1250 1100 1250 1100 1250 1100 1250 1100 1250/1250 1100/1100	725 460 —— —— 860 495 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1025 1400 1785 3210	4	18	16,46
172	Ali-Sus	——	N	B	Endesa 132 kV AL-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,5 1,5 1,5 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1250 1100 1250 1100 1250 1100 1250 1100 1250/1250 1100/1100	725 460 —— —— 860 495 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1025 1400 1785 3210	4	18	16,46
173	Áng-Anc	156	R	B	Endesa 132 kV AG-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,875 1,875 1,875 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1040 960 1040 960 1040 960 1300 1200 1300/1300 1200/1200	2372 2000 2452 2200 2424 2156 2100 2000 2100/1050 2000/1000	—— —— —— —— —— —— 1650 1450 4355 3625	4	18	18
174	Ali-Sus	——	R	B	Endesa 132 kV AL-2-4-132 kV	1ª Vien. 2ª Hielo 2ª Vien. 3ª Dese. 4ª Rotu.	1,875 1,875 1,875 1,2 1,2	Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1 Fase Tie.1	1000 880 1000 880 1000 880 1250 1100 1250/1250 1100/1100	580 368 —— —— 688 396 —— —— —— ——	—— —— —— —— —— —— 1025 1400 1785 3210	4	21	19,03

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo						Separ. fases norma. m	Altura de refere. m	Altura libre real m
						Hipót.	Coe. seg. apo.	Condu.	Esfuerzo					
									Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN			
175	F.Línea	——	N	B	Endesa 132 kV FL-2-4-132 kV	1ª Vien.	1,5	Fase Tie.1	1300 1200	850 550	4090 2450	4	21	21
						2ª Hielo	1,5	Fase Tie.1	1300 1200	—— ——	5230 2850			
						2ª Vien.	1,5	Fase Tie.1	1300 1200	360 211	4780 2800			
						3ª Dese.	1,2	Fase Tie.1	—— ——	—— ——	—— ——			
						4ª Rotu.	1,2	Fase Tie.1	1300/1300 ——	—— ——	7666 ——			

2.1.5.d. Cimentaciones de los apoyos

En nuestra línea tendremos dos tipos de cimentaciones, tipo monobloque y fraccionada, dependiendo de los esfuerzos que tenga que soportar el apoyo.

❖ Cimentación monobloque

La cimentación monobloque está compuesta por un solo macizo que contiene las 4 patas del apoyo.

El cálculo de este tipo de cimentación se realiará con el método Sulzberger, que se basa en el equilibrio entre dos momentos:

- El momento de vuelco debido a las acciones sobre el apoyo, que tendrá dos momentos que lo componen:
  - Momento de vuelco debido a la acción de los conductores, en el punto de la resultante de conductores.

$$M_{VC} = E_{cond} * \left(H_{RC} + \frac{2}{3}h\right) \ (\mathbf{39})$$

Donde:

M_{VC} es el momento de vuelco producido por la acción de los conductores (daN*m);

E_{cond} es el esfuerzo transversal más longitudinal producido por los conductores (daN);

H_{RC} es la altura de la resultante de conductores (m);

h es la altura del macizo de cimentación (m).

  - Momento de vuelco debido a la acción del viento sobre los apoyos.

$$M_{VV} = E_{VApoyo} * \left(\frac{H_T}{2} + \frac{2}{3}h\right) \ (\mathbf{40})$$

Donde:

M_{VV} es el momento de vuelco debido a la acción del viento sobre los apoyos (daN*m);

E_{VApoyo} es el esfuerzo del viento sobre la superficie del apoyo (daN);

$$E_{VApoyo} = E_{HCat} - E_{VCat} \ (\mathbf{41})$$

E_{HCat} es el esfuerzo en condiciones de hielo de catálogo (daN);

E_{VCat} es el esfuerzo del viento de catálogo (daN);

H_T es la altura total del apoyo desde el terreno al conductor más alto (m).

- El momento de vuelco estabilizador que crea el terreno sobre el macizo de hormigón.

$$M_{ABS} = 139 * C_2 * a * h^4 + a^3 * (h + S) * R_H * \left[0{,}5 - \frac{2}{3} * \sqrt{1{,}1 * \frac{h}{a} * \frac{1}{10 * C_2}}\right] \ (\mathbf{42})$$

Donde:

M_{ABS} es el momento de vuelco absorbido por la cimentación (daN*m);

C_2 es el coeficiente de compresibilidad del terreno (daN/cm^2);

a es la anchura del macizo de cimentación (m);

h es la altura del macizo de cimentación (m);

S es la solera de la cimentación, en nuestro caso 0,2 m;

R_H es la resistencia del hormigón, se ha tomado 2.200 daN/cm^2.

Una vez calculado los tres momentos, se deberá comprobar:

$$M_{VC} + M_{VV} \leq \frac{M_{ABS}}{1{,}5} \ (\mathbf{43})$$

A continuación, se muestra la tabla realizada para el cálculo de la cimentación monobloque.

Apoyo nº	Tipo	Características de los apoyos			Viento sobre apoyos		Momentos de vuelco				Coefic. de compr.	Cimentación				
		Esfuer. útil	Altura sobre terreno		Esfuer.	Altura	Conduct.	Viento sobre apoyos	Total	Total absorbido cimentación		Lado A	Lado B	Alto	Volúmenes	
			Cogolla	Resulta conduc.											Excavaci	Hormigón
		daN	m	m	daN	m	daNm	daNm	daNm	daNm	daN/m²	m	m	m	m³	m³
1	P.Línea	32640	20,00	16,00	1590	12,40	600576	19716	620292	921552	8	3,85	3,85	3,6	53,36	56,33
2	Áng-Anc	25950	23,00	19,00	850	13,72	550659	11662	562321	667920	8	3,68	3,68	3,33	45,10	47,80
4	Ali-Sus	7550	21,46	17,46	1050	12,72	146822	13353	160175	171832	8	1,78	1,78	2,98	9,44	10,08
7	Áng-Anc	42460	23,00	19,00	1470	13,90	908644	20433	929077	1084016	8	4,29	4,29	3,6	66,25	69,94
10	Ali-Sus	7550	24,28	20,28	1050	14,16	168365	14868	183233	196387	8	1,89	1,89	3,03	10,82	11,54
11	Áng-Anc	25950	23,00	19,00	850	13,72	550659	11662	562321	667920	8	3,68	3,68	3,33	45,10	47,80
12	Ali-Sus	7550	21,03	17,03	1050	12,50	143576	13127	156703	171832	8	1,78	1,78	2,98	9,44	10,08
13	Ali-Sus	7550	20,91	16,91	1050	12,44	142670	13064	155734	171832	8	1,78	1,78	2,98	9,44	10,08
14	Ali-Sus	7550	30,46	26,46	1050	17,33	215628	18197	233825	259013	8	2,11	2,11	3,15	14,02	14,91
16	Ali-Sus	7550	18,28	14,28	1050	11,07	122411	11627	134038	143955	8	1,67	1,67	2,9	8,09	8,65
22	Ali-Sus	7550	24,46	20,46	1050	14,25	169724	14963	184687	196387	8	1,89	1,89	3,03	10,82	11,54
27	Ali-Sus	7550	24,46	20,46	1050	14,25	169724	14963	184687	196387	8	1,89	1,89	3,03	10,82	11,54
28	Ali-Sus	7550	21,46	17,46	1050	12,72	146822	13353	160175	171832	8	1,78	1,78	2,98	9,44	10,08
30	Ali-Ama	7550	18,00	14,00	1050	10,90	120045	11445	131490	128257	8	1,6	1,6	2,85	7,30	7,81
31	Ali-Ama	7550	20,00	16,00	1050	11,93	135397	12530	147927	143955	8	1,67	1,67	2,9	8,09	8,65
41	Ali-Sus	7550	27,46	23,46	1050	15,80	192726	16587	209313	228778	8	2	2	3,1	12,40	13,20
43	Ali-Sus	7550	21,03	17,03	1050	12,50	143576	13127	156703	171832	8	1,78	1,78	2,98	9,44	10,08
46	Ali-Sus	7550	24,03	20,03	1050	14,04	166478	14737	181214	196387	8	1,89	1,89	3,03	10,82	11,54
53	Áng-Anc	25950	20,00	16,00	1590	12,21	472636	19419	492055	555838	8	3,27	3,27	3,32	35,50	37,64
54	Ali-Sus	7550	21,03	17,03	1050	12,50	143576	13127	156703	171832	8	1,78	1,78	2,98	9,44	10,08
62	Ali-Sus	7550	18,46	14,46	1050	11,16	123770	11722	135491	143955	8	1,67	1,67	2,9	8,09	8,65
63	Ali-Sus	7550	18,46	14,46	1050	11,16	123770	11722	135491	143955	8	1,67	1,67	2,9	8,09	8,65
64	Áng-Anc	33496	23,00	19,00	2410	13,90	716814	33499	750313	876882	8	3,72	3,72	3,6	49,82	52,59
69	Ali-Sus	7550	27,46	23,46	1050	15,80	192726	16587	209313	228778	8	2	2	3,1	12,40	13,20
77	Ali-Sus	7550	21,03	17,03	1050	12,50	143576	13127	156703	171832	8	1,78	1,78	2,98	9,44	10,08
79	Áng-Anc	42460	20,00	16,00	1470	12,40	781264	18228	799492	921552	8	3,85	3,85	3,6	53,36	56,33
81	Ali-Sus	7550	30,46	26,46	1050	17,33	215628	18197	233825	259013	8	2,11	2,11	3,15	14,02	14,91
83	Ali-Sus	7550	30,46	26,46	1050	17,33	215628	18197	233825	259013	8	2,11	2,11	3,15	14,02	14,91
86	Ali-Sus	7550	24,46	20,46	1050	14,25	169724	14963	184687	196387	8	1,89	1,89	3,03	10,82	11,54
87	Ali-Sus	7550	18,03	14,03	1050	10,95	120523	11496	132019	143955	8	1,67	1,67	2,9	8,09	8,65
88	Ali-Anc	22448	20,00	16,00	2070	12,20	408554	25254	433808	539933	8	3,25	3,25	3,3	34,86	36,97
89	Ali-Sus	7550	27,46	23,46	1050	15,80	192726	16587	209313	228778	8	2	2	3,1	12,40	13,20
91	Ali-Sus	7550	27,46	23,46	1050	15,80	192726	16587	209313	228778	8	2	2	3,1	12,40	13,20
92	Ali-Sus	7550	24,28	20,28	1050	14,16	168365	14868	183233	196387	8	1,89	1,89	3,03	10,82	11,54
98	Ali-Sus	7550	18,28	14,28	1050	11,07	122411	11627	134038	143955	8	1,67	1,67	2,9	8,09	8,65
101	Ali-Sus	7550	27,46	23,46	1050	15,80	192726	16587	209313	228778	8	2	2	3,1	12,40	13,20
102	Ali-Sus	7550	27,46	23,46	1050	15,80	192726	16587	209313	228778	8	2	2	3,1	12,40	13,20
105	Ali-Sus	7550	30,28	26,28	1050	17,24	214269	18102	232371	259013	8	2,11	2,11	3,15	14,02	14,91
110	Ali-Sus	7550	24,46	20,46	1050	14,25	169724	14963	184687	196387	8	1,89	1,89	3,03	10,82	11,54
111	Áng-Anc	42460	23,00	19,00	1590	13,90	908644	22101	930745	1084016	8	4,29	4,29	3,6	66,25	69,94
112	Ali-Sus	7550	24,46	20,46	1050	14,25	169724	14963	184687	196387	8	1,89	1,89	3,03	10,82	11,54
118	Ali-Sus	7550	24,28	20,28	1050	14,16	168365	14868	183233	196387	8	1,89	1,89	3,03	10,82	11,54
119	Áng-Anc	25950	20,00	16,00	850	12,21	472636	10381	483017	555838	8	3,27	3,27	3,32	35,50	37,64
121	Ali-Sus	21540	21,46	17,46	1245	12,92	423333	16090	439422	637154	8	3,66	3,66	3,29	44,07	46,75
122	Ali-Sus	7550	27,46	23,46	1050	15,80	192726	16587	209313	228778	8	2	2	3,1	12,40	13,20
124	Ali-Ama	17480	20,00	16,00	1510	11,95	313824	18050	331874	363461	8	3,23	3,23	2,93	30,57	32,65
125	Ali-Sus	7550	27,46	23,46	1050	15,80	192726	16587	209313	228778	8	2	2	3,1	12,40	13,20
128	Ali-Sus	7550	24,03	20,03	1050	14,04	166478	14737	181214	196387	8	1,89	1,89	3,03	10,82	11,54
137	Ali-Sus	7550	18,03	14,03	1050	10,95	120523	11496	132019	143955	8	1,67	1,67	2,9	8,09	8,65
138	Ali-Sus	7550	18,46	14,46	1050	11,16	123770	11722	135491	143955	8	1,67	1,67	2,9	8,09	8,65
140	Ali-Sus	7550	24,46	20,46	1050	14,25	169724	14963	184687	196387	8	1,89	1,89	3,03	10,82	11,54
144	Áng-Anc	25950	23,00	19,00	850	13,72	550659	11662	562321	667920	8	3,68	3,68	3,33	45,10	47,80
151	Ali-Ama	17480	20,00	16,00	1510	11,95	313824	18050	331874	363461	8	3,23	3,23	2,93	30,57	32,65
161	Ali-Sus	7550	27,46	23,46	1050	15,80	192726	16587	209313	228778	8	2	2	3,1	12,40	13,20
162	Ali-Sus	7550	30,46	26,46	1050	17,33	215628	18197	233825	259013	8	2,11	2,11	3,15	14,02	14,91
164	Ali-Sus	7550	24,46	20,46	1050	14,25	169724	14963	184687	196387	8	1,89	1,89	3,03	10,82	11,54
166	Ali-Sus	7550	27,46	23,46	1050	15,80	192726	16587	209313	228778	8	2	2	3,1	12,40	13,20
168	Ali-Sus	7550	24,46	20,46	1050	14,25	169724	14963	184687	196387	8	1,89	1,89	3,03	10,82	11,54
170	Ali-Sus	7550	21,03	17,03	1050	12,50	143576	13127	156703	171832	8	1,78	1,78	2,98	9,44	10,08
171	Ali-Sus	7550	24,46	20,46	1050	14,25	169724	14963	184687	196387	8	1,89	1,89	3,03	10,82	11,54
172	Ali-Sus	7550	24,46	20,46	1050	14,25	169724	14963	184687	196387	8	1,89	1,89	3,03	10,82	11,54
174	Ali-Sus	7550	27,03	23,03	1050	15,58	189480	16361	205841	228778	8	2	2	3,1	12,40	13,20

❖ Cimentación fraccionada

En nuestra línea, todos los apoyos que tengan cimentación fraccionada serán del tipo cuadrada sin cueva.

En este tipo de cimentación se realizará comprobación al arranque y comprobación a flexión.

- Comprobación al arranque. Calcularemos un coeficiente de seguridad y deberá tener un valor mayor o igual a 1,5. En caso de no ser así, se actuará sobre las dimensiones de la cimentación aumentando la altura o la base hasta superar el valor de 1,5.

$$C_{Seg.Flex} = \frac{P_M + V_T + R_T + \frac{P_A}{4}}{\frac{\frac{E_{Cond}}{2} * H_{RC}}{D_{Base}}} \geq 1{,}5 \quad (\mathbf{44})$$

Donde:

$C_{Seg.Flex.}$ es el coeficiente de seguridad a flexión;

P_A es el peso del apoyo (kg);

D_{Base} es la separación entre montantes en la base (m);

P_M es el peso del macizo de hormigón (kg),

$$P_M = a^2 * (h + S) * P_H \quad (\mathbf{45})$$

P_H es el peso del hormigón (kg/cm^3);

V_T es el volumen de arrastre de las tierras (kg),

$$V_T = \left[\frac{(C^2 + a^2 + C * a) * h}{3} - a^2 * h\right] * \frac{\delta_T}{3} \quad (\mathbf{46})$$

δ_T es la densidad de las tierras, será 1.600 kg/m^3;

C es la dimensión de la anchura de arrastre de las tierras,

$$C = a + 2 * h * \tan(\sigma) \quad (\mathbf{47})$$

σ es el ángulo de arrastre de las tierras, será 45º;

R_T es el rozamiento de las tierras,

$$R_T = \delta_T * a * h^2 * 4 * \tan\left(\frac{\gamma}{2}\right) \ (\mathbf{48})$$

γ es el ángulo de rozamiento de las tierras, 20º.

- Comprobación a compresión. Calcularemos el coeficiente de compresibilidad y veremos si es superior al coeficiente de compresión de la cimentación.

$$C_{Seg.Comp} = \frac{P_M + \frac{P_A}{4} + \frac{\frac{E_{Cond}}{2} * H_{RC}}{D_{Base}}}{S_{Base}} \leq C_2 \ (\mathbf{49})$$

Donde:

S_{Base} es la superficie de la base de la cimentación (cm^2)

$$S_{Base} = a^2 * 1000 \ (\mathbf{50})$$

A continuación se muestra la tabla utilizada para el cálculo de la cimentación fraccionada.

Apoyo nº	Tipo	Patas a flexión							Patas a compresión					Cuadrada sin cueva				Volúmenes	
		Peso macizo hormi. kg	C (m)	Volu. de las tierras kg	Rozam. de las tierras kg	Resulta conduc. m	Mome. de vuelco daNm	Coefi-ciente seguridad	Peso apoyo kg	Esfuer. kg	Superf. base m²	Coefic. comp. daN/cm²	Coefic. comp. terreno daN/cm²	Lado A m	Lado B m	Alto macizo m	Bases ejes mm	Excav. m³	Hormi. m³
3	Áng-Anc	86682,2	6,33	28070,07	53209,685	35,00	1158832	1,67	8607	30820	96100	1,99	2	3,1	3,1	3,9	5290	149,92	157,60
5	Áng-Anc	98227,8	6,53	29414,114	56642,568	25,00	1171896	1,59	7277	42460	108900	1,99	2	3,3	3,3	3,9	4540	169,88	178,60
6	Áng-Anc	98227,8	6,53	29414,114	56642,568	22,00	1044516	1,63	5554	42460	108900	1,96	2	3,3	3,3	3,9	4110	169,88	178,60
8	Ali-Ama	24235,2	4,45	12141,75	20800,427	19,00	261630,67	1,54	2858	12380	32400	1,93	2	1,8	1,8	3,2	3130	41,47	44,06
9	Áng-Anc	47773,44	5,36	19065,836	34518,146	19,00	466725,4	1,54	3072	21830	57600	1,99	2	2,4	2,4	3,57	3130	82,25	86,86
15	Áng-Anc	68992	5,95	24558,852	45627,325	28,00	792340	1,68	6441	25950	78400	1,97	2	2,8	2,8	3,8	4340	119,17	125,44
17	Áng-Anc	67267,2	5,87	23116,259	43257,485	31,00	868460	1,60	6751	25950	78400	1,96	2	2,8	2,8	3,7	4750	116,03	122,30
18	Ali-Ama	24235,2	4,45	12141,75	20800,427	22,00	298770,67	1,50	3211	12380	32400	1,96	2	1,8	1,8	3,2	3530	41,47	44,06
19	Ali-Ama	24235,2	4,45	12141,75	20800,427	19,00	261630,67	1,54	2858	12380	32400	1,93	2	1,8	1,8	3,2	3130	41,47	44,06
20	Áng-Anc	65542,4	5,78	21725,495	40950,84	35,00	970530	1,52	7815	25950	78400	1,96	2	2,8	2,8	3,6	5290	112,90	119,17
21	Ali-Ama	25600,3	4,50	12367,966	21378,216	25,00	335910,67	1,53	3732	12380	34225	1,92	2	1,85	1,85	3,2	3940	43,81	46,55
23	Áng-Anc	60944,4	5,68	21152,884	39488,31	22,00	633180	1,51	3444	25950	72900	1,96	2	2,7	2,7	3,6	3530	104,98	110,81
24	Ali-Sus	21617,2	4,35	11689,317	19644,847	17,46	242565,47	1,55	2858	12380	28900	1,97	2	1,7	1,7	3,2	3130	36,99	39,30
25	Ali-Ama	24235,2	4,45	12141,75	20800,427	19,00	261630,67	1,54	2858	12380	32400	1,93	2	1,8	1,8	3,2	3130	41,47	44,06
26	Ali-Ama	22503,25	4,35	11400,713	19471,398	14,00	199235,47	1,53	2348	12380	30625	1,91	2	1,75	1,75	3,14	2450	38,47	40,92
29	Ali-Ama	22503,25	4,35	11400,713	19471,398	14,00	199235,47	1,53	2348	12380	30625	1,91	2	1,75	1,75	3,14	2450	38,47	40,92
32	Áng-Anc	37294,488	4,99	15878,77	28308,532	25,00	461897,33	1,53	3732	16940	47089	1,95	2	2,17	2,17	3,4	3940	64,04	67,81
33	Ali-Ama	24776,752	4,47	12232,236	21031,543	22,00	298770,67	1,53	3211	12380	33124	1,94	2	1,82	1,82	3,2	3530	42,40	45,05
34	Ali-Ama	23170,048	4,41	11960,777	20338,195	16,00	224490,67	1,54	2505	12380	30976	1,94	2	1,76	1,76	3,2	2720	39,65	42,13
35	Ali-Sus	20005,656	4,23	10683,061	18002,435	14,03	199276,73	1,54	2505	12380	27556	1,91	2	1,66	1,66	3,1	2720	34,17	36,37
36	Ali-Ama	24235,2	4,45	12141,75	20800,427	19,00	261630,67	1,54	2858	12380	32400	1,93	2	1,8	1,8	3,2	3130	41,47	44,06
37	Áng-Anc	79200	6,15	25834,854	48886,419	25,00	848577,33	1,58	3984	30820	90000	1,98	2	3	3	3,8	3940	136,80	144,00
38	Ali-Ama	22233,75	4,32	11065,199	18978,471	25,00	292861,33	1,55	3947	10820	30625	1,88	2	1,75	1,75	3,1	3940	37,98	40,43
39	Ali-Sus	19053,144	4,19	10513,222	17568,642	20,46	243738,53	1,53	3426	10820	26244	1,95	2	1,62	1,62	3,1	3530	32,54	34,64
40	Áng-Anc	51273,13	5,39	18504,175	34242,012	25,00	596250,07	1,52	3984	21830	63504	1,91	2	2,52	2,52	3,47	3940	88,14	93,22
42	Ali-Ama	23170,048	4,41	11960,777	20338,195	16,00	224490,67	1,54	2505	12380	30976	1,94	2	1,76	1,76	3,2	2720	39,65	42,13
44	Áng-Anc	47773,44	5,36	19065,836	34518,146	19,00	466725,4	1,54	3072	21830	57600	1,99	2	2,4	2,4	3,57	3130	82,25	86,86
45	Ali-Ama	24776,752	4,47	12232,236	21031,543	22,00	298770,67	1,53	3211	12380	33124	1,94	2	1,82	1,82	3,2	3530	42,40	45,05
47	Ali-Ama	24776,752	4,47	12232,236	21031,543	22,00	298770,67	1,53	3211	12380	33124	1,94	2	1,82	1,82	3,2	3530	42,40	45,05
48	Ali-Anc	27002,8	4,55	12594,183	21956,006	43,00	558750,67	1,52	7618	12380	36100	1,96	2	1,9	1,9	3,2	6370	46,21	49,10
49	Áng-Anc	95832	6,45	27748,857	53775,061	22,00	1041685,3	1,57	3939	42460	108900	1,93	2	3,3	3,3	3,8	4110	165,53	174,24
50	Ali-Anc	24776,752	4,47	12232,236	21031,543	22,00	298770,67	1,53	3444	12380	33124	1,94	2	1,82	1,82	3,2	3530	42,40	45,05
51	Ali-Ama	26156,812	4,52	12458,453	21609,332	28,00	373050,67	1,53	4253	12380	34969	1,92	2	1,87	1,87	3,2	4340	44,76	47,56
52	Ali-Ama	26156,812	4,52	12458,453	21609,332	28,00	373050,67	1,53	4253	12380	34969	1,92	2	1,87	1,87	3,2	4340	44,76	47,56
55	Ali-Anc	59152,016	5,64	20923,84	38903,298	25,00	670752	1,54	3732	24480	70756	1,95	2	2,66	2,66	3,6	3940	101,89	107,55
56	Ali-Sus	50875	5,40	18762,105	34560,171	37,46	868688,47	1,52	8895	21830	62500	1,97	2	2,5	2,5	3,5	5830	87,50	92,50
57	Áng-Anc	67267,2	5,87	23116,259	43257,485	28,00	790610	1,62	6689	25950	78400	1,95	2	2,8	2,8	3,7	4340	116,03	122,30
58	Ali-Ama	23522,4	4,37	11277,498	19520,713	31,00	357781,33	1,57	5066	10820	32400	1,85	2	1,8	1,8	3,1	4750	40,18	42,77

Apoyo nº	Tipo	Patas a flexión							Patas a compresión					Cuadrada sin cueva				Volúmenes	
		Peso macizo hormi. kg	C (m)	Volu. de las tierras kg	Rozam. de las tierras kg	Resulta conduc. m	Mome. de vuelco daNm	Coefi-ciente seguridad	Peso apoyo kg	Esfuer. kg	Superf. base m²	Coefic. comp. daN/cm²	Coefic. comp. terreno daN/cm²	Lado A m	Lado B m	Alto macizo m	Bases ejes mm	Excav. m³	Hormi. m³
59	Ali-Ama	19405,98	4,17	10165,04	17208,02	14,00	173408,53	1,53	2563	10820	27225	1,87	2	1,65	1,65	3,04	2450	33,11	35,28
60	Áng-Anc	60944,4	5,68	21152,884	39488,31	22,00	633180	1,52	4789	25950	72900	1,96	2	2,7	2,7	3,6	3530	104,98	110,81
61	Ali-Ama	22503,25	4,35	11400,713	19471,398	14,00	199235,47	1,53	2348	12380	30625	1,91	2	1,75	1,75	3,14	2450	38,47	40,92
65	Ali-Sus	29948,49	4,75	14554,155	25140,146	17,03	319717,67	1,56	3072	16580	38025	1,99	2	1,95	1,95	3,38	3130	51,41	54,45
66	Ali-Anc	21617,2	4,35	11689,317	19644,847	17,54	243593,01	1,54	2505	12380	28900	1,97	2	1,7	1,7	3,2	3130	36,99	39,30
67	Ali-Ama	23170,048	4,41	11960,777	20338,195	16,00	224490,67	1,54	2505	12380	30976	1,94	2	1,76	1,76	3,2	2720	39,65	42,13
68	Ali-Anc	59152,016	5,64	20923,84	38903,298	25,00	670752	1,54	3732	24480	70756	1,95	2	2,66	2,66	3,6	3940	101,89	107,55
70	Áng-Anc	104271,2	6,63	30086,135	58359,01	28,00	1299276	1,62	4524	42460	115600	1,94	2	3,4	3,4	3,9	4980	180,34	189,58
71	Ali-Sus	22907,5	4,40	11915,533	20222,637	23,46	316845,47	1,52	3732	12380	30625	1,98	2	1,75	1,75	3,2	3940	39,20	41,65
72	Ali-Ama	38332,8	5,02	16031,997	28699,894	19,00	371741,33	1,58	3525	17480	48400	1,91	2	2,2	2,2	3,4	3130	65,82	69,70
73	Ali-Ama	25505,48	4,55	13141,563	22366,553	22,00	299596	1,60	3211	12380	33124	1,96	2	1,82	1,82	3,3	3530	43,72	46,37
74	Áng-Anc	95832	6,45	27748,857	53775,061	22,00	1041685,3	1,57	5162	42460	108900	1,94	2	3,3	3,3	3,8	4110	165,53	174,24
75	Ali-Ama	24235,2	4,45	12141,75	20800,427	19,00	261630,67	1,54	2858	12380	32400	1,93	2	1,8	1,8	3,2	3130	41,47	44,06
76	Ali-Ama	23170,048	4,41	11960,777	20338,195	16,00	224490,67	1,54	2505	12380	30976	1,94	2	1,76	1,76	3,2	2720	39,65	42,13
78	Ali-Ama	52930,35	5,45	19032,725	35251,374	31,00	727666,67	1,53	6751	21830	65025	1,94	2	2,55	2,55	3,5	4750	91,04	96,24
80	Ali-Ama	25600,3	4,50	12367,966	21378,216	25,00	335910,67	1,53	3732	12380	34225	1,92	2	1,85	1,85	3,2	3940	43,81	46,55
82	Ali-Ama	38332,8	5,02	16031,997	28699,894	19,00	371741,33	1,58	3525	17480	48400	1,91	2	2,2	2,2	3,4	3130	65,82	69,70
84	Ali-Ama	23170,048	4,41	11960,777	20338,195	16,00	224490,67	1,54	2505	12380	30976	1,94	2	1,76	1,76	3,2	2720	39,65	42,13
85	Ali-Ama	23170,048	4,41	11960,777	20338,195	16,00	224490,67	1,54	2505	12380	30976	1,94	2	1,76	1,76	3,2	2720	39,65	42,13
90	Áng-Anc	68797,575	5,87	22708,757	42847,982	22,00	676559	1,58	6489	27690	81225	1,93	2	2,85	2,85	3,65	3530	118,59	125,09
93	Ali-Ama	24235,2	4,45	12141,75	20800,427	19,00	261630,67	1,54	2858	12380	32400	1,93	2	1,8	1,8	3,2	3130	41,47	44,06
94	Ali-Ama	24776,752	4,47	12232,236	21031,543	22,00	298770,67	1,53	3211	12380	33124	1,94	2	1,82	1,82	3,2	3530	42,40	45,05
95	Ali-Ama	24776,752	4,47	12232,236	21031,543	22,00	298770,67	1,53	3211	12380	33124	1,94	2	1,82	1,82	3,2	3530	42,40	45,05
96	Ali-Sus	36572,686	4,98	16047,34	28411,999	26,46	502491,73	1,54	5103	17480	45796	1,99	2	2,14	2,14	3,43	4340	62,83	66,50
97	Ali-Ama	24776,752	4,47	12232,236	21031,543	22,00	298770,67	1,53	3211	12380	33124	1,94	2	1,82	1,82	3,2	3530	42,40	45,05
99	Áng-Anc	106814,4	6,71	31844,007	61390,148	22,00	1047346,7	1,77	3444	42460	115600	1,91	2	3,4	3,4	4	4110	184,96	194,21
100	Ali-Ama	22503,25	4,35	11400,713	19471,398	14,00	199235,47	1,53	2348	12380	30625	1,91	2	1,75	1,75	3,14	2450	38,47	40,92
103	Ali-Ama	24235,2	4,45	12141,75	20800,427	19,00	261630,67	1,54	2858	12380	32400	1,93	2	1,8	1,8	3,2	3130	41,47	44,06
104	Áng-Anc	50462,5	5,37	18397,775	33970,25	22,00	530760,07	1,52	3211	21830	62500	1,91	2	2,5	2,5	3,47	3530	86,75	91,75
106	Ali-Sus	22128,832	4,37	11779,803	19875,963	20,46	279705,47	1,52	3211	12380	29584	1,99	2	1,72	1,72	3,2	3530	37,87	40,23
107	Ali-Ama	24235,2	4,45	12141,75	20800,427	19,00	261630,67	1,54	2858	12380	32400	1,93	2	1,8	1,8	3,2	3130	41,47	44,06
108	Ali-Sus	20005,656	4,23	10683,061	18002,435	14,03	199276,73	1,54	2505	12380	27556	1,91	2	1,66	1,66	3,1	2720	34,17	36,37
109	Ali-Ama	22503,25	4,35	11400,713	19471,398	14,00	199235,47	1,53	2348	12380	30625	1,91	2	1,75	1,75	3,14	2450	38,47	40,92
113	Ali-Ama	23170,048	4,41	11960,777	20338,195	16,00	224490,67	1,54	2505	12380	30976	1,94	2	1,76	1,76	3,2	2720	39,65	42,13
114	Ali-Ama	22503,25	4,35	11400,713	19471,398	14,00	199235,47	1,53	2348	12380	30625	1,91	2	1,75	1,75	3,14	2450	38,47	40,92
115	Áng-Anc	67267,2	5,87	23116,259	43257,485	22,00	634910	1,67	4789	25950	78400	1,90	2	2,8	2,8	3,7	3530	116,03	122,30
116	Ali-Sus	98227,8	6,53	29414,114	56642,568	25,00	1174131,6	1,58	3211	42541	108900	1,98	2	3,3	3,3	3,9	4540	169,88	178,60

Apoyo nº	Tipo	Patas a flexión							Patas a compresión					Cuadrada sin cueva				Volúmenes	
		Peso macizo hormi. kg	C (m)	Volu. de las tierras kg	Rozam. de las tierras kg	Resulta conduc. m	Mome. de vuelco daNm	Coefi-ciente seguridad	Peso apoyo kg	Esfuer. kg	Superf. base m²	Coefic. comp. daN/cm²	Coefic. comp. terreno daN/cm²	Lado A m	Lado B m	Alto macizo m	Bases ejes mm	Excav. m³	Hormi. m³
117	Ali-Ama	24235,2	4,45	12141,75	20800,427	19,00	261630,67	1,54	2858	12380	32400	1,93	2	1,8	1,8	3,2	3130	41,47	44,06
120	Ali-Ama	24235,2	4,45	12141,75	20800,427	19,00	261630,67	1,54	2858	12380	32400	1,93	2	1,8	1,8	3,2	3130	41,47	44,06
123	Ali-Anc	22503,25	4,35	11400,713	19471,398	14,00	199235,47	1,53	2348	12380	30625	1,91	2	1,75	1,75	3,14	2450	38,47	40,92
126	Ali-Ama	24776,752	4,47	12232,236	21031,543	22,00	298770,67	1,53	3211	12380	33124	1,94	2	1,82	1,82	3,2	3530	42,40	45,05
127	Áng-Anc	75858,2	6,13	26726,026	49776,802	35,00	975720	1,80	7815	25950	84100	1,95	2	2,9	2,9	3,9	5290	131,20	137,92
129	Ali-Ama	24776,752	4,47	12232,236	21031,543	22,00	298770,67	1,53	3211	12380	33124	1,94	2	1,82	1,82	3,2	3530	42,40	45,05
130	Ali-Ama	24235,2	4,45	12141,75	20800,427	19,00	261630,67	1,54	2858	12380	32400	1,93	2	1,8	1,8	3,2	3130	41,47	44,06
131	Ali-Sus	23434,092	4,42	12006,02	20453,753	26,46	353985,47	1,51	4253	12380	31329	1,99	2	1,77	1,77	3,2	4340	40,10	42,61
132	Áng-Anc	41514,422	5,12	16775,071	30270,728	35,00	651770,93	1,56	5740	17480	51984	1,94	2	2,28	2,28	3,43	5290	71,32	75,48
133	Ali-Sus	20005,656	4,23	10683,061	18002,435	14,03	199276,73	1,54	2505	12380	27556	1,91	2	1,66	1,66	3,1	2720	34,17	36,37
134	Ali-Ama	24235,2	4,45	12141,75	20800,427	19,00	261630,67	1,54	2858	12380	32400	1,93	2	1,8	1,8	3,2	3130	41,47	44,06
135	Ali-Ama	23170,048	4,41	11960,777	20338,195	16,00	224490,67	1,54	2505	12380	30976	1,94	2	1,76	1,76	3,2	2720	39,65	42,13
136	Áng-Anc	68992	5,95	24558,852	45627,325	22,00	636640	1,73	3773	25950	78400	1,92	2	2,8	2,8	3,8	3530	119,17	125,44
139	Ali-Ama	24235,2	4,45	12141,75	20800,427	19,00	261630,67	1,54	2858	12380	32400	1,93	2	1,8	1,8	3,2	3130	41,47	44,06
141	Ali-Ama	23170,048	4,41	11960,777	20338,195	16,00	224490,67	1,54	2505	12380	30976	1,94	2	1,76	1,76	3,2	2720	39,65	42,13
142	Ali-Ama	24776,752	4,47	12232,236	21031,543	22,00	298770,67	1,53	3211	12380	33124	1,94	2	1,82	1,82	3,2	3530	42,40	45,05
143	Ali-Ama	25600,3	4,50	12367,966	21378,216	25,00	335910,67	1,53	3732	12380	34225	1,92	2	1,85	1,85	3,2	3940	43,81	46,55
145	Ali-Sus	25223,825	4,46	11923,955	20715,366	20,46	290121,6	1,58	3444	12860	34225	1,85	2	1,85	1,85	3,15	3530	43,12	45,86
146	Ali-Ama	24235,2	4,45	12141,75	20800,427	19,00	261630,67	1,54	2858	12380	32400	1,93	2	1,8	1,8	3,2	3130	41,47	44,06
147	Ali-Ama	23170,048	4,41	11960,777	20338,195	16,00	224490,67	1,54	2505	12380	30976	1,94	2	1,76	1,76	3,2	2720	39,65	42,13
148	Ali-Ama	22503,25	4,35	11400,713	19471,398	14,00	199235,47	1,53	2348	12380	30625	1,91	2	1,75	1,75	3,14	2450	38,47	40,92
149	Ali-Ama	23170,048	4,41	11960,777	20338,195	16,00	224490,67	1,54	2505	12380	30976	1,94	2	1,76	1,76	3,2	2720	39,65	42,13
150	Ali-Ama	26156,812	4,52	12458,453	21609,332	28,00	373050,67	1,53	4253	12380	34969	1,92	2	1,87	1,87	3,2	4340	44,76	47,56
152	Áng-Anc	65542,4	5,78	21725,495	40950,84	31,00	866730	1,53	6751	25950	78400	1,94	2	2,8	2,8	3,6	4750	112,90	119,17
153	Ali-Ama	27002,8	4,55	12594,183	21956,006	31,00	410190,67	1,55	4851	12380	36100	1,90	2	1,9	1,9	3,2	4750	46,21	49,10
154	Ali-Ama	23170,048	4,41	11960,777	20338,195	16,00	224490,67	1,54	2505	12380	30976	1,94	2	1,76	1,76	3,2	2720	39,65	42,13
155	Ali-Sus	36270,432	4,96	15725,544	27917,17	23,46	449702,13	1,56	4521	17480	45796	1,95	2	2,14	2,14	3,4	3940	62,28	65,95
156	Ali-Sus	36572,686	4,98	16047,34	28411,999	26,46	502491,73	1,54	5103	17480	45796	1,99	2	2,14	2,14	3,43	4340	62,83	66,50
157	Ali-Ama	24776,752	4,47	12232,236	21031,543	22,00	298770,67	1,53	3211	12380	33124	1,94	2	1,82	1,82	3,2	3530	42,40	45,05
158	Ali-Ama	25600,3	4,50	12367,966	21378,216	25,00	335910,67	1,53	3732	12380	34225	1,92	2	1,85	1,85	3,2	3940	43,81	46,55
159	Ali-Ama	26156,812	4,52	12458,453	21609,332	28,00	373050,67	1,53	4253	12380	34969	1,92	2	1,87	1,87	3,2	4340	44,76	47,56
160	Ali-Sus	21617,2	4,35	11689,317	19644,847	17,46	242565,47	1,55	2858	12380	28900	1,97	2	1,7	1,7	3,2	3130	36,99	39,30
163	Ali-Ama	23170,048	4,41	11960,777	20338,195	16,00	224490,67	1,54	2505	12380	30976	1,94	2	1,76	1,76	3,2	2720	39,65	42,13
165	Áng-Anc	106814,4	6,71	31844,007	61390,148	25,00	1174726,7	1,73	7277	42460	115600	1,95	2	3,4	3,4	4	4540	184,96	194,21
167	Ali-Ama	24235,2	4,45	12141,75	20800,427	19,00	261630,67	1,54	2858	12380	32400	1,93	2	1,8	1,8	3,2	3130	41,47	44,06
169	Áng-Anc	50462,5	5,37	18397,775	33970,25	22,00	530760,07	1,52	3211	21830	62500	1,91	2	2,5	2,5	3,47	3530	86,75	91,75
173	Áng-Anc	60944,4	5,68	21152,884	39488,31	22,00	633180	1,52	4789	25950	72900	1,96	2	2,7	2,7	3,6	3530	104,98	110,81
175	F.Línea	65459,548	5,80	22296,719	41795,575	25,00	864150	1,51	5739	31500	77284	1,99	2	2,78	2,78	3,65	4540	112,83	119,02

2.1.5.e. Tierras

❖ Intensidad de defecto

La intensidad de defecto se calculará con la siguiente expresión:

$$I_{Defecto} = \frac{\frac{U}{\sqrt{3}}}{\sqrt{X_n^2 + (R_T + R_n)^2}} \quad (\mathbf{51})$$

Donde:

U es la tensión nominal de la línea (V);

X_n es la reactancia del neutro, en nuestro caso será 25Ω;

R_n es la resistencia del neutro, en nuestro caso será 40Ω;

R_T es la resistencia del terreno (Ω),

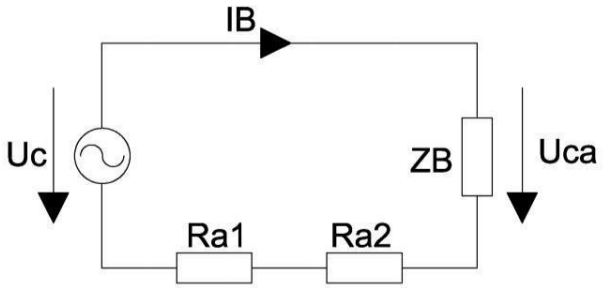
$$R_T = \rho_T * K_R \quad (\mathbf{52})$$

❖ Tension de contacto

Los valores admisibles de la tensión de contacto aplicada UCA, a la que puede someterse el cuerpo humano entre la mano y los pies, en función de la duración de la corriente de falta, se dan en la siguiente tabla:

Duración de la corriente de falta (s)	Tensión de contacto aplicada admisible (V)
0,05	735
0,10	633
0,20	528
0,30	420
0,40	310
0,50	204
1,00	107
2,00	90
5,00	81
10,00	80
>10,00	50

Partiendo de los valores admisibles de la tensión de contacto aplicada, es posible determinar las máximas tensiones de contacto admisibles en la instalación UC, considerando todas las resistencias adicionales que intervienen en el circuito tal como se muestra en la figura siguiente.



En esta figura U_{CA} es la tensión de contacto aplicado admisible, la tensión a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre una mano y los pies, I_B es la corriente que fluye a través del cuerpo, U_C es la tensión de contacto máxima admisible en la línea que garantiza la seguridad de las personas.

Por tanto, se determinarán las tensiones máximas de contacto admisibles, U_C, con la siguiente expresión:

$$U_C = U_{CA} * \left[1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{Z_B}\right] \quad (\mathbf{53})$$

Donde:

U_{CA} es la tensión máxima admisible de contacto para una duración de falta de 1s (V);

R_{a1} es la resistencia del calzado, se tomará un valor de 400 Ω;

R_{a2} es la resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno (Ω),

$$R_{2a} = 1{,}5 * \rho_s \quad (\mathbf{54})$$

ρ_s es la resistividad superficial del terreno, se tomará el valor de 200 Ωm;

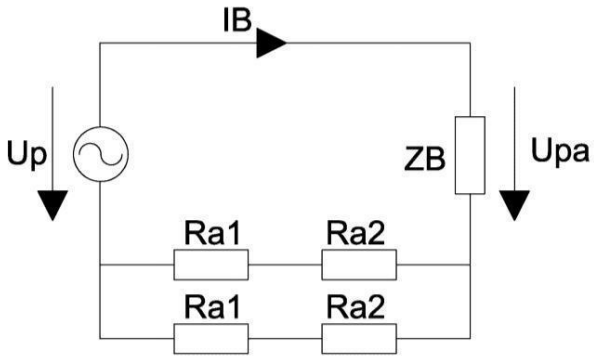
Z_B es la impedancia del cuerpo humano, se tomará el valor de 1000 Ω

La tensión de contacto en nuestro apoyo será:

$$U'_C = \rho_T * K_c * I_{Defecto} * r \quad (\mathbf{55})$$

❖ Tensión de paso

Para calcular la tensión máxima de paso utilizaremos el siguiente esquema:



Por tanto, se determinarán las tensiones máximas de paso admisibles, U_P, con la siguiente expresión:

$$U_P = U_{PA} * \left[1 + \frac{2 * R_{a1} + 2 * R_{a2}}{Z_B}\right] \quad (\mathbf{56})$$

Donde:

U_{PA} es la tensión máxima admisible de paso para una duración de falta de 1s (V), se puede tomar como 10 veces U_{CA};

R_{a1} es la resistencia del calzado, se tomará un valor de 400 Ω;

R_{a2} es la resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno (Ω), ecuación **(54)**;

ρ_s es la resistividad superficial del terreno, se tomará el valor de 200 Ωm;

Z_B es la impedancia del cuerpo humano, se tomará el valor de 1000 Ω

La tensión de paso en nuestro apoyo será:

$$U'_P = \rho_T * K_P * I_{Defecto} * r \quad (\mathbf{57})$$

❖ Tensión de paso en el acceso

La tensión de paso en el acceso admisible, U_{PA}, se calcula con la siguiente expresión:

$$U_{PAcceso} = U_{PA} * \left[1 + \frac{3 * R_{a1} + 3 * R_{a2}}{Z_B}\right] \quad (\mathbf{58})$$

Donde:

U_{PA} es la tensión máxima admisible de paso para una duración de falta de 1s (V), se puede tomar como 10 veces U_{CA};

R_{a1} es la resistencia del calzado, se tomará un valor de 400 Ω;

R_{a2} es la resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno (Ω), ecuación **(54)**;

ρ_s es la resistividad superficial del terreno, se tomará el valor de 200 Ωm;

Z_B es la impedancia del cuerpo humano, se tomará el valor de 1000 Ω

- Aumento de potencial absoluto de tierra

El aumento de potencial absoluto a tierra se calculará con la expresión:

$$U_0 = I_{Defecto} * r * K_R * \rho_s \quad (\mathbf{59})$$

Aquí r es un factor de reducción debido al efecto inductivo de los cables de tierra, que está dado por la relación que existe entre la corriente que contribuye a la elevación del potencial de la instalación de tierra y la suma de las corrientes de secuencia cero del sistema trifásico hacia la falta.

Este factor para la distribución de la corriente eléctrica equilibrada en una línea aérea que no tenga conductor de tierra, por tanto valdrá la unidad, por el contrario el factor de reducción de una línea aérea con cable de tierra, ya no será la unidad, puede ser calculado sobre la base de la impedancia propia del cable de tierra $Z_{EW\text{-}E}$ y la impedancia mutua entre los conductores de fase y el cable de tierra $Z_{ML\text{-}EW}$.

$$r = 1 - \frac{Z_{ML-EW}}{Z_{EW-E}} \quad (\mathbf{60})$$

Las impedancias se calcularán aplicando las ecuaciones de Carson, de esta forma tenemos:

$$Z_{ML-EW} = \frac{\omega * \mu_0}{8} + j * \frac{\omega * \mu_0}{2 * \pi} * \ln\left(\frac{\delta}{D_{mq}}\right) \quad (\mathbf{61})$$

Donde:

ω es la pulsación de la corriente;

μ_0 es la permeabilidad del vacío $4*\pi*10^{-7}$ H/m;

D_{mq} es la distancia media geométrica entre los conductores de fase;

δ es la profundidad media de las líneas de intensidad de corriente que retornan por el terreno,

$$\delta = \frac{1{,}85}{\sqrt{\frac{\omega * \mu_0}{\rho}}} \quad (\mathbf{62})$$

ρ es la resistividad del terreno.

$$Z_{EW-E} = R_q + \frac{\omega * \mu_0}{8} + j * \frac{\omega * \mu_0}{2 * \pi} * \left[\ln\left(\frac{\delta}{D_{mq}}\right) + \frac{\mu_r}{4}\right] \quad (\mathbf{63})$$

Donde:

R_q es el radio de cable de tierra;

ω es la pulsación de la corriente;

μ_0 es la permeabilidad del vacío $4*\pi*10^{-7}$ H/m;

μ_r es la permeabilidad relativa del conductor;

D_{mq} es la distancia media geométrica entre los conductores de fase;

δ es la profundidad media de las líneas de intensidad de corriente que retornan por el terreno,

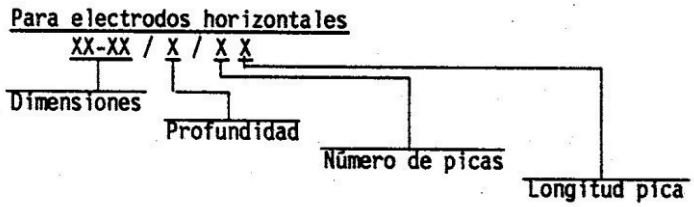
$$\delta = \frac{1{,}85}{\sqrt{\frac{\omega * \mu_0}{\rho}}} \quad (\mathbf{62})$$

ρ es la resistividad del terreno.

- Configuración de la puesta a tierra

Todas las estructuras metálicas de los apoyos, irán unidas directamente a tierra mediante conductores de 50 mm2 de acero y piquetas de acero galvanizadas.

La designación de los electrodos será:



Cuando se instalen varias picas en paralelo, se separarán como mínimo 1,5 veces la longitud de la pica.

Por tanto, en los apoyos emplazados en zonas de pública concurrencia, las tomas de tierra se dispondrán en anillo cerrado y enterrado alrededor del empotramiento del apoyo.

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

Como se observa en la tabla del cálculo de las condiciones de tierra, el aumento de potencial absoluto en tierra U_0 es mayor que 2 veces la tensión de contacto admisible U_{CA}, por tanto como medida correctora se dispondrá en los apoyos de mallazo electrosoldado a 0,5 metros más a cada lado de la superficie de la cimentación y será recubierto de hormigón.

A continuación se presenta la tabla del cálculo de tierras. En ella se ven qué apoyos se han determinado como frecuentados y cuáles no.

En todos los apoyos, tendremos las siguientes tensiones máximas admisibles.

Tensión contacto admisible Uca V	Tensión paso admisible Upa V	Tensión paso en el acceso Upacc V
246,1	4494	11342

Apoyo nº	Frecuen-tado	Anchura de cimentación m	Características de electrodos				Sección cable tierra mm2	Intensidad de Defecto (sin fact. r) A	Factor de reducción	Intensidad de Defecto A	Máximo potencial (sin fact. r) U0 V	Máximo potencial U0 V	Tensión de contacto (sin fact. r) Uc V	Tensión de contacto Uc V	Tensión de paso (sin fact. r) Up V	Tensión de paso Up V
			Designación	Kr	Kp	Kc										
1	Sí	3,85	40-40/5/42	0,092	0,021	0,0461	50	1199,67	0,183169/-0,4445	219,742/-0,4445	22073,91	4043,255/-0,4445	11060,95	2026,022/-0,4445	5038,61	922,917/-0,4445
2	Sí	3,68	40-40/5/42	0,092	0,021	0,0461	50	1199,67	0,183169/-0,4445	219,742/-0,4445	22073,91	4043,255/-0,4445	11060,95	2026,022/-0,4445	5038,61	922,917/-0,4445
3	Sí	3,1	40-40/5/42	0,092	0,021	0,0461	50	1199,67	0,183169/-0,4445	219,742/-0,4445	22073,91	4043,255/-0,4445	11060,95	2026,022/-0,4445	5038,61	922,917/-0,4445
4	Sí	1,78	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
5	Sí	3,3	40-40/5/42	0,092	0,021	0,0461	50	1199,67	0,190262/-0,4355	228,28/-0,4355	22073,91	4199,825/-0,4355	11060,95	2104,477/-0,4355	5038,61	958,655/-0,4355
6	Sí	3,3	40-40/5/42	0,092	0,021	0,0461	50	1199,67	0,183169/-0,4445	219,742/-0,4445	22073,91	4043,255/-0,4445	11060,95	2026,022/-0,4445	5038,61	922,917/-0,4445
7	Sí	4,29	50-50/5/42	0,08	0,0177	0,039	50	1242,69	0,183169/-0,4445	227,62/-0,445	19882,99	3641,946/-0,4445	9692,96	1775,448/-0,4445	4399,11	805,780/-0,4445
8	Sí	1,8	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
9	Sí	2,4	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
10	Sí	1,89	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
11	Sí	3,68	40-40/5/42	0,092	0,021	0,0461	50	1199,67	0,183169/-0,4445	219,742/-0,4445	22073,91	4043,255/-0,4445	11060,95	2026,022/-0,4445	5038,61	922,917/-0,4445
12	Sí	1,78	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
13	Sí	1,78	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
14	Sí	2,11	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
15	Sí	2,8	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
16	Sí	1,67	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
17	Sí	2,8	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
18	Sí	1,8	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
19	Sí	1,8	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
20	Sí	2,8	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
21	Sí	1,85	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
22	Sí	1,89	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
23	Sí	2,7	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
24	Sí	1,7	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
25	Sí	1,8	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
26	Sí	1,75	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
27	Sí	1,89	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
28	No	1,78	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	No	1,75	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	No	1,6	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	No	1,67	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	No	2,17	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33	No	1,82	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34	Sí	1,76	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
35	Sí	1,66	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
36	Sí	1,8	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
37	No	3	40-40/5/42	0,092	0,021	0,0461	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	No	1,75	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39	Sí	1,62	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,190262/-0,4355	216,90/-0,4355	25080,19	4771,806/-0,4355	12836,50	2442,297/-0,4355	5882,44	1119,205/-0,4355

Apoyo nº	Frecuen-tado	Anchura de cimentación m	Características de electrodos				Sección cable tierra mm2	Intensidad de Defecto (sin fact. r) A	Factor de reducción	Intensidad de Defecto A	Máximo potencial (sin fact. r) U0 V	Máximo potencial U0 V	Tensión de contacto (sin fact. r) Uc V	Tensión de contacto Uc V	Tensión de paso (sin fact. r) Up V	Tensión de paso Up V
			Designación	Kr	Kp	Kc										
40	No	2,52	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41	Sí	2	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
42	Sí	1,76	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
43	Sí	1,78	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
44	No	2,4	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45	No	1,82	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
46	No	1,89	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
47	Sí	1,82	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
48	Sí	1,9	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
49	No	3,3	40-40/5/42	0,092	0,021	0,0461	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	Sí	1,82	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
51	No	1,87	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
52	No	1,87	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
53	Sí	3,27	40-40/5/42	0,092	0,021	0,0461	50	1199,67	0,183169/-0,4445	219,742/-0,4445	22073,91	4043,255/-0,4445	11060,95	2026,022/-0,4445	5038,61	922,917/-0,4445
54	No	1,78	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55	No	2,66	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
56	No	2,5	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
57	Sí	2,8	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
58	Sí	1,8	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,190262/-0,4355	216,90/-0,4355	25080,19	4771,806/-0,4355	12836,50	2442,297/-0,4355	5882,44	1119,205/-0,4355
59	No	1,65	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60	No	2,7	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
61	Sí	1,75	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
62	Sí	1,67	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
63	No	1,67	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
64	No	3,72	40-40/5/42	0,092	0,021	0,0461	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
65	Sí	1,95	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
66	Sí	1,7	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
67	Sí	1,76	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
68	No	2,66	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
69	No	2	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
70	No	3,4	40-40/5/42	0,092	0,021	0,0461	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
71	No	1,75	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
72	Sí	2,2	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
73	No	1,82	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
74	No	3,3	40-40/5/42	0,092	0,021	0,0461	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
75	No	1,8	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
76	No	1,76	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
77	Sí	1,78	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
78	Sí	2,55	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
79	Sí	3,85	40-40/5/42	0,092	0,021	0,0461	50	1199,67	0,183169/-0,4445	219,742/-0,4445	22073,91	4043,255/-0,4445	11060,95	2026,022/-0,4445	5038,61	922,917/-0,4445
80	No	1,85	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Apoyo nº	Frecuen-tado	Anchura de cimentación m	Características de electrodos				Sección cable tierra mm2	Intensidad de Defecto (sin fact. r) A	Factor de reducción	Intensidad de Defecto A	Máximo potencial (sin fact. r) U0 V	Máximo potencial U0 V	Tensión de contacto (sin fact. r) Uc V	Tensión de contacto Uc V	Tensión de paso (sin fact. r) Up V	Tensión de paso Up V
			Designación	Kr	Kp	Kc										
81	No	2,11	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
82	No	2,2	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
83	No	2,11	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
84	No	1,76	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
85	Sí	1,76	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
86	No	1,89	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
87	No	1,67	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
88	Sí	3,25	40-40/5/42	0,092	0,021	0,0461	50	1199,67	0,183169/-0,4445	219,742/-0,4445	22073,91	4043,255/-0,4445	11060,95	2026,022/-0,4445	5038,61	922,917/-0,4445
89	Sí	2	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
90	Sí	2,85	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,190262/-0,4355	216,90/-0,4355	25080,19	4771,806/-0,4355	12836,50	2442,297/-0,4355	5882,44	1119,205/-0,4355
91	No	2	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
92	No	1,89	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
93	Sí	1,8	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
94	No	1,82	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
95	No	1,82	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
96	No	2,14	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
97	No	1,82	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
98	No	1,67	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
99	No	3,4	40-40/5/42	0,092	0,021	0,0461	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	Sí	1,75	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
101	Sí	2	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
102	No	2	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
103	No	1,8	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
104	No	2,5	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
105	No	2,11	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
106	No	1,72	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
107	Sí	1,8	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
108	Sí	1,66	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
109	No	1,75	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
110	No	1,89	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
111	No	4,29	50-50/5/42	0,08	0,0177	0,039	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
112	No	1,89	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
113	Sí	1,76	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
114	Sí	1,75	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
115	Sí	2,8	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
116	Sí	3,3	40-40/5/42	0,092	0,021	0,0461	50	1199,67	0,183169/-0,4445	219,742/-0,4445	22073,91	4043,255/-0,4445	11060,95	2026,022/-0,4445	5038,61	922,917/-0,4445
117	No	1,8	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
118	No	1,89	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
119	No	3,27	40-40/5/42	0,092	0,021	0,0461	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
120	No	1,8	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
121	No	3,66	40-40/5/42	0,092	0,021	0,0461	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
122	No	2	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Apoyo nº	Frecuen-tado	Anchura de cimentación m	Características de electrodos				Sección cable tierra mm2	Intensidad de Defecto (sin fact. r) A	Factor de reducción	Intensidad de Defecto A	Máximo potencial (sin fact. r) U0 V	Máximo potencial U0 V	Tensión de contacto (sin fact. r) Uc V	Tensión de contacto Uc V	Tensión de paso (sin fact. r) Up V	Tensión de paso Up V
			Designación	Kr	Kp	Kc										
123	No	1,75	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
124	No	3,23	40-40/5/42	0,092	0,021	0,0461	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
125	No	2	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
126	No	1,82	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
127	Sí	2,9	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
128	Sí	1,89	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
129	No	1,82	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
130	No	1,8	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
131	No	1,77	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
132	No	2,28	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
133	No	1,66	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
134	No	1,8	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
135	Sí	1,76	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
136	Sí	2,8	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
137	Sí	1,67	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
138	No	1,67	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
139	No	1,8	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
140	No	1,89	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
141	No	1,76	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
142	No	1,82	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
143	No	1,85	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
144	No	3,68	40-40/5/42	0,092	0,021	0,0461	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
145	No	1,85	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
146	No	1,8	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
147	No	1,76	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
148	No	1,75	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
149	No	1,76	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
150	No	1,87	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
151	No	3,23	40-40/5/42	0,092	0,021	0,0461	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Apoyo nº	Frecuen-tado	Anchura de cimentación m	Características de electrodos				Sección cable tierra mm2	Intensidad de Defecto (sin factor r) A	Factor de reducción	Intensidad de Defecto A	Máximo potencial (sin factor r) U0 V	Máximo potencial U0 V	Tensión de contacto (sin factor r) Uc V	Tensión de contacto Uc V	Tensión de paso (sin factor r) Up V	Tensión de paso Up V
			Designación	Kr	Kp	Kc										
152	No	2,8	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
153	No	1,9	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
154	No	1,76	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
155	No	2,14	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
156	No	2,14	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
157	No	1,82	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
158	No	1,85	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
159	No	1,87	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	No	1,7	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
161	No	2	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
162	No	2,11	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
163	No	1,76	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
164	No	1,89	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
165	No	3,4	40-40/5/42	0,092	0,021	0,0461	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
166	No	2	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
167	No	1,8	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
168	No	1,89	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
169	Sí	2,5	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
170	Sí	1,78	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
171	Sí	1,89	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
172	Sí	1,89	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
173	Sí	2,7	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
174	Sí	2	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445
175	Sí	2,78	30-30/5/42	0,11	0,0258	0,0563	50	1140,01	0,183169/-0,4445	208,81/-0,4445	25080,19	4593,913/-0,4445	12836,50	2351,248/-0,4445	5882,44	1077,481/-0,4445

2.2. Cálculos de la línea subterránea

2.2.1. Cálculos eléctricos justificativos del cable subterráneo

Para los datos y cálculos eléctricos que se presentan en los siguientes apartados se han establecido los siguientes parámetros:

- Tensión de servicio_____132 kV
- Frecuencia de la red_____50 HZ
- Resistividad del hormigón_____3000 Ωm
- Temperatura de servicio del conductor_____90 ºC
- Temperatura de servicio de la pantalla_____80 ºC
- Temperatura final del conductor en c.c._____250 ºC
- Temperatura final de la pantalla en c.c._____210 ºC
- Duración del cortocircuito_____0,5 s
- Temperatura del terreno_____25 ºC

2.2.1.a. Cálculo de la intensidad máxima en servicio

Para el cálculo de la intensidad máxima en servicio se ha tenido en cuenta la norma UNE 21144, "Cálculo de la intensidad admisible en los cables aislados en régimen permanente".

A continuación se detalla la formulación.

- ❖ Intensidad admisible

La intensidad admisible en un cable para c.a. puede deducirse de la expresión que da el calentamiento del conductor por encima de la temperatura ambiente. No hemos considerado la desecación del suelo, ya que se va a rellenar los cables con un relleno de resistividad térmica controlada.

$$\Delta\theta = (I^2R + \tfrac{1}{2} W_d)\, T_1 + [\, I^2R(1+\lambda_1)+W_d]\, nT_2 + [I^2R\,(1+\lambda_1+\lambda_2)+W_d]\, n(T_3+T_4) \quad \textbf{(1)}$$

Donde:

I es la intensidad de la corriente que circula en un conductor (A);

$\Delta\theta$ es el calentamiento del conductor respecto a la temperatura ambiente (K);

R es la resistencia del conductor bajo los efectos de la c.a., por unidad de longitud, a su temperatura máxima de servicio (Ω/m);

W_d son las pérdidas dieléctricas, por unidad de longitud, del aislamiento que rodea al conductor (W/m);

T_1 es la resistencia térmica, por unidad de longitud, entre el conductor y la envolvente (K·m/W);

T_2 es la resistencia térmica, por unidad de longitud, del relleno entre la envolvente y la armadura (K·m/W). En nuestro caso, al ser un cable no armado el valor es 0.

T_3 es la resistencia térmica, por unidad de longitud, del revestimiento exterior del cable (K·m/W);

T_4 es la resistencia térmica, por unidad de longitud, entre la superficie del cable y el medio circundante (K·m/W);

n es el número de conductores aislados en servicio en el cable;

λ_1 es la relación de pérdidas en la cubierta metálica o pantalla con respecto a las pérdidas totales en todos los conductores de ese cable;

λ_2 es la relación de pérdidas en la armadura respecto a las pérdidas totales en todos los conductores de ese cable;

La intensidad de corriente admisible se obtiene, despejándola de la fórmula anterior, con la siguiente ecuación:

$$I= [(\Delta\theta W_d [0,5 T_1 + n(T_2+T_3+T_4)]) / (RT_1 + nR(1+\lambda_1)T_2 + nR(1+ \lambda_1+ \lambda_2) (T_3+T_4))] ^{0,5} \quad \textbf{(2)}$$

- Resistencia del conductor en corriente alterna

La resistencia del conductor, por unidad de longitud, en corriente alterna y a la temperatura máxima de servicio, se obtiene con la fórmula siguiente:

$$R = R' * (1 +\gamma_s + \gamma_p) \quad \textbf{(3)}$$

Donde:

R es la resistencia del conductor con c.a. a la temperatura máxima de servicio (Ω/m);

R' es la resistencia del conductor con c.c. a la temperatura máxima de servicio (Ω/m);

γ_s es el factor pelicular;

γ_p es el factor de efecto proximidad;

La resistencia del conductor en c.c , por unidad de longitud, a su temperatura máxima de servicio, θ, se calcula mediante la fórmula:

$$R' = R_0 * [1+\alpha_{20}*(\theta-20)] \quad \textbf{(4)}$$

Donde:

R_0 es la resistencia del conductor con corriente continua a 20ºC;

α_{20} es el coeficiente de variación a 20ºC de la resistividad en función de la temperatura, para conductores de cobre tiene un valor de $3,93x10^{-3}$;

θ es la temperatura máxima de servicio en grados Celsius para el cable. Se tomarán 90 ºC para el conductor y 80 ºC para la pantalla.

El factor pelicular γ_s viene dado por:

$$\gamma_s = x_s^4 / (192 + 0,8\ x_s^4) \quad \textbf{(5)}$$

Donde:

$x_s = [\ (8\pi f) / R'\ ]\ 10^{-7}\ K_s$

f frecuencia de la corriente;

K_s es un factor. Se tomará el valor 1.

El factor de proximidad γ_p, viene dado por:

$$\gamma_p = [x_P^4 / (192+0,8\ x_s^4\ )]\ (d_C/s)^2\ \{0,312\ (d_C/s)^2+1,18 / ([x_P^4 / (192+0.8\ x_s^4\ )]+0,27)\} \quad \textbf{(6)}$$

Donde:

$X_p = [\ (8\pi f) / R'\ ]\ 10^{-7}\ K_p$

d_c es el diámetro del conductor;

s es la distancia entre eje conductores;

K_p es un factor. Se tomará el valor de 1.

Con las fórmulas anteriormente expuestas, obtendremos la resistencia del conductor en corriente alterna:

$$R = 0,06176\ \ \Omega/m$$

La resistencia de la pantalla en c.a. se calculará igual que para el conductor. El diámetro d_c será el diámetro medio de la pantalla. El valor de la resistencia en corriente alterna de la pantalla será:

$$R_p = 0{,}06176 \ \Omega/m$$

- Pérdidas dieléctricas

Al ser un cable de corriente alterna, es necesario calcular estas pérdidas. Por unidad de longitud y en cada fase, vienen dadas por:

$$W_d = \omega C U_0^2 tg\delta \quad \textbf{(7)}$$

Donde:

ω es 2πf;

C es la capacidad por unidad de longitud (F/m);

U_0 es la tensión respecto a tierra;

tgδ es el factor de pérdidas del aislamiento. Se tomará el valor de 0,001.

El valor de las pérdidas dieléctricas será:

$$W_d = 359{,}28 \ (W/m)$$

- Factor de pérdidas en la pantalla

El factor de pérdidas en las pantallas λ_1 consiste en la suma de las pérdidas causadas por corrientes que circulan en las pantallas λ'_1 y las corrientes de Foucault λ''_1.

$$\lambda_1 = \lambda'_1 + \lambda''_1 \quad \textbf{(8)}$$

En nuestra configuración, las pérdidas por corrientes de circulación en las pantallas es son nulas.

El factor de pérdidas está dado por:

$$\lambda_1 = \frac{R_p}{R} * \frac{1}{1 + \left(\frac{R_p}{X}\right)^2} \quad (\mathbf{9})$$

Donde:

R_p es la resistencia por unidad de longitud de la pantalla Ω/m;

X es la reactancia por unidad de longitud de la pantalla Ω/m;

s es la distancia entre el centro de los conductores;

d es el diámetro medio de la pantalla;

$\omega = 2\pi f$

$$X = 4{,}6\ \omega \ln(2*s/d)\ 10^{-7} \quad \textbf{(10)}$$

Siendo las pérdidas en la pantalla:

$$\lambda_1 = 0{,}48$$

- Resistencia térmica entre conductor y envolvente, T_1

La resistencia térmica entre el conductor y la envolvente se calcula con la siguiente expresión:

$$T_1 = (\rho_T /2\pi) \ln(1+(2t_1 /d_c)) \quad \textbf{(11)}$$

Donde:

ρ_T es la resistividad térmica del aislamiento. En nuestro caso vale 3,5 Km/W.

d_c es el diámetro del conductor;

t_1 es el espesor del aislamiento entre conductor y envolvente, incluyendo las pantallas semiconductoras (mm).

El valor de esta resistencia será:

$$T_1 = 0{,}6296 \text{ (Km/W)}$$

- Resistencia térmica entre la cubierta y la armadura, T_2

Al ser un cable no armado, el valor de esta resistencia será 0.

- Resistencia térmica de la cubierta exterior, T_3

La resistencia térmica de la cubierta exterior se calcula con la siguiente fórmula:

$$T_3 = (\rho_T/2\pi) \ln(1+(2t_3 / D'_a)) \quad \textbf{(12)}$$

Donde:

t_3 es el espesor de la cubierta (mm);

D'_a es el diámetro exterior de la pantalla (mm).

Por tanto, tendremos el valor de esta resistencia:

$$T_3 = 0,1164 \text{ (Km/W)}$$

- Resistencia térmica externa, T_4

Cuando los cables están instalados en una tubular de hormigón, la resistencia térmica externa del cable tiene tres partes:

1. La resistencia térmica del intervalo de aire entre la superficie del cable y la superficie interior del conducto T'_4.

$$T'_4 = U / [1+0,1 (V+Y \theta_m) D_e] \quad \textbf{(13)}$$

Donde:

U, V e Y son constantes que dependen de los tipos de instalación. En nuestro caso tomaremos los valores U = 5,2 ; V = 1,1 ; y Y = 0,011.

D_e es el diámetro exterior del cable (mm);

θ_m es la temperatura media del medio que hay entre el cable y el tubo. Tomaremos un valor de 65 ºC.

Tendremos un valor para esta resistencia de:

$$T'_4 = 0,3073 \text{ (Km/W)}$$

2. La resistencia térmica del material que constituye el tubo T''_4.

Para el cálculo de la resistencia térmica a través de la pared de un conducto se utilizará la fórmula:

$$T''_4 = (\rho_T/2\pi) \ln(1+(D_0 / D_d)) \quad \textbf{(14)}$$

Donde:

D_0 es el diámetro exterior del conducto (mm);

D_d es el diámetro interior del conducto (mm);

ρ_T es la resistividad térmica del material del conducto (Km/W). Se tomará el valor de 3,5.

El valor de esta resistencia es:

$$T''_4 = 0{,}4192 \text{ (Km/W)}$$

3. La resistencia térmica entre la superficie exterior del conducto y el medio ambiente T'''_4.

Se va a utilizar un valor corregido de T4 que tenga en cuenta el calentamiento mutuo del grupo de cables. El valor para el cable de la posición p, viene dado por:

$$T_4 = (1/2\ \pi)\ \rho_T \ln\left((u - \sqrt{u^2 - 1}) * \frac{d'_{p1}}{d_{p1}} * \frac{d'_{p2}}{d_{p2}} * \ldots * \frac{d'_{pq}}{d_{pq}}\right) \quad \textbf{(15)}$$

Donde:

ρ_T es la resistividad térmica del suelo. Se usará el valor de 1 Km/W;

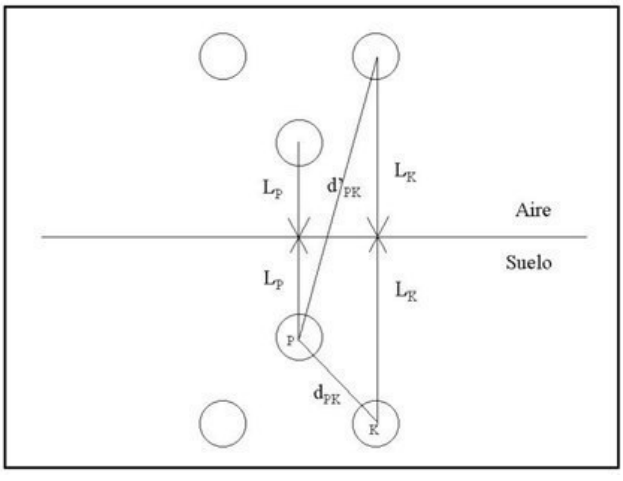
$u = 2L / D_e$;

L es la distancia de la superficie del suelo al eje del cable (mm);

D_e es el diámetro exterior tubular (mm).

q es el número total de cables. Por lo que habrá (q-1) términos.

Las distancias d_{pk} serán las indicadas en la figura.



El valor de la resistencia T'''_4 será:

$$T'''_4 = 2{,}7446 \text{ (Km/W)}$$

Por tanto, el valor de T_4 será la suma de las tres.

$$T_4 = T'_4 + T''_4 + T'''_4$$

$$T_4 = 2{,}2972 \text{ (Km/W)}$$

Con todos los valores calculados, sustituiremos estos en la fórmula **(2)**, obtenemos un valor de intensidad máxima admisible de:

$$I_{max} = 516{,}25 \text{ A}$$

Comprobamos que la intensidad real de la línea, de valor 267,29 A, es menor que la intensidad máxima que soporta el cable.

2.2.1.b. Cálculo de la caída de tensión

La caída de tensión se determinará con la siguiente expresión:

$$e = \sqrt{3}\, I_n\, L\, (R \cos\varphi + X \operatorname{sen}\varphi) \quad \textbf{(16)}$$

Donde:

I_n es la intensidad permanente (A). $I_n = P / (\sqrt{3}\, U \cos\varphi)$

L es la longitud de la línea (km);

R es la resistencia óhmica (Ω/km);

X es la reactancia inductiva (Ω/km). Factor de potencia 0,9.

Sustituyendo, obtenemos una caída de tensión:

$$e = 6{,}4 \text{ V}$$

2.3. Cálculos de la subestación

2.3.1. Parque de 132 kV

2.3.1.a. Tensiones nominales normalizadas

La instrucción técnica complementaria ITC-MIE-RAT-04, indica los valores normalizados de tensión nominal (U_n) y la correspondiente tensión más elevada del material (U_m).

Por tanto, para el parque de 132 kV, corresponde una tensión más elevada del material de 145 kV.

2.3.1.b. Niveles de aislamiento

La instrucción técnica complementaria ITC-MIE-RAT-12 define los valores normalizados de los niveles de aislamiento nominales de los aparatos, según las tensiones soportadas nominales para distintos tipos de solicitaciones dieléctricas. Se dividen en tres grupos según los valores de la tensión más elevada para el material:

- Grupo A: Tensión mayor de 1 kV y menor de 52 kV.
- Grupo B: Tensión igual o mayor de 52 kV y menor de 300 kV.
- Grupo C: Tensión igual o mayor de 300 kV.

Por tanto, para el parque de 132 kV, los niveles de aislamiento adoptados son los que corresponden a materiales del Grupo B.

Para este grupo B se deduce que, el sistema de 132 kV soporta como tensión más elevada 145 kV eficaces, a impulsos tipo rayo 650 kV cresta y a frecuencia industrial 275 kV eficaces.

Tensión nominal, U_n (kV)	Tensión más elevada para el material, U_m (kV)	Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo (kV)	Tensión soportada nominal de corta duración a frecuencia industrial (kV)
132	145	650	275

2.3.1.c. Distancias mínimas

❖ Distancias fase-tierra y fase-fase

La distancias mínimas que debe haber entre fase-tierra y entre fases lo define la instrucción técnica complementaria ITC-MIE-RAT-12 de acuerdo con el nivel de aislamiento adoptado, en este caso el Grupo B.

Según esta y teniendo en cuenta la tensión soportada nominal de los impulsos tipo rayo, se determinan las siguientes distancias:

- Distancia mínima entre fases 130 cm.
- Distancia mínima fase-tierra 130 cm.

❖ Distancias en pasillos de servicio y zonas de protección

La instrucción técnica complementaria ITC-MIE-RAT 15, establece para los pasillos de servicio las siguientes medidas:

- Pasillos de maniobra con elementos en tensión a un lado 1m.
- Pasillos de maniobra con elementos en tensión a ambos lados 1,2m.
- Pasillos de inspección con elementos en tensión a un lado 0,8m.
- Pasillos de inspección con elementos en tensión a ambos lados 1m.

Por otro lado, los elementos en tensión no protegidos que se encuentran sobre los pasillos, deberán estar a una altura mínima "H" sobre el suelo.

Según la instrucción técnica ITC-MIE-RAT-13, dicha altura será:

$$H = 250 + d \quad \textbf{(1)}$$

Donde:

d la distancia (mm) obtenida de ITC-MIE-RAT-12. En nuestro caso d = 130 cm.

Para el parque de 132 kV, la distancia sobre el suelo de los elementos en tensión no protegidos será:

$$H = 380 \text{ cm}$$

- ❖ Distancias en zonas de protección contra contactos accidentales en el interior del recinto de la instalación

En la instrucción técnica complementaria ITC-MIE-RAT-15 se establecen unas distancias que los sistemas de protección deben guardar a los elementos en tensión. Estas distancias son:

- De los elementos en tensión a paredes macizas de 180 cm de altura mínima:

$$B = d + 3 \quad \textbf{(2)}$$

- De los elementos en tensión a enrejados de 180 cm de altura mínima:

$$C = d + 10 \quad \textbf{(3)}$$

- De los elementos en tensión a cierres de cualquier tipo:

$$E = d + 30 \quad \textbf{(4)}$$

Donde:

d la distancia (mm) obtenida de ITC-MIE-RAT-12. En nuestro caso d = 130 cm.

Por tanto, estas distancias serán:

$$B = 133 \text{ cm}$$

$$C = 140 \text{ cm}$$

$$E = 160 \text{ cm}$$

- ❖ Distancias en zonas de protección contra contactos accidentales desde el exterior del recinto de la instalación

Para evitar los contactos accidentales desde el exterior del cierre del recinto de la instalación con los elementos en tensión, debe existir entre estos y el cierre unas distancias mínimas de seguridad, establecidas en la instrucción técnica complementaria ITC-MIE-RAT-15. Estas distancias son:

- De los elementos en tensión al cierre cuando este es una pared maciza:

$$F = d + 100 \quad \textbf{(5)}$$

- De los elementos en tensión al cierre cuando este es un enrejado:

$$G = d + 150 \quad \textbf{(6)}$$

Donde:

d la distancia (mm) obtenida de ITC-MIE-RAT-12. En nuestro caso d = 130 cm.

Por tanto, para el parque de 132 kV, y sabiendo que el cierre del recinto es todo enrejado, la distancia que habrá que guardar será:

$$G = 280 \text{ mm}$$

2.3.1.d. Cálculos eléctricos

❖ Corrientes nominales

El parque de 132 kV tendrá dos posiciones de línea y dos posiciones de transformación de 31 MVA cada una y con una relación de transformación de 132 / 66 kV.

La intensidad máxima que podrá circular por el parque de 132 kV viene impuesta por la intensidad nominal de la posición de transformación en las condiciones de funcionamiento más desfavorables. Esto sucede cuando una sola barra principal está operativa.

Por tanto, al ser la potencia de transformación 62 MVA, la corriente máxima que circulará por un circuito, estando el otro inoperativo será:

$$I_n = \frac{S}{\sqrt{3} * U} \quad (7)$$

$$I_n = 271{,}17 \text{ A}$$

Para los embarrados secundarios, la corriente máxima que circulará será solo la de una de las posiciones de transformación, por lo que será la debida a 31 MVA. Haciendo uso de la ecuación **(7)** de este apartado, será:

$$I_n = 135{,}58 \text{ A}$$

❖ Corrientes de cortocircuito

Para los cálculos de los elementos que constituyen el parque, se ha establecido como corriente de cortocircuito una bastante elevada para que el diseño sea seguro y fiable.

En este caso, para el parque de 132 kV, con un despeje de falta de 0,5 segundos, la corriente de cortocircuito de diseño será:

$$I_{cc} = 40 \text{ kA}$$

2.3.1.e. Embarrados

Una vez determinadas las corrientes nominales de la subestación, se procede a la elección de los embarrados que van a constituirla.

- ❖ Embarrados principales

Los embarrados principales para el parque de 132 kV serán tubos de aluminio con las siguientes características:

- Aleación_____AlMgSI 0,5
- Diámetro exterior_____150 mm
- Diámetro interior_____134 mm
- Sección del conductor_____3569 mm^2
- Peso propio_____9,63 kg/m
- Momento de inercia_____902 cm^4
- Momento resistente_____120 cm^3
- Módulo de Young_____70.000 N/mm^2
- Límite de fluencia_____160 N/mm^2
- Coeficiente de dilatación_____0,023 mm/mºC
- Carga de rotura_____215 N/mm^2
- Intensidad máxima admisible_____4408 A

Siendo la intensidad máxima admisible 4408 A, la potencia nominal en el embarrado será:

$$S_{max} = \sqrt{3} * U * I_{max} \textbf{ (8)}$$

$$S = 1007{,}8 \text{ MVA}$$

Se puede observar que este valor es muy superior a la carga máxima a transportar que es 62 MVA.

Por otro lado, los embarrados principales dispondrán de unos aisladores de soporte C6-650 que cuentan con las siguientes características:

- Carga de rotura a flexión_____6000 N
- Carga de rotura a torsión_____3000 Nm
- Altura del aislador_____1500 mm
- Diámetro del aislador_____172 mm
- Tensión nominal_____132 kV
- Tensión máxima del material_____145 kV
- Tensión soportada bajo lluvia_____275 kV
- Tensión soportada al choque_____650 kV

❖ Embarrados secundarios

Los embarrados secundarios para el parque de 132 kV serán tubos de aluminio con las siguientes características:

- Aleación_____AlMgSI 0,5
- Diámetro exterior_____100 mm
- Diámetro interior_____88 mm
- Sección del conductor_____1772 mm^2
- Peso propio_____4,78 kg/m
- Momento de inercia_____196 cm^4
- Momento resistente_____100 cm^3
- Módulo de Young_____70.000 N/mm^2
- Límite de fluencia_____160 N/mm^2
- Coeficiente de dilatación_____0,023 mm/mºC
- Carga de rotura_____215 N/mm^2
- Intensidad máxima admisible_____2320 A

Siendo la intensidad máxima admisible 2320 A, la potencia nominal en el embarrado será:

$$S_{max} = \sqrt{3} * U * I_{max} \textbf{ (8)}$$

$$S = 530{,}42 \text{ MVA}$$

Se puede observar que este valor es muy superior a la carga máxima a transportar que es 62 MVA.

Por otro lado, los embarrados secundarios dispondrán de unos aisladores de soporte C4-650 que cuentan con las siguientes características:

- Carga de rotura a flexión_____4000 N
- Carga de rotura a torsión_____3000 Nm
- Altura del aislador_____1500 mm
- Diámetro del aislador_____172 mm
- Tensión nominal_____132 kV
- Tensión máxima del material_____145 kV
- Tensión soportada bajo lluvia_____275 kV
- Tensión soportada al choque_____650 kV

❖ Embarrados flexibles

Los embarrados flexibles del parque de 132 kV estarán formados por cables de aluminio con alma de acero con las siguientes características:

- Formación_____Duplex
- Tipo_____Lapwing
- Sección total del conductor_____634,70 mm^2
- Diámetro exterior_____32,76 mm
- Intensidad máxima admisible_____1115 A

Los embarrados flexibles se unirán a los pórticos a través cadenas de aisladores. Estos aisladores serán U 40 BS en forma de disco y sus características son:

- Tipo_____Normal
- Diámetro_____175 mm
- Paso_____100 mm
- Línea de fuga_____185 mm

- Tensión soportada nominal_____132 kV

Para saber el número de aisladores que debemos colocar, utilizaremos la fórmula:

$$N_a = V_{ff} * \frac{G_a}{L_f} \quad (9)$$

Donde:

L_f es la distancia de fuga (mm);

V_{ff} es la tensión más elevada para el material (kV);

G_a es el grado de aislamiento del aislador, que en nuestro caso toma un valor de 12,75 mm/kV.

Sustituyendo los valores, obtenemos que el número de aisladores que debemos colocar es:

$$N_a = 10$$

La intensidad máxima admisible para estos tendidos es de 1115 A. Usando la formula **(8)** de este apartado, tendremos una potencia nominal en el embarrado de:

$$S = 254{,}92 \text{ MVA}$$

Se puede observar que este valor es muy superior a la carga máxima a transportar de 62 MVA.

2.3.1.f. Cálculos mecánicos

❖ Cálculo mecánico del embarrado principal

- Hipótesis de diseño

Para los cálculos mecánicos de los embarrados principales del parque de 132 kV, se han tenido unas consideraciones de diseño.

En primer lugar, se ha tenido en cuenta la situación de la subestación. Esta está en Zona B según RLAT. Por tanto, las condiciones climatológicas que afectan en los cálculos de la subestación son el hielo y el viento a velocidad 140 km/h.

En cuanto a los parámetros geométricos y de anclaje, se han tomado las siguientes determinaciones:

- Vano: las barras principales se encuentran entre aisladores de soporte.
- Longitud del vano: 14 metros.
- Distancia entre las fases: 3 metros.

Otros parámetros que afectan en el diseño son los tubos y aisladores que forman el embarrado principal. Sus características han sido descritas en el apartado 2.3.1.e. del Anexo.

Para los cálculos que vienen a continuación, se han tenido en cuenta las normas UNE 60865 y UNE 60909.

- Corriente de cresta

Como se ha dicho anteriormente, se ha considerado una intensidad de cortocircuito:

$$I_{cc} = 40 \text{ kA}$$

Para los cálculos de los embarrados, según la norma UNE 60909, se establecerá una intensidad de cresta I_p. Esta intensidad se calcula con la siguiente ecuación:

$$I_p = X * \sqrt{2} * I_{cc} \quad \textbf{(10)}$$

Donde:

$X = 1{,}02 + 0{,}98 * e^{-3k}$

k es la relación de impedancias equivalentes del sistema en el punto de cortocircuito. En nuestro caso vale 0,35.

Por tanto, tendremos que la intensidad de cresta valdrá:

$$I_p = 76{,}63 \text{ kA}$$

- Tensión en el tubo

La tensión total que soporta el tubo será la suma de los esfuerzos producidos por el hielo, por el viento, por el peso propio del tubo y por cortocircuitos.

- Esfuerzos por viento

Este esfuerzo dependerá de la presión que el viento ejerza sobre el tubo y de su diámetro. En nuestro caso, lo calcularemos para vientos de 140 km/h.

El esfuerzo del viento será:

$$F_v = p_v * D \quad \textbf{(11)}$$

Donde:

p_v es la presión del viento, con un valor de 680,55 N/m^2 (según ITC-LAT-07);

D es el diámetro exterior del tubo.

Sustituyendo en la ecuación **(11)**, se obtiene:

$$F_v = 102{,}08 \text{ N/m}$$

- Esfuerzos por hielo

Este esfuerzo considera a los conductores sometidos a la sobrecarga de un manguito de hielo de valor:

$$F_h = 0{,}18 * \sqrt{d} * 10 \quad \textbf{(12)}$$

Donde:

D es el diámetro exterior del tubo.

Sustituyendo en la ecuación **(12)**, se obtiene:

$$F_h = 22{,}04 \text{ N/m}$$

- Esfuerzos por el peso propio del tubo

El esfuerzo del peso sobre el tubo, será la suma del esfuerzo del peso del propio tubo F_{pp} y el esfuerzo del peso del cable de unión con la aparamenta F_{ca}:

$$F_p = F_{pp} + F_{ca} \quad \textbf{(13)}$$

Para el cálculo del esfuerzo relativo al peso propio del tubo, se utiliza la siguiente ecuación:

$$F_{pp} = P_{pt} * g \quad \textbf{(14)}$$

Donde:

P_{pt} es el peso propio del tubo;

g es la constante de gravedad, 9,81 m/s^2.

Sustituyendo en la ecuación **(14)**, obtenemos:

$$F_{pp} = 94{,}47 \text{ N/m}$$

En cuanto al esfuerzo debido al peso del cable de unión con la aparamenta, el cable tipo Lapwing, genera un esfuerzo de:

$$F_{ca} = 20{,}93 \text{ N/m}$$

Utilizando la fórmula **(13)**, obtenemos un esfuerzo total de:

$$F_p = 115{,}37 \text{ N/m}$$

- Esfuerzos por cortocircuito

La corriente de cortocircuito tendrá mayor efecto en la fase del medio. La fuerza estática F_c por unidad de longitud entre dos conductores paralelos recorridos por una corriente, se obtiene con la siguiente expresión:

$$F_c = 0{,}866 * \frac{\mu_0 * I_p^2}{2 * \pi * a} \quad (\mathbf{15})$$

Donde:

$\mu_0 = 4*\pi*10^{-7}$;

a es la distancia entre las fases. En nuestro caso 3 metros;

I_p es la intensidad de cresta anteriormente calculada.

Sustituyendo en la ecuación **(15)**, se obtiene:

$$F_c = 339{,}10 \text{ N/m}$$

Para tener en cuenta los efectos de la frecuencia de vibración del tubo, a la fuerza calculada, vamos a aplicarle dos coeficientes.

Previamente, calculamos la frecuencia de vibración del tubo con la siguiente ecuación:

$$f_c = \frac{\gamma}{l^2} * \sqrt{\frac{E * I}{m}} \quad (\mathbf{16})$$

Donde:

γ es el coeficiente del tubo y los apoyos, con valor de 1,57;

l es la longitud del vano (m);

E es el módulo de Young del material (N/mm^2);

I es el momento de inercia de la sección (cm^4);

m es la masa unitaria del tubo (kg/m).

Sustituyendo en la ecuación **(16)**, obtenemos una frecuencia de vibración:

$$f_c = 2{,}05 \text{ Hz}$$

Ahora calcularemos los dos coeficientes a aplicar. El primero tiene en cuenta el efecto dinámico y el segundo el reenganche de la línea:

$$V_\sigma = 0{,}756 + 4{,}49 * e^{-1{,}68k} + 0{,}54 * \ln (f_c/f) \quad \mathbf{(17)}$$

$$V_r = 1 - 0{,}615 * \ln (f_c/f) \quad \mathbf{(18)}$$

Donde:

k es un coeficiente, según UNE 60685 vale 1,6.

Obtendremos:

$$V_\sigma = 0{,}312$$

$$V_r = 1{,}852$$

Para obtener la fuerza de cortocircuito final, a la fuerza de cortocircuito previamente calculada, la multiplicamos por ambos coeficientes y por un coeficiente

relativo a la disposición de los apoyos, que según UNE 60685 vale 0,73. Por tanto, la fuerza de cortocircuito final será:

$$F_c = 339,10 * 0,312 * 1,852 * 0,73$$

$$F_c = 98,15 \text{ N/m}$$

- Tensión total en el tubo

Ahora calcularemos la tensión de trabajo del tubo que produce cada uno de los esfuerzos que hemos calculado. Dicha tensión de trabajo se calcula mediante:

$$\sigma = \sum_i \frac{1}{8} * \frac{P * l^2}{W} \quad (\mathbf{19})$$

Donde:

i es el número de vanos;

l es la longitud de los vanos;

P es la carga que produce el esfuerzo;

W es el momento resistente del material (m^3).

Utilizando la fórmula **(19)**, podemos calcular la tensión de trabajo producida por los distintos esfuerzos.

Tensión debida a los esfuerzos por viento:

$$\sigma_v = 41,68 \text{ N/mm}^2$$

Tensión debida a los esfuerzos por hielo:

$$\sigma_h = 9,0 \text{ N/mm}^2$$

Tensión debida a los esfuerzos por peso propio:

$$\sigma_{pp} = 47,10 \text{ N/mm}^2$$

Tensión debida a los esfuerzos por cortocircuito:

$$\sigma_c = 40,08 \text{ N/mm}^2$$

La tensión total en el tubo será la suma de todas las tensiones. Tenemos dos direcciones de aplicación de las fuerzas, una dirección para las tensiones de viento, hielo y de cortocircuito y otra dirección ortogonal a estas, la tensión del peso propio. De manera que la tensión total será:

$$\sigma_{total} = \sqrt{(\sigma_v + \sigma_h + \sigma_c)^2 + \ \sigma_{pp}{}^2} \quad (\mathbf{20})$$

$$\sigma_{total} = 94{,}36 \ \mathrm{N/mm^2}$$

Según la normativa, el tubo soportará los esfuerzos producidos sobre él, si se cumple:

$$\sigma_{total} \leq q * R_p \ \ (\mathbf{21})$$

Donde:

R_p es el límite de fluencia del material (N/mm^2);

q es un factor geométrico que muestra la resistencia del conductor y que depende de la sección del mismo. Según norma, para tubos cilíndricos es:

$$q = 1{,}7 * \frac{1 - \left(1 - 2 * \frac{s}{D}\right)^3}{1 - \left(1 - 2 * \frac{s}{D}\right)^4} \quad (\mathbf{22})$$

s es el espesor de la pared del tubo (mm);

D es el diámetro exterior (mm);

Sustituyendo, el valor del factor geométrico es:

q = 1,3439

El valor de los esfuerzos soportables es:

$$q * R_p = 215{,}03 \ N/\mathrm{mm^2}$$

Esta tensión es mucho menor que la máxima soportada por el tubo, por lo que se puede concluir que el embarrado principal de 132 kV está bien diseñado.

- <u>Reacciones sobre aisladores de soporte</u>

Según la norma UNE 60865, el máximo esfuerzo en el vano se da en los aisladores intermedios, por lo que se aplicará un factor de recargo en el soporte de 0,5. Los esfuerzos que soporta el aislador son de tipo horizontal y son:

- Viento sobre el tubo

El esfuerzo del viento se calculó con la fórmula **(11)** dando un valor de:

$$F_v = 102{,}08 \text{ N/m}$$

Multiplicando el esfuerzo por el coeficiente de reparto 0,5, por la longitud del vano y por el número de vanos se obtiene:

$$F_v = 714{,}58 \text{ N}$$

- Hielo sobre el tubo

El esfuerzo del hielo se calculó con la fórmula **(12)** dando un valor de:

$$F_h = 22{,}04 \text{ N/m}$$

Multiplicando el esfuerzo por el coeficiente de reparto 0,5, por la longitud del vano y por el número de vanos se obtiene:

$$F_h = 154{,}31 \text{ N}$$

- Esfuerzos por cortocircuito

El esfuerzo por cortocircuito es de valor:

$$F_c = 98{,}15 \text{ N/m}$$

Multiplicando el esfuerzo por el coeficiente de reparto 0,5, por la longitud del vano y por el número de vanos se obtiene:

$$F_c = 687{,}09 \text{ N}$$

- Viento sobre el aislador

El esfuerzo del viento ocasionado en el propio aislador, según UNE 60865, se calculará con la expresión:

$$F_{va} = L_a * D_a * P_v * a \quad (\mathbf{23})$$

Donde:

L_a es la longitud del aislador, en este caso es 1,5 m;

D_a es el diámetro del aislador, en este caso vale 0,172 m;

P_v es la presión del viento, descrita anteriormente;

α es el coeficiente de reparto, 0,5.

Sustituyendo en la ecuación **(23)**, se obtiene un valor de esfuerzo producido por el viento sobre el aislador de:

$$F_{va} = 87{,}79\ N$$

Sumando todos los esfuerzos que se producen sobre el aislador, sale un esfuerzo total de:

$$F_t = 1643{,}78\ N$$

Ahora comprobaremos si el aislador cumple con el coeficiente mínimo de seguridad que se exige para los apoyos metálicos siendo de valor 1,5. Calculamos el coeficiente de seguridad del aislador, que será el cociente entre la carga de rotura del aislador y la carga máxima total que soporta:

$$Coef.seguridad = \frac{6000}{1643{,}78} = 3{,}65$$

Como se observa, este coeficiente está muy por encima del coeficiente de seguridad mínimo. El aislador es válido.

- Flecha en el tubo

Se va a calcular la flecha máxima en el punto medio del tubo. Según la norma UNE 60865 se determina con la siguiente expresión:

$$f = \frac{1}{185} * \frac{P * l^4}{E * I} \quad (\mathbf{24})$$

Donde:

P es la carga vertical sobre el tubo (N/m) obtenida con la fórmula **(13)**;

l es la longitud del vano (m);

E es el módulo de Young (N/mm^2);

I es el momento de inercia (cm^4).

Sustituyendo en la ecuación **(24)**, se obtiene, en el punto medio, una flecha de valor:

f = 3,79 cm

Cumple con las expectativas de diseño del embarrado.

- Elongación del embarrado

Debido a efectos térmicos, el embarrado puede sufrir una elongación. Es necesaria determinarla para decidir si es necesaria la instalación de piezas elásticas que eliminen los efectos adversos de la dilatación.

Según la norma, la expresión para el cálculo de la elongación del tubo será:

$$\Delta l = l_0 * \alpha * \Delta\theta \quad (25)$$

Donde:

l_0 es la longitud inicial del tubo (m);

α es el coeficiente de dilatación lineal del tubo, de valor 0,023 mm/mºC;

∆θ es el incremento de temperatura entre la temperatura de montaje (35ºC) y la temperatura de servicio (80ºC).

Por tanto, obtenemos un valor para la elongación en el tubo de:

∆l = 14,49 mm

Será necesario la instalación de unas piezas que absorban la dilatación.

- Esfuerzo térmico en cortocircuito

Es importante conocer el esfuerzo térmico que sufrirá el tubo en caso de cortocircuito, ya que nos indicará si el tubo soportará o no esta situación.

Según la norma UNE 60685, se calcula la intensidad térmica de cortocircuito con la siguiente ecuación:

$$I_\theta = I_p\sqrt{(m+n)} \quad (\mathbf{26})$$

Los valores m y n, son coeficientes térmicos de disipación de calor obtenidos de la norma utilizada. El valor que obtenemos es:

$$I_\theta = I_p\sqrt{(0{,}097+0{,}758)} = 70{,}86\ kA$$

Este valor tiene que ser menor que la capacidad térmica del tubo. Con una densidad de 120 A/mm^2, se obtiene una capacidad térmica de:

$$C_t = 120\frac{A}{mm^2} * 3569\ mm^2 = 428{,}28\ kA$$

Por tanto, el tubo elegido aguanta los efectos térmicos de un posible cortocircuito.

- Cálculo del efecto corona

El efecto corona puede tener efectos perjudiciales sobre los embarrados.

Para comprobar si se va a producir este efecto, primero calcularemos la tensión crítica disruptiva, que para conductores cilíndricos se calcula con la fórmula de Peek:

$$U_c = m_c * m_t * \delta * E_{0f} * r_1 * \ln\frac{D}{r_1} \quad (\mathbf{27})$$

Donde:

m_c es el coeficiente de irregularidad del conductor, para un tubo cilíndrico y liso vale 1;

m_t es el coeficiente meteorológico referente a la humedad ambiental, en clima seca vale 1;

r_1 es el radio exterior del tubo (m);

D es la distancia entre conductores, en este caso 3 metros;

δ es el factor de correlación de densidad del aire, se calcula:

$$\delta = \frac{3{,}92 * H}{273 + \phi} \quad (\mathbf{28})$$

H es la presión atmosférica en cm de mercurio, se tomará el valor de 76;

ϕ es la temperatura del aire, será de 35 ºC;

E_{of} es el valor eficaz de campo eléctrico para la aparición del efecto corona. Para conductores paralelos será:

$$E_{of} = \frac{30 * m_c * \left(1 + \frac{0,3}{\sqrt{r_1}}\right)}{\sqrt{2}} \quad (\mathbf{29})$$

Por tanto, tendremos un valor para el factor de correlación de densidad del aire de:

$$\delta = 0,9672$$

El valor eficaz de campo eléctrico será:

$$E_{of} = 23,53\ kV/cm$$

Por tanto, sustituyendo valores en la ecuación **(27)**, tendremos que la tensión crítica disruptiva vale:

$$U_c = 629,87\ kV$$

El valor está muy alejado de la tensión nominal del parque de 132 kV, por lo que será normal que el efecto corono no se produzca.

❖ Cálculo mecánico del embarrado secundario

- <u>Hipótesis de diseño</u>

Para los cálculos mecánicos de los embarrados secundarios del parque de 132 kV, se han tenido unas consideraciones de diseño.

En primer lugar, se ha tenido en cuenta la situación de la subestación. Esta está en Zona B según RLAT. Por tanto, las condiciones climatológicas que afectan en los cálculos de la subestación son el hielo y el viento a velocidad 140 km/h.

En cuanto a los parámetros geométricos y de anclaje, se han tomado las siguientes determinaciones:

- Vano: las barras principales se encuentran entre aisladores de soporte.
- Longitud del vano: 12,5 metros.
- Distancia entre las fases: 3 metros.

Otros parámetros que afectan en el diseño son los tubos y aisladores que forman el embarrado secundario. Sus características han sido descritas en el apartado 2.3.1.e. del Anexo.

Para los cálculos que vienen a continuación, se han tenido en cuenta las normas UNE 60865 y UNE 60909.

- Corriente de cresta

Como se ha dicho anteriormente, se ha considerado una intensidad de cortocircuito:

$$I_{cc} = 40 \text{ kA}$$

Para los cálculos de los embarrados, según la norma UNE 60909, se establecerá una intensidad de cresta I_p. Esta intensidad se calcula con la siguiente ecuación:

$$I_p = X * \sqrt{2} * I_{cc} \quad \textbf{(28)}$$

Donde:

$X = 1,02 + 0,98 * e^{-3k}$

k es la relación de impedancias equivalentes del sistema en el punto de cortocircuito. En nuestro caso vale 0,35.

Por tanto, tendremos que la intensidad de cresta valdrá:

$$I_p = 76,63 \text{ kA}$$

- Tensión en el tubo

La tensión total que soporta el tubo será la suma de los esfuerzos producidos por el hielo, por el viento, por el peso propio del tubo y por cortocircuitos.

- Esfuerzos por viento

Este esfuerzo dependerá de la presión que el viento ejerza sobre el tubo y de su diámetro. En nuestro caso, lo calcularemos para vientos de 140 km/h.

El esfuerzo del viento será:

$$F_v = p_v * D \quad \textbf{(29)}$$

Donde:

p_v es la presión del viento, con un valor de 680,55 N/m^2 (según ITC-LAT-07);

D es el diámetro exterior del tubo.

Sustituyendo en la ecuación **(29)**, se obtiene:

$$F_v = 68{,}05 \text{ N/m}$$

- Esfuerzos por hielo

Este esfuerzo considera a los conductores sometidos a la sobrecarga de un manguito de hielo de valor:

$$F_h = 0{,}18 * \sqrt{d} * 10 \quad \textbf{(30)}$$

Donde:

D es el diámetro exterior del tubo.

Sustituyendo en la ecuación **(30)**, se obtiene:

$$F_h = 18 \text{ N/m}$$

- Esfuerzos por el peso propio del tubo

El esfuerzo del peso sobre el tubo, será la suma del esfuerzo del peso del propio tubo F_{pp} y el esfuerzo del peso del cable de unión con la aparamenta F_{ca}:

$$F_p = F_{pp} + F_{ca} \quad \textbf{(31)}$$

Para el cálculo del esfuerzo relativo al peso propio del tubo, se utiliza la siguiente ecuación:

$$F_{pp} = P_{pt} * g \quad \textbf{(32)}$$

Donde:

P_{pt} es el peso propio del tubo;

g es la constante de gravedad, 9,81 m/s^2.

Sustituyendo en la ecuación **(32)**, obtenemos:

$$F_{pp} = 46,89 \text{ N/m}$$

En cuanto al esfuerzo debido al peso del cable de unión con la aparamenta, el cable tipo Lapwing, genera un esfuerzo de:

$$F_{ca} = 20,93 \text{ N/m}$$

Utilizando la fórmula **(31)**, obtenemos un esfuerzo total de:

$$F_p = 67,79 \text{ N/m}$$

- Esfuerzos por cortocircuito

La corriente de cortocircuito tendrá mayor efecto en la fase del medio. La fuerza estática F_c por unidad de longitud entre dos conductores paralelos recorridos por una corriente, se obtiene con la siguiente expresión:

$$F_c = 0{,}866 * \frac{\mu_0 * I_p^2}{2 * \pi * a} \quad (\mathbf{33})$$

Donde:

$\mu_0 = 4*\pi*10^{-7}$;

a es la distancia entre las fases. En nuestro caso 3 metros;

I_p es la intensidad de cresta anteriormente calculada.

Sustituyendo en la ecuación **(33)**, se obtiene:

$$F_c = 339,10 \text{ N/m}$$

Para tener en cuenta los efectos de la frecuencia de vibración del tubo, a la fuerza calculada, vamos a aplicarle dos coeficientes.

Previamente, calculamos la frecuencia de vibración del tubo con la siguiente ecuación:

$$f_c = \frac{\gamma}{l^2} * \sqrt{\frac{E * I}{m}} \quad (34)$$

Donde:

γ es el coeficiente del tubo y los apoyos, con valor de 1,57;

l es la longitud del vano (m);

E es el módulo de Young del material (N/mm^2);

I es el momento de inercia de la sección (cm^4);

m es la masa unitaria del tubo (kg/m).

Sustituyendo en la ecuación **(34)**, obtenemos una frecuencia de vibración:

$$f_c = 1,70 \text{ Hz}$$

Ahora calcularemos los dos coeficientes a aplicar. El primero tiene en cuenta el efecto dinámico y el segundo el reenganche de la línea:

$$V_\sigma = 0,756 + 4,49 * e^{-1,68k} + 0,54 * \ln (f_c/f) \quad \textbf{(35)}$$

$$V_r = 1 - 0,615 * \ln (f_c/f) \quad \textbf{(36)}$$

Donde:

k es un coeficiente, según UNE 60685 vale 1,6.

Obtendremos:

$$V_\sigma = 0,268$$

$$V_r = 1,90$$

Para obtener la fuerza de cortocircuito final, a la fuerza de cortocircuito previamente calculada, la multiplicamos por ambos coeficientes y por un coeficiente relativo a la disposición de los apoyos, que según UNE 60685 vale 0,73. Por tanto, la fuerza de cortocircuito final será:

$$F_c = 339,10 * 0,268 * 1,90 * 0,73$$

$$F_c = 86,69 \text{ N/m}$$

- Tensión total en el tubo

Ahora calcularemos la tensión de trabajo del tubo que produce cada uno de los esfuerzos que hemos calculado. Dicha tensión de trabajo se calcula mediante:

$$\sigma = \sum_i \frac{1}{8} * \frac{P * l^2}{W} \quad (\mathbf{37})$$

Donde:

i es el número de vanos;

l es la longitud de los vanos;

P es la carga que produce el esfuerzo;

W es el momento resistente del material (m^3).

Utilizando la fórmula **(37)**, podemos calcular la tensión de trabajo producida por los distintos esfuerzos.

Tensión debida a los esfuerzos por viento:

$$\sigma_v = 26{,}58 \ \mathrm{N/mm^2}$$

Tensión debida a los esfuerzos por hielo:

$$\sigma_h = 7{,}03 \ \mathrm{N/mm^2}$$

Tensión debida a los esfuerzos por peso propio:

$$\sigma_{pp} = 26{,}48 \ \mathrm{N/mm^2}$$

Tensión debida a los esfuerzos por cortocircuito:

$$\sigma_c = 33{,}86 \ \mathrm{N/mm^2}$$

La tensión total en el tubo será la suma de todas las tensiones. Tenemos dos direcciones de aplicación de las fuerzas, una dirección para las tensiones de viento, hielo y de cortocircuito y otra dirección ortogonal a estas, la tensión del peso propio. De manera que la tensión total será:

$$\sigma_{total} = \sqrt{(\sigma_v + \sigma_h + \sigma_c)^2 + \ {\sigma_{pp}}^2} \quad (\mathbf{38})$$

$$\sigma_{total} = 65{,}99\ \mathrm{N/mm^2}$$

Según la normativa, el tubo soportará los esfuerzos producidos sobre él, si se cumple:

$$\sigma_{total} \leq q * R_p \quad (\mathbf{39})$$

Donde:

R_p es el límite de fluencia del material (N/mm^2);

q es un factor geométrico que muestra la resistencia del conductor y que depende de la sección del mismo. Según norma, para tubos cilíndricos es:

$$q = 1{,}7 * \frac{1 - \left(1 - 2 * \frac{s}{D}\right)^3}{1 - \left(1 - 2 * \frac{s}{D}\right)^4} \quad (\mathbf{40})$$

s es el espesor de la pared del tubo (mm);

D es el diámetro exterior (mm);

Sustituyendo, el valor del factor geométrico es:

q = 1,3789

El valor de los esfuerzos soportables es:

$$q * R_p = 220{,}62\ N/\mathrm{mm^2}$$

Esta tensión es mucho menor que la máxima soportada por el tubo, por lo que se puede concluir que el embarrado secundario de 132 kV está bien diseñado.

- Reacciones sobre aisladores de soporte

Según la norma UNE 60865, el máximo esfuerzo en el vano se da en los aisladores intermedios, por lo que se aplicará un factor de recargo en el soporte de 0,5. Los esfuerzos que soporta el aislador son de tipo horizontal y son:

- Viento sobre el tubo

El esfuerzo del viento se calculó con la fórmula **(29)** dando un valor de:

F_v = 68,05 N/m

Multiplicando el esfuerzo por el coeficiente de reparto 0,5, por la longitud del vano y por el número de vanos se obtiene:

F_v = 425,34 N

- Hielo sobre el tubo

El esfuerzo del hielo se calculó con la fórmula **(30)** dando un valor de:

F_h = 18 N/m

Multiplicando el esfuerzo por el coeficiente de reparto 0,5, por la longitud del vano y por el número de vanos se obtiene:

F_h = 112,5 N

- Esfuerzos por cortocircuito

El esfuerzo por cortocircuito es de valor:

F_c = 86,69 N/m

Multiplicando el esfuerzo por el coeficiente de reparto 0,5, por la longitud del vano y por el número de vanos se obtiene:

F_c = 541,82 N

- Viento sobre el aislador

El esfuerzo del viento ocasionado en el propio aislador, según UNE 60865, se calculará con la expresión:

$$F_{va} = L_a * D_a * P_v * a \quad (\mathbf{41})$$

Donde:

L_a es la longitud del aislador, en este caso es 1,5 m;

D_a es el diámetro del aislador, en este caso vale 0,172 m;

P_v es la presión del viento, descrita anteriormente;

α es el coeficiente de reparto, 0,5.

Sustituyendo en la ecuación **(41)**, se obtiene un valor de esfuerzo producido por el viento sobre el aislador de:

$$F_{va} = 87{,}79\ N$$

Sumando todos los esfuerzos que se producen sobre el aislador, sale un esfuerzo total de:

$$F_t = 1167{,}46\ N$$

Ahora comprobaremos si el aislador cumple con el coeficiente mínimo de seguridad que se exige para los apoyos metálicos siendo de valor 1,5. Calculamos el coeficiente de seguridad del aislador, que será el cociente entre la carga de rotura del aislador y la carga máxima total que soporta:

$$Coef.seguridad = \frac{4000}{1167{,}46} = 3{,}42$$

Como se observa, este coeficiente está muy por encima del coeficiente de seguridad mínimo. El aislador es válido.

- Flecha en el tubo

Se va a calcular la flecha máxima en el punto medio del tubo. Según la norma UNE 60865 se determina con la siguiente expresión:

$$f = \frac{1}{185} * \frac{P * l^4}{E * I} \quad (\mathbf{42})$$

Donde:

P es la carga vertical sobre el tubo (N/m) obtenida con la fórmula **(31)**;

l es la longitud del vano (m);

E es el módulo de Young (N/mm^2);

I es el momento de inercia (cm^4).

Sustituyendo en la ecuación **(42)**, se obtiene, en el punto medio, una flecha de valor:

f = 6,52 cm

Cumple con las expectativas de diseño del embarrado.

- Elongación del embarrado

Debido a efectos térmicos, el embarrado puede sufrir una elongación. Es necesaria determinarla para decidir si es necesaria la instalación de piezas elásticas que eliminen los efectos adversos de la dilatación.

Según la norma, la expresión para el cálculo de la elongación del tubo será:

$$\Delta l = l_0 * \alpha * \Delta\theta \quad (\mathbf{43})$$

Donde:

l_0 es la longitud inicial del tubo (m);

α es el coeficiente de dilatación lineal del tubo, de valor 0,023 mm/mºC;

∆θ es el incremento de temperatura entre la temperatura de montaje (35ºC) y la temperatura de servicio (80ºC).

Por tanto, obtenemos un valor para la elongación en el tubo de:

$$\Delta l = 12{,}93 \text{ mm}$$

Será necesario la instalación de unas piezas que absorban la dilatación.

- Esfuerzo térmico en cortocircuito

Es importante conocer el esfuerzo térmico que sufrirá el tubo en caso de cortocircuito, ya que nos indicará si el tubo soportará o no esta situación.

Según la norma UNE 60685, se calcula la intensidad térmica de cortocircuito con la siguiente ecuación:

$$I_\theta = I_p\sqrt{(m+n)} \quad (\mathbf{44})$$

Los valores m y n, son coeficientes térmicos de disipación de calor obtenidos de la norma utilizada. El valor que obtenemos es:

$$I_\theta = I_p\sqrt{(0{,}097 + 0{,}758)} = 70{,}86\ kA$$

Este valor tiene que ser menor que la capacidad térmica del tubo. Con una densidad de 120 A/mm^2, se obtiene una capacidad térmica de:

$$C_t = 120\frac{A}{mm^2} * 1771{,}85\ mm^2 = 212{,}64\ kA$$

Por tanto, el tubo elegido aguanta los efectos térmicos de un posible cortocircuito.

- Cálculo del efecto corona

El efecto corona puede tener efectos perjudiciales sobre los embarrados.

Para comprobar si se va a producir este efecto, primero calcularemos la tensión crítica disruptiva, que para conductores cilíndricos se calcula con la fórmula de Peek:

$$U_c = m_c * m_t * \delta * E_{0f} * r_1 * \ln\frac{D}{r_1} \quad (\mathbf{45})$$

Donde:

m_c es el coeficiente de irregularidad del conductor, para un tubo cilíndrico y liso vale 1;

m_t es el coeficiente meteorológico referente a la humedad ambiental, en clima seca vale 1;

r_1 es el radio exterior del tubo (m);

D es la distancia entre conductores, en este caso 3 metros;

δ es el factor de correlación de densidad del aire, se calcula:

$$\delta = \frac{3{,}92 * H}{273 + \phi} \quad (\mathbf{46})$$

H es la presión atmosférica en cm de mercurio, se tomará el valor de 76;

ϕ es la temperatura del aire, será de 35 ºC;

E_{of} es el valor eficaz de campo eléctrico para la aparición del efecto corona. Para conductores paralelos será:

$$E_{of} = \frac{30 * m_c * \left(1 + \frac{0{,}3}{\sqrt{r_1}}\right)}{\sqrt{2}} \quad (\mathbf{47})$$

Por tanto, tendremos un valor para el factor de correlación de densidad del aire de:

$$\delta = 0{,}9672$$

El valor eficaz de campo eléctrico será:

$$E_{of} = 24{,}05\ kV/cm$$

Por tanto, sustituyendo valores en la ecuación **(45)**, tendremos que la tensión crítica disruptiva vale:

$$U_c = 476{,}41\ kV$$

El valor está muy alejado de la tensión nominal del parque de 132 kV, por lo que será normal que el efecto corono no se produzca.

2.3.1.g. Selección de autoválvulas

La selección de autoválvulas se ha hecho según lo exigido por la R.E.E en el ET025.

Primeramente se debe determinar la tensión asignada de la autoválvula. Esta depende de la tensión más elevada para el material, que para el parque de 132 kV será 145 kV. El tiempo de despeje de la falta es 0,5 segundos. Según la norma utilizada, se determina la mínima tensión asignada a la autoválvula que debe ser:

$$U_r \geq 0{,}72 * U_m \quad (\mathbf{48})$$

Con esta ecuación se obtiene una tensión mínima asignada a la autoválvula:

$$U_r = 104{,}4\ kV$$

Ahora se determinará la línea de fuga mínima, que según la normativa, se calcula con la expresión:

$$L_{fuga} = L_{min} * U_m \quad (\mathbf{49})$$

Donde:

L_{min} es la longitud mínima específica, que consideraremos 25 mm/kV;

U_m es la tensión más elevada del material.

Se obtiene una línea de fuga:

$$L_{fuga} = 3625\ mm$$

La autoválvula que cumple con las especificaciones es una de clase 3 EXLIM Q108-EH145, cuya tensión residual es 254 kV y tiene una línea de fuga de 3685 mm.

Lo siguiente será determinar la energía que absorberá la autoválvula en caso de sobretensiones. Esta viene determinada por:

$$W = \frac{U_L - U_{res}}{z} * U_{res} * 2T * n \quad (\mathbf{50})$$

Donde:

W es la energía absorbida por la autoválvula;

U_L es la sobretensión eventual sin pararrayos (kV), que tendrá el valor de 3.

U_{RES} es la tensión residual de la autoválvula;

Z es la resistencia de la autoválvula, que tendrá un valor de 400 Ω;

N es el número de descargas consecutivas que pueden darse, según la norma UNE 60855, se toma como 2.

T es el tiempo de propagación de la onda, calculada con la fórmula:

$$T = \frac{l}{v} \quad (\mathbf{51})$$

l es la longitud de línea hasta el entronque;

v es la velocidad de propagación, de valor constante 0,3 km/μs.

La longitud de la línea subterránea es 0,25 km, por lo que obtenemos un tiempo de propagación de la onda:

$$T = 0{,}833\ \mu s$$

Conocidas todas las características de la autoválvula, sustituimos los valores en la fórmula **(50)** y obtenemos una energía absorbida de:

$$W = 300{,}56\ kJ$$

Calcularemos la capacidad de absorción de energía que viene determinada por:

$$C = \frac{W}{U_r} = 2{,}87\ kJ/kV\ (\mathbf{52})$$

La autoválvula seleccionada, EXLIM Q108-EH145, según especificaciones, es capaz de disipar hasta 7,8 kJ/kV, por tanto la elección es correcta para el parque de 132 kV.

2.3.2. Parque de 66 kV

2.3.2.a. Tensiones nominales normalizadas

La instrucción técnica complementaria ITC-MIE-RAT-04, indica los valores normalizados de tensión nominal (U_n) y la correspondiente tensión más elevada del material (U_m).

Por tanto, para el parque de 66 kV, corresponde una tensión más elevada del material de 72,5 kV.

2.3.2.b. Niveles de aislamiento

La instrucción técnica complementaria ITC-MIE-RAT-12 define los valores normalizados de los niveles de aislamiento nominales de los aparatos, según las tensiones soportadas nominales para distintos tipos de solicitaciones dieléctricas. Se dividen en tres grupos según los valores de la tensión más elevada para el material:

- Grupo A: Tensión mayor de 1 kV y menor de 52 kV.
- Grupo B: Tensión igual o mayor de 52 kV y menor de 300 kV.
- Grupo C: Tensión igual o mayor de 300 kV.

Por tanto, para el parque de 66 kV, los niveles de aislamiento adoptados son los que corresponden a materiales del Grupo B.

Para este grupo B se deduce que, el sistema de 66 kV soporta como tensión más elevada 72,5 kV eficaces, a impulsos tipo rayo 325 kV cresta y a frecuencia industrial 140 kV eficaces.

Tensión nominal, U_n (kV)	Tensión más elevada para el material, U_m (kV)	Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo (kV)	Tensión soportada nominal de corta duración a frecuencia industrial (kV)
66	72,5	325	140

2.3.2.c. Distancias mínimas

❖ Distancias fase-tierra y fase-fase

La distancias mínimas que debe haber entre fase-tierra y entre fases lo define la instrucción técnica complementaria ITC-MIE-RAT-12 de acuerdo con el nivel de aislamiento adoptado, en este caso el Grupo B.

Según esta y teniendo en cuenta la tensión soportada nominal de los impulsos tipo rayo, se determinan las siguientes distancias:

- Distancia mínima entre fases 63 cm.
- Distancia mínima fase-tierra 63 cm.

❖ Distancias en pasillos de servicio y zonas de protección

La instrucción técnica complementaria ITC-MIE-RAT 15, establece para los pasillos de servicio las siguientes medidas:

- Pasillos de maniobra con elementos en tensión a un lado 1m.
- Pasillos de maniobra con elementos en tensión a ambos lados 1,2m.
- Pasillos de inspección con elementos en tensión a un lado 0,8m.
- Pasillos de inspección con elementos en tensión a ambos lados 1m.

Por otro lado, los elementos en tensión no protegidos que se encuentran sobre los pasillos, deberán estar a una altura mínima "H" sobre el suelo.

Según la instrucción técnica ITC-MIE-RAT-13, dicha altura será:

$$H = 250 + d \quad \textbf{(53)}$$

Donde:

d la distancia (mm) obtenida de ITC-MIE-RAT-12. En nuestro caso d = 63 cm.

Para el parque de 66 kV, la distancia sobre el suelo de los elementos en tensión no protegidos será:

$$H = 313 \text{ cm}$$

- ❖ Distancias en zonas de protección contra contactos accidentales en el interior del recinto de la instalación

En la instrucción técnica complementaria ITC-MIE-RAT-15 se establecen unas distancias que los sistemas de protección deben guardar a los elementos en tensión. Estas distancias son:

- De los elementos en tensión a paredes macizas de 180 cm de altura mínima:

$$B = d + 3 \quad \textbf{(54)}$$

- De los elementos en tensión a enrejados de 180 cm de altura mínima:

$$C = d + 10 \quad \textbf{(55)}$$

- De los elementos en tensión a cierres de cualquier tipo:

$$E = d + 30 \quad \textbf{(56)}$$

Donde:

d la distancia (mm) obtenida de ITC-MIE-RAT-12. En nuestro caso d = 63 cm.

Por tanto, estas distancias serán:

$$B = 66 \text{ cm}$$

$$C = 73 \text{ cm}$$

$$E = 93 \text{ cm}$$

- ❖ Distancias en zonas de protección contra contactos accidentales desde el exterior del recinto de la instalación

Para evitar los contactos accidentales desde el exterior del cierre del recinto de la instalación con los elementos en tensión, debe existir entre estos y el cierre unas distancias mínimas de seguridad, establecidas en la instrucción técnica complementaria ITC-MIE-RAT-15. Estas distancias son:

- De los elementos en tensión al cierre cuando este es una pared maciza:

$$F = d + 100 \quad \textbf{(57)}$$

- De los elementos en tensión al cierre cuando este es un enrejado:

$$G = d + 150 \quad \textbf{(58)}$$

Donde:

d la distancia (mm) obtenida de ITC-MIE-RAT-12. En nuestro caso d = 63 cm.

Por tanto, para el parque de 66 kV, y sabiendo que el cierre del recinto es todo enrejado, la distancia que habrá que guardar será:

$$G = 213 \text{ mm}$$

2.3.2.d. Cálculos eléctricos

❖ Corrientes nominales

El parque de 66 kV tendrá cinco posiciones de línea, una posición de acoplamiento y dos posiciones de transformación de 31 MVA cada una y con una relación de transformación de 132 / 66 kV.

La intensidad máxima que podrá circular por el parque de 66 kV viene impuesta por la intensidad nominal de la posición de transformación en las condiciones de funcionamiento más desfavorables. Esto sucede cuando una sola barra principal está operativa.

Por tanto, al ser la potencia de transformación 62 MVA, la corriente máxima que circulará por un circuito, estando el otro inoperativo será:

$$I_n = \frac{S}{\sqrt{3} * U} \quad (\mathbf{59})$$

$$I_n = 542{,}35 \text{ A}$$

Para los embarrados secundarios, la corriente máxima que circulará será solo la de una de las posiciones de transformación, por lo que será la debida a 31 MVA. Haciendo uso de la ecuación **(59)** de este apartado, será:

$$I_n = 271{,}17 \text{ A}$$

- Corrientes de cortocircuito

Para los cálculos de los elementos que constituyen el parque, se ha establecido como corriente de cortocircuito una bastante elevada para que el diseño sea seguro y fiable.

En este caso, para el parque de 66 kV, con un despeje de falta de 0,5 segundos, la corriente de cortocircuito de diseño será:

$$I_{cc} = 31{,}5 \text{ kA}$$

2.3.2.e. Embarrados

Una vez determinadas las corrientes nominales de la subestación, se procede a la elección de los embarrados que van a constituirla.

- Embarrados principales

Los embarrados principales para el parque de 66 kV serán tubos de aluminio con las siguientes características:

- Aleación_____AlMgSI 0,5
- Diámetro exterior_____120 mm
- Diámetro interior_____100 mm
- Sección del conductor_____3456 mm^2
- Peso propio_____9,33 kg/m
- Momento de inercia_____812 cm^4
- Momento resistente_____110 cm^3
- Módulo de Young_____69.200 N/mm^2
- Límite de fluencia_____160 N/mm^2
- Coeficiente de dilatación_____0,023 mm/mºC

- Carga de rotura_____205 N/mm^2
- Intensidad máxima admisible_____3795 A

Siendo la intensidad máxima admisible 3795 A, la potencia nominal en el embarrado será:

$$S_{max} = \sqrt{3} * U * I_{max} \textbf{ (60)}$$

$$S = 433{,}82 \text{ MVA}$$

Se puede observar que este valor es muy superior a la carga máxima a transportar que es 62 MVA.

Por otro lado, los embarrados principales dispondrán de unos aisladores de soporte C6-325 que cuentan con las siguientes características:

- Carga de rotura a flexión_____6000 N
- Carga de rotura a torsión_____2500 Nm
- Altura del aislador_____770 mm
- Diámetro del aislador_____158 mm
- Tensión nominal_____66 kV
- Tensión máxima del material_____72,5 kV
- Tensión soportada bajo lluvia_____140 kV
- Tensión soportada al choque_____325 kV

❖ Embarrados secundarios

Los embarrados secundarios para el parque de 66 kV serán tubos de aluminio con las siguientes características:

- Aleación_____AlMgSI 0,5
- Diámetro exterior_____80 mm
- Diámetro interior_____68 mm
- Sección del conductor_____1394 mm^2
- Peso propio_____3,76 kg/m
- Momento de inercia_____96,1 cm^4
- Momento resistente_____90 cm^3

- Módulo de Young_____68.600 N/mm^2
- Límite de fluencia_____160 N/mm^2
- Coeficiente de dilatación_____0,023 mm/mºC
- Carga de rotura_____225 N/mm^2
- Intensidad máxima admisible_____2020 A

Siendo la intensidad máxima admisible 2020 A, la potencia nominal en el embarrado será:

$$S_{max} = \sqrt{3} * U * I_{max} \textbf{ (61)}$$

$$S = 230,91 \text{ MVA}$$

Se puede observar que este valor es muy superior a la carga máxima a transportar que es 62 MVA.

Por otro lado, los embarrados secundarios dispondrán de unos aisladores de soporte C4-325 que cuentan con las siguientes características:

- Carga de rotura a flexión_____4000 N
- Carga de rotura a torsión_____2000 Nm
- Altura del aislador_____770 mm
- Diámetro del aislador_____158 mm
- Tensión nominal_____66 kV
- Tensión máxima del material_____72,5 kV
- Tensión soportada bajo lluvia_____140 kV
- Tensión soportada al choque_____325 kV

❖ Embarrados flexibles

Los embarrados flexibles del parque de 66 kV estarán formados por cables de aluminio L-60 con las siguientes características:

- Formación_____Duplex
- Tipo_____Lapwing
- Sección total del conductor_____634,70 mm^2
- Diámetro exterior_____32,76 mm

- Intensidad máxima admisible_____2015 A

Los embarrados flexibles se unirán a los pórticos a través cadenas de aisladores. Estos aisladores serán U 40 BS en forma de disco y sus características son:

- Tipo_____Normal
- Diámetro_____175 mm
- Paso_____100 mm
- Línea de fuga_____185 mm
- Tensión soportada nominal_____66 kV

Para saber el número de aisladores que debemos colocar, utilizaremos la fórmula:

$$N_a = V_{ff} * \frac{G_a}{L_f} \quad (\mathbf{62})$$

Donde:

L_f es la distancia de fuga (mm);

V_{ff} es la tensión más elevada para el material (kV);

G_a es el grado de aislamiento del aislador, que en nuestro caso toma un valor de 12,75 mm/kV.

Sustituyendo los valores, obtenemos que el número de aisladores que debemos colocar es:

$$N_a = 5$$

La intensidad máxima admisible para estos tendidos es de 2015 A. Usando la formula **(61)** de este apartado, tendremos una potencia nominal en el embarrado de:

$$S = 230{,}34 \text{ MVA}$$

Se puede observar que este valor es muy superior a la carga máxima a transportar de 62 MVA.

2.3.2.f. Cálculos mecánicos

- ❖ Cálculo mecánico del embarrado principal

- Hipótesis de diseño

Para los cálculos mecánicos de los embarrados principales del parque de 66 kV, se han tenido unas consideraciones de diseño.

En primer lugar, se ha tenido en cuenta la situación de la subestación. Esta está en Zona B según RLAT. Por tanto, las condiciones climatológicas que afectan en los cálculos de la subestación son el hielo y el viento a velocidad 140 km/h.

En cuanto a los parámetros geométricos y de anclaje, se han tomado las siguientes determinaciones:

- Vano: las barras principales se encuentran entre aisladores de soporte.
- Longitud del vano: 8 metros.
- Distancia entre las fases: 2 metros.

Otros parámetros que afectan en el diseño son los tubos y aisladores que forman el embarrado principal. Sus características han sido descritas en el apartado 2.3.2.e. del Anexo.

Para los cálculos que vienen a continuación, se han tenido en cuenta las normas UNE 60865 y UNE 60909.

- Corriente de cresta

Como se ha dicho anteriormente, se ha considerado una intensidad de cortocircuito:

$$I_{cc} = 31{,}5 \text{ kA}$$

Para los cálculos de los embarrados, según la norma UNE 60909, se establecerá una intensidad de cresta I_p. Esta intensidad se calcula con la siguiente ecuación:

$$I_p = X * \sqrt{2} * I_{cc} \quad \textbf{(63)}$$

Donde:

$X = 1{,}02 + 0{,}98 * e^{-3k}$

k es la relación de impedancias equivalentes del sistema en el punto de cortocircuito. En nuestro caso vale 0,35.

Por tanto, tendremos que la intensidad de cresta valdrá:

$$I_p = 60{,}35 \text{ kA}$$

- Tensión en el tubo

La tensión total que soporta el tubo será la suma de los esfuerzos producidos por el hielo, por el viento, por el peso propio del tubo y por cortocircuitos.

- Esfuerzos por viento

Este esfuerzo dependerá de la presión que el viento ejerza sobre el tubo y de su diámetro. En nuestro caso, lo calcularemos para vientos de 140 km/h.

El esfuerzo del viento será:

$$F_v = p_v * D \quad \textbf{(64)}$$

Donde:

p_v es la presión del viento, con un valor de 680,55 N/m^2 (según ITC-LAT-07);

D es el diámetro exterior del tubo.

Sustituyendo en la ecuación **(64)**, se obtiene:

$$F_v = 81{,}66 \text{ N/m}$$

- Esfuerzos por hielo

Este esfuerzo considera a los conductores sometidos a la sobrecarga de un manguito de hielo de valor:

$$F_h = 0{,}18 * \sqrt{d} * 10 \quad \textbf{(65)}$$

Donde:

D es el diámetro exterior del tubo.

Sustituyendo en la ecuación **(65)**, se obtiene:

$$F_h = 19{,}71 \text{ N/m}$$

- Esfuerzos por el peso propio del tubo

El esfuerzo del peso sobre el tubo, será la suma del esfuerzo del peso del propio tubo F_{pp} y el esfuerzo del peso del cable de unión con la aparamenta F_{ca}:

$$F_p = F_{pp} + F_{ca} \quad \textbf{(66)}$$

Para el cálculo del esfuerzo relativo al peso propio del tubo, se utiliza la siguiente ecuación:

$$F_{pp} = P_{pt} * g \quad \textbf{(67)}$$

Donde:

P_{pt} es el peso propio del tubo;

g es la constante de gravedad, 9,81 m/s^2.

Sustituyendo en la ecuación **(67)**, obtenemos:

$$F_{pp} = 91{,}52 \text{ N/m}$$

En cuanto al esfuerzo debido al peso del cable de unión con la aparamenta, el cable tipo Lapwing, genera un esfuerzo de:

$$F_{ca} = 15{,}2 \text{ N/m}$$

Utilizando la fórmula **(66)**, obtenemos un esfuerzo total de:

$$F_p = 106{,}72 \text{ N/m}$$

- Esfuerzos por cortocircuito

La corriente de cortocircuito tendrá mayor efecto en la fase del medio. La fuerza estática F_c por unidad de longitud entre dos conductores paralelos recorridos por una corriente, se obtiene con la siguiente expresión:

$$F_c = 0{,}866 * \frac{\mu_0 * I_p^2}{2 * \pi * a} \quad (\mathbf{68})$$

Donde:

$\mu_0 = 4*\pi*10^{-7}$;

a es la distancia entre las fases. En nuestro caso 2 metros;

I_p es la intensidad de cresta anteriormente calculada.

Sustituyendo en la ecuación **(68)**, se obtiene:

$$F_c = 315{,}44 \text{ N/m}$$

Para tener en cuenta los efectos de la frecuencia de vibración del tubo, a la fuerza calculada, vamos a aplicarle dos coeficientes.

Previamente, calculamos la frecuencia de vibración del tubo con la siguiente ecuación:

$$f_c = \frac{\gamma}{l^2} * \sqrt{\frac{E * I}{m}} \quad (\mathbf{69})$$

Donde:

γ es el coeficiente del tubo y los apoyos, con valor de 1,57;

l es la longitud del vano (m);

E es el módulo de Young del material (N/mm^2);

I es el momento de inercia de la sección (cm^4);

m es la masa unitaria del tubo (kg/m).

Sustituyendo en la ecuación **(69)**, obtenemos una frecuencia de vibración:

$$f_c = 6{,}02 \text{ Hz}$$

Ahora calcularemos los dos coeficientes a aplicar. El primero tiene en cuenta el efecto dinámico y el segundo el reenganche de la línea:

$$V_\sigma = 0{,}756 + 4{,}49 * e^{-1{,}68k} + 0{,}54 * \ln (f_c/f) \quad \mathbf{(70)}$$

$$V_r = 1 - 0{,}615 * \ln (f_c/f) \quad \mathbf{(71)}$$

Donde:

k es un coeficiente, según UNE 60685 vale 1,6.

Obtendremos:

$$V_\sigma = 0{,}564$$

$$V_r = 1{,}565$$

Para obtener la fuerza de cortocircuito final, a la fuerza de cortocircuito previamente calculada, la multiplicamos por ambos coeficientes y por un coeficiente relativo a la disposición de los apoyos, que según UNE 60685 vale 0,73. Por tanto, la fuerza de cortocircuito final será:

$$F_c = 315{,}44 * 0{,}564 * 1{,}565 * 0{,}73$$

$$F_c = 139{,}48 \text{ N/m}$$

- Tensión total en el tubo

Ahora calcularemos la tensión de trabajo del tubo que produce cada uno de los esfuerzos que hemos calculado. Dicha tensión de trabajo se calcula mediante:

$$\sigma = \sum_i \frac{1}{8} * \frac{P * l^2}{W} \quad (\mathbf{72})$$

Donde:

i es el número de vanos;

l es la longitud de los vanos;

P es la carga que produce el esfuerzo;

W es el momento resistente del material (m^3).

Utilizando la fórmula **(72)**, podemos calcular la tensión de trabajo producida por los distintos esfuerzos.

Tensión debida a los esfuerzos por viento:

$$\sigma_v = 11{,}87 \text{ N/mm}^2$$

Tensión debida a los esfuerzos por hielo:

$$\sigma_h = 2{,}86 \text{ N/mm}^2$$

Tensión debida a los esfuerzos por peso propio:

$$\sigma_{pp} = 15{,}52\ \mathrm{N/mm^2}$$

Tensión debida a los esfuerzos por cortocircuito:

$$\sigma_c = 20{,}28\ \mathrm{N/mm^2}$$

La tensión total en el tubo será la suma de todas las tensiones. Tenemos dos direcciones de aplicación de las fuerzas, una dirección para las tensiones de viento, hielo y de cortocircuito y otra dirección ortogonal a estas, la tensión del peso propio. De manera que la tensión total será:

$$\sigma_{total} = \sqrt{(\sigma_v + \sigma_h + \sigma_c)^2 + \ {\sigma_{pp}}^2} \quad (\mathbf{73})$$

$$\sigma_{total} = 35{,}71\ \mathrm{N/mm^2}$$

Según la normativa, el tubo soportará los esfuerzos producidos sobre él, si se cumple:

$$\sigma_{total} \leq q * R_p \quad (\mathbf{74})$$

Donde:

R_p es el límite de fluencia del material (N/mm^2);

q es un factor geométrico que muestra la resistencia del conductor y que depende de la sección del mismo. Según norma, para tubos cilíndricos es:

$$q = 1{,}7 * \frac{1 - \left(1 - 2 * \frac{s}{D}\right)^3}{1 - \left(1 - 2 * \frac{s}{D}\right)^4} \quad (\mathbf{75})$$

s es el espesor de la pared del tubo (mm);

D es el diámetro exterior (mm);

Sustituyendo, el valor del factor geométrico es:

$$q = 1{,}38$$

El valor de los esfuerzos soportables es:

$$q * R_p = 221{,}32\ N/\mathrm{mm^2}$$

Esta tensión es mucho menor que la máxima soportada por el tubo, por lo que se puede concluir que el embarrado principal de 66 kV está bien diseñado.

- Reacciones sobre aisladores de soporte

Según la norma UNE 60865, el máximo esfuerzo en el vano se da en los aisladores intermedios, por lo que se aplicará un factor de recargo en el soporte de 0,5. Los esfuerzos que soporta el aislador son de tipo horizontal y son:

- Viento sobre el tubo

El esfuerzo del viento se calculó con la fórmula **(64)** dando un valor de:

$$F_v = 81{,}66 \text{ N/m}$$

Multiplicando el esfuerzo por el coeficiente de reparto 0,5, por la longitud del vano y por el número de vanos se obtiene:

$$F_v = 326{,}66 \text{ N}$$

- Hielo sobre el tubo

El esfuerzo del hielo se calculó con la fórmula **(65)** dando un valor de:

$$F_h = 19{,}71 \text{ N/m}$$

Multiplicando el esfuerzo por el coeficiente de reparto 0,5, por la longitud del vano y por el número de vanos se obtiene:

$$F_h = 78{,}87 \text{ N}$$

- Esfuerzos por cortocircuito

El esfuerzo por cortocircuito es de valor:

$$F_c = 139{,}48 \text{ N/m}$$

Multiplicando el esfuerzo por el coeficiente de reparto 0,5, por la longitud del vano y por el número de vanos se obtiene:

$$F_c = 557{,}93 \text{ N}$$

- Viento sobre el aislador

El esfuerzo del viento ocasionado en el propio aislador, según UNE 60865, se calculará con la expresión:

$$F_{va} = L_a * D_a * P_v * a \quad (\mathbf{76})$$

Donde:

L_a es la longitud del aislador, en este caso es 0,77 m;

D_a es el diámetro del aislador, en este caso vale 0,158 m;

P_v es la presión del viento, descrita anteriormente;

α es el coeficiente de reparto, 0,5.

Sustituyendo en la ecuación **(76)**, se obtiene un valor de esfuerzo producido por el viento sobre el aislador de:

$$F_{va} = 41{,}39\ N$$

Sumando todos los esfuerzos que se producen sobre el aislador, sale un esfuerzo total de:

F_t = 1004,87 N

Ahora comprobaremos si el aislador cumple con el coeficiente mínimo de seguridad que se exige para los apoyos metálicos siendo de valor 1,5. Calculamos el coeficiente de seguridad del aislador, que será el cociente entre la carga de rotura del aislador y la carga máxima total que soporta:

$$Coef.seguridad = \frac{6000}{1004{,}87} = 5{,}97$$

Como se observa, este coeficiente está muy por encima del coeficiente de seguridad mínimo. El aislador es válido.

- Flecha en el tubo

Se va a calcular la flecha máxima en el punto medio del tubo. Según la norma UNE 60865 se determina con la siguiente expresión:

$$f = \frac{1}{185} * \frac{P * l^4}{E * I} \quad (77)$$

Donde:

P es la carga vertical sobre el tubo (N/m) obtenida con la fórmula **(66)**;

l es la longitud del vano (m);

E es el módulo de Young (N/mm^2);

I es el momento de inercia (cm^4).

Sustituyendo en la ecuación **(77)**, se obtiene, en el punto medio, una flecha de valor:

f = 0,42 cm

Cumple con las expectativas de diseño del embarrado.

- Elongación del embarrado

Debido a efectos térmicos, el embarrado puede sufrir una elongación. Es necesaria determinarla para decidir si es necesaria la instalación de piezas elásticas que eliminen los efectos adversos de la dilatación.

Según la norma, la expresión para el cálculo de la elongación del tubo será:

$$\Delta l = l_0 * \alpha * \Delta\theta \quad (78)$$

Donde:

l_0 es la longitud inicial del tubo (m);

α es el coeficiente de dilatación lineal del tubo, de valor 0,023 mm/mºC;

$\Delta\theta$ es el incremento de temperatura entre la temperatura de montaje (35ºC) y la temperatura de servicio (80ºC).

Por tanto, obtenemos un valor para la elongación en el tubo de:

$$\Delta l = 8{,}28 \text{ mm}$$

Será necesario la instalación de unas piezas que absorban la dilatación.

- Esfuerzo térmico en cortocircuito

Es importante conocer el esfuerzo térmico que sufrirá el tubo en caso de cortocircuito, ya que nos indicará si el tubo soportará o no esta situación.

Según la norma UNE 60685, se calcula la intensidad térmica de cortocircuito con la siguiente ecuación:

$$I_\theta = I_p\sqrt{(m+n)} \quad (\mathbf{79})$$

Los valores m y n, son coeficientes térmicos de disipación de calor obtenidos de la norma utilizada. El valor que obtenemos es:

$$I_\theta = I_p\sqrt{(0{,}097+0{,}758)} = 55{,}80\ kA$$

Este valor tiene que ser menor que la capacidad térmica del tubo. Con una densidad de 120 A/mm^2, se obtiene una capacidad térmica de:

$$C_t = 120\frac{A}{mm^2} * 3456\ mm^2 = 414{,}72\ kA$$

Por tanto, el tubo elegido aguanta los efectos térmicos de un posible cortocircuito.

- Cálculo del efecto corona

El efecto corona puede tener efectos perjudiciales sobre los embarrados.

Para comprobar si se va a producir este efecto, primero calcularemos la tensión crítica disruptiva, que para conductores cilíndricos se calcula con la fórmula de Peek:

$$U_c = m_c * m_t * \delta * E_{0f} * r_1 * \ln\frac{D}{r_1} \quad (\mathbf{80})$$

Donde:

m_c es el coeficiente de irregularidad del conductor, para un tubo cilíndrico y liso vale 1;

m_t es el coeficiente meteorológico referente a la humedad ambiental, en clima seca vale 1;

r_1 es el radio exterior del tubo (m);

D es la distancia entre conductores, en este caso 2 metros;

δ es el factor de correlación de densidad del aire, se calcula:

$$\delta = \frac{3{,}92 * H}{273 + \phi} \quad (\mathbf{81})$$

H es la presión atmosférica en cm de mercurio, se tomará el valor de 76;

ϕ es la temperatura del aire, será de 35 ºC;

E_{of} es el valor eficaz de campo eléctrico para la aparición del efecto corona. Para conductores paralelos será:

$$E_{of} = \frac{30 * m_c * \left(1 + \frac{0{,}3}{\sqrt{r_1}}\right)}{\sqrt{2}} \quad (\mathbf{82})$$

Por tanto, tendremos un valor para el factor de correlación de densidad del aire de:

$$\delta = 0{,}9672$$

El valor eficaz de campo eléctrico será:

$$E_{of} = 23{,}81\ kV/cm$$

Por tanto, sustituyendo valores en la ecuación **(80)**, tendremos que la tensión crítica disruptiva vale:

$$U_c = 484{,}57\ kV$$

El valor está muy alejado de la tensión nominal del parque de 66 kV, por lo que será normal que el efecto corona no se produzca.

❖ Cálculo mecánico del embarrado secundario

- <u>Hipótesis de diseño</u>

Para los cálculos mecánicos de los embarrados secundarios del parque de 66 kV, se han tenido unas consideraciones de diseño.

En primer lugar, se ha tenido en cuenta la situación de la subestación. Esta está en Zona B según RLAT. Por tanto, las condiciones climatológicas que afectan en los cálculos de la subestación son el hielo y el viento a velocidad 140 km/h.

En cuanto a los parámetros geométricos y de anclaje, se han tomado las siguientes determinaciones:

- Vano: las barras principales se encuentran entre aisladores de soporte.
- Longitud del vano: 7 metros.
- Distancia entre las fases: 2 metros.

Otros parámetros que afectan en el diseño son los tubos y aisladores que forman el embarrado secundario. Sus características han sido descritas en el apartado 2.3.2.e. del Anexo.

Para los cálculos que vienen a continuación, se han tenido en cuenta las normas UNE 60865 y UNE 60909.

- Corriente de cresta

Como se ha dicho anteriormente, se ha considerado una intensidad de cortocircuito:

$$I_{cc} = 31{,}5 \text{ kA}$$

Para los cálculos de los embarrados, según la norma UNE 60909, se establecerá una intensidad de cresta I_p. Esta intensidad se calcula con la siguiente ecuación:

$$I_p = X * \sqrt{2} * I_{cc} \quad \textbf{(83)}$$

Donde:

$X = 1{,}02 + 0{,}98 * e^{-3k}$

k es la relación de impedancias equivalentes del sistema en el punto de cortocircuito. En nuestro caso vale 0,35.

Por tanto, tendremos que la intensidad de cresta valdrá:

$$I_p = 60,35 \text{ kA}$$

- Tensión en el tubo

La tensión total que soporta el tubo será la suma de los esfuerzos producidos por el hielo, por el viento, por el peso propio del tubo y por cortocircuitos.

- Esfuerzos por viento

Este esfuerzo dependerá de la presión que el viento ejerza sobre el tubo y de su diámetro. En nuestro caso, lo calcularemos para vientos de 140 km/h.

El esfuerzo del viento será:

$$F_v = p_v * D \quad \textbf{(84)}$$

Donde:

p_v es la presión del viento, con un valor de 680,55 N/m^2 (según ITC-LAT-07);

D es el diámetro exterior del tubo.

Sustituyendo en la ecuación **(84)**, se obtiene:

$$F_v = 54,44 \text{ N/m}$$

- Esfuerzos por hielo

Este esfuerzo considera a los conductores sometidos a la sobrecarga de un manguito de hielo de valor:

$$F_h = 0,18 * \sqrt{d} * 10 \quad \textbf{(85)}$$

Donde:

D es el diámetro exterior del tubo.

Sustituyendo en la ecuación **(85)**, se obtiene:

$$F_h = 16,09 \text{ N/m}$$

- Esfuerzos por el peso propio del tubo

El esfuerzo del peso sobre el tubo, será la suma del esfuerzo del peso del propio tubo F_{pp} y el esfuerzo del peso del cable de unión con la aparamenta F_{ca}:

$$F_p = F_{pp} + F_{ca} \quad \textbf{(86)}$$

Para el cálculo del esfuerzo relativo al peso propio del tubo, se utiliza la siguiente ecuación:

$$F_{pp} = P_{pt} * g \quad \textbf{(87)}$$

Donde:

P_{pt} es el peso propio del tubo;

g es la constante de gravedad, 9,81 m/s^2.

Sustituyendo en la ecuación **(87)**, obtenemos:

$$F_{pp} = 36{,}88 \ \text{N/m}$$

En cuanto al esfuerzo debido al peso del cable de unión con la aparamenta, el cable tipo Lapwing, genera un esfuerzo de:

$$F_{ca} = 15{,}2 \ \text{N/m}$$

Utilizando la fórmula **(86)**, obtenemos un esfuerzo total de:

$$F_p = 52{,}08 \ \text{N/m}$$

- Esfuerzos por cortocircuito

La corriente de cortocircuito tendrá mayor efecto en la fase del medio. La fuerza estática F_c por unidad de longitud entre dos conductores paralelos recorridos por una corriente, se obtiene con la siguiente expresión:

$$F_c = 0{,}866 * \frac{\mu_0 * I_p^2}{2 * \pi * a} \quad (\mathbf{88})$$

Donde:

$\mu_0 = 4*\pi*10^{-7}$;

a es la distancia entre las fases. En nuestro caso 2 metros;

I_p es la intensidad de cresta anteriormente calculada.

Sustituyendo en la ecuación **(88)**, se obtiene:

$$F_c = 315{,}44 \text{ N/m}$$

Para tener en cuenta los efectos de la frecuencia de vibración del tubo, a la fuerza calculada, vamos a aplicarle dos coeficientes.

Previamente, calculamos la frecuencia de vibración del tubo con la siguiente ecuación:

$$f_c = \frac{\gamma}{l^2} * \sqrt{\frac{E * I}{m}} \quad (\mathbf{89})$$

Donde:

γ es el coeficiente del tubo y los apoyos, con valor de 1,57;

l es la longitud del vano (m);

E es el módulo de Young del material (N/mm^2);

I es el momento de inercia de la sección (cm^4);

m es la masa unitaria del tubo (kg/m).

Sustituyendo en la ecuación **(89)**, obtenemos una frecuencia de vibración:

$$f_c = 4{,}24 \text{ Hz}$$

Ahora calcularemos los dos coeficientes a aplicar. El primero tiene en cuenta el efecto dinámico y el segundo el reenganche de la línea:

$$V_\sigma = 0{,}756 + 4{,}49 * e^{-1{,}68k} + 0{,}54 * \ln (f_c/f) \quad \mathbf{(90)}$$

$$V_r = 1 - 0{,}615 * \ln (f_c/f) \quad \mathbf{(91)}$$

Donde:

k es un coeficiente, según UNE 60685 vale 1,6.

Obtendremos:

$$V_\sigma = 0{,}4828$$

$$V_r = 1{,}658$$

Para obtener la fuerza de cortocircuito final, a la fuerza de cortocircuito previamente calculada, la multiplicamos por ambos coeficientes y por un coeficiente relativo a la disposición de los apoyos, que según UNE 60685 vale 0,73. Por tanto, la fuerza de cortocircuito final será:

$$F_c = 314{,}44 * 0{,}4828 * 1{,}658 * 0{,}73$$

$$F_c = 126{,}33 \text{ N/m}$$

- Tensión total en el tubo

Ahora calcularemos la tensión de trabajo del tubo que produce cada uno de los esfuerzos que hemos calculado. Dicha tensión de trabajo se calcula mediante:

$$\sigma = \sum_i \frac{1}{8} * \frac{P * l^2}{W} \quad (\mathbf{92})$$

Donde:

i es el número de vanos;

l es la longitud de los vanos;

P es la carga que produce el esfuerzo;

W es el momento resistente del material (m^3).

Utilizando la fórmula **(92)**, podemos calcular la tensión de trabajo producida por los distintos esfuerzos.

Tensión debida a los esfuerzos por viento:

$$\sigma_v = 7{,}41 \text{ N/mm}^2$$

Tensión debida a los esfuerzos por hielo:

$$\sigma_h = 2{,}19 \text{ N/mm}^2$$

Tensión debida a los esfuerzos por peso propio:

$$\sigma_{pp} = 7{,}08 \text{ N/mm}^2$$

Tensión debida a los esfuerzos por cortocircuito:

$$\sigma_c = 17{,}19\ \mathrm{N/mm^2}$$

La tensión total en el tubo será la suma de todas las tensiones. Tenemos dos direcciones de aplicación de las fuerzas, una dirección para las tensiones de viento, hielo y de cortocircuito y otra dirección ortogonal a estas, la tensión del peso propio. De manera que la tensión total será:

$$\sigma_{total} = \sqrt{(\sigma_v + \sigma_h + \sigma_c)^2 + \ \sigma_{pp}{}^2} \quad (\mathbf{93})$$

$$\sigma_{total} = 25{,}60\ \mathrm{N/mm^2}$$

Según la normativa, el tubo soportará los esfuerzos producidos sobre él, si se cumple:

$$\sigma_{total} \leq q * R_p \quad (\mathbf{94})$$

Donde:

R_p es el límite de fluencia del material (N/mm²);

q es un factor geométrico que muestra la resistencia del conductor y que depende de la sección del mismo. Según norma, para tubos cilíndricos es:

$$q = 1{,}7 * \frac{1 - \left(1 - 2 * \frac{S}{D}\right)^3}{1 - \left(1 - 2 * \frac{S}{D}\right)^4} \quad (\mathbf{95})$$

s es el espesor de la pared del tubo (mm);

D es el diámetro exterior (mm);

Sustituyendo, el valor del factor geométrico es:

q = 1,342

El valor de los esfuerzos soportables es:

$$q * R_p = 219{,}58\ N/\mathrm{mm^2}$$

Esta tensión es mucho menor que la máxima soportada por el tubo, por lo que se puede concluir que el embarrado secundario de 66 kV está bien diseñado.

- Reacciones sobre aisladores de soporte

Según la norma UNE 60865, el máximo esfuerzo en el vano se da en los aisladores intermedios, por lo que se aplicará un factor de recargo en el soporte de 0,5. Los esfuerzos que soporta el aislador son de tipo horizontal y son:

- Viento sobre el tubo

El esfuerzo del viento se calculó con la fórmula **(84)** dando un valor de:

$$F_v = 54{,}44 \text{ N/m}$$

Multiplicando el esfuerzo por el coeficiente de reparto 0,5, por la longitud del vano y por el número de vanos se obtiene:

$$F_v = 190{,}55 \text{ N}$$

- Hielo sobre el tubo

El esfuerzo del hielo se calculó con la fórmula **(85)** dando un valor de:

$$F_h = 16{,}09 \text{ N/m}$$

Multiplicando el esfuerzo por el coeficiente de reparto 0,5, por la longitud del vano y por el número de vanos se obtiene:

$$F_h = 56{,}34 \text{ N}$$

- Esfuerzos por cortocircuito

El esfuerzo por cortocircuito es de valor:

$$F_c = 126{,}33 \text{ N/m}$$

Multiplicando el esfuerzo por el coeficiente de reparto 0,5, por la longitud del vano y por el número de vanos se obtiene:

$$F_c = 442{,}18 \text{ N}$$

- Viento sobre el aislador

El esfuerzo del viento ocasionado en el propio aislador, según UNE 60865, se calculará con la expresión:

$$F_{va} = L_a * D_a * P_v * a \quad (\mathbf{96})$$

Donde:

L_a es la longitud del aislador, en este caso es 0,77 m;

D_a es el diámetro del aislador, en este caso vale 0,158 m;

P_v es la presión del viento, descrita anteriormente;

α es el coeficiente de reparto, 0,5.

Sustituyendo en la ecuación **(96)**, se obtiene un valor de esfuerzo producido por el viento sobre el aislador de:

$$F_{va} = 41{,}39\ N$$

Sumando todos los esfuerzos que se producen sobre el aislador, sale un esfuerzo total de:

$$F_t = 730{,}49\ N$$

Ahora comprobaremos si el aislador cumple con el coeficiente mínimo de seguridad que se exige para los apoyos metálicos siendo de valor 1,5. Calculamos el coeficiente de seguridad del aislador, que será el cociente entre la carga de rotura del aislador y la carga máxima total que soporta:

$$Coef.seguridad = \frac{4000}{730{,}49} = 5{,}47$$

Como se observa, este coeficiente está muy por encima del coeficiente de seguridad mínimo. El aislador es válido.

- <u>Flecha en el tubo</u>

Se va a calcular la flecha máxima en el punto medio del tubo. Según la norma UNE 60865 se determina con la siguiente expresión:

$$f = \frac{1}{185} * \frac{P * l^4}{E * I} \quad (\mathbf{97})$$

Donde:

P es la carga vertical sobre el tubo (N/m) obtenida con la fórmula **(86)**;

l es la longitud del vano (m);

E es el módulo de Young (N/mm^2);

I es el momento de inercia (cm^4).

Sustituyendo en la ecuación **(97)**, se obtiene, en el punto medio, una flecha de valor:

$$f = 1{,}02 \text{ cm}$$

Cumple con las expectativas de diseño del embarrado.

- Elongación del embarrado

Debido a efectos térmicos, el embarrado puede sufrir una elongación. Es necesaria determinarla para decidir si es necesaria la instalación de piezas elásticas que eliminen los efectos adversos de la dilatación.

Según la norma, la expresión para el cálculo de la elongación del tubo será:

$$\Delta l = l_0 * \alpha * \Delta\theta \quad (\mathbf{98})$$

Donde:

l_0 es la longitud inicial del tubo (m);

α es el coeficiente de dilatación lineal del tubo, de valor 0,023 mm/mºC;

$\Delta\theta$ es el incremento de temperatura entre la temperatura de montaje (35ºC) y la temperatura de servicio (80ºC).

Por tanto, obtenemos un valor para la elongación en el tubo de:

$$\Delta l = 7{,}24 \text{ mm}$$

Será necesario la instalación de unas piezas que absorban la dilatación.

- Esfuerzo térmico en cortocircuito

Es importante conocer el esfuerzo térmico que sufrirá el tubo en caso de cortocircuito, ya que nos indicará si el tubo soportará o no esta situación.

Según la norma UNE 60685, se calcula la intensidad térmica de cortocircuito con la siguiente ecuación:

$$I_\theta = I_p\sqrt{(m+n)} \quad (\mathbf{99})$$

Los valores m y n, son coeficientes térmicos de disipación de calor obtenidos de la norma utilizada. El valor que obtenemos es:

$$I_\theta = I_p\sqrt{(0{,}097+0{,}758)} = 55{,}08\ kA$$

Este valor tiene que ser menor que la capacidad térmica del tubo. Con una densidad de 120 A/mm^2, se obtiene una capacidad térmica de:

$$C_t = 120\frac{A}{mm^2} * 1394\ mm^2 = 167{,}28\ kA$$

Por tanto, el tubo elegido aguanta los efectos térmicos de un posible cortocircuito.

- Cálculo del efecto corona

El efecto corona puede tener efectos perjudiciales sobre los embarrados.

Para comprobar si se va a producir este efecto, primero calcularemos la tensión crítica disruptiva, que para conductores cilíndricos se calcula con la fórmula de Peek:

$$U_c = m_c * m_t * \delta * E_{0f} * r_1 * \ln\frac{D}{r_1} \quad (\mathbf{100})$$

Donde:

m_c es el coeficiente de irregularidad del conductor, para un tubo cilíndrico y liso vale 1;

m_t es el coeficiente meteorológico referente a la humedad ambiental, en clima seca vale 1;

r_1 es el radio exterior del tubo (m);

D es la distancia entre conductores, en este caso 2 metros;

δ es el factor de correlación de densidad del aire, se calcula:

$$\delta = \frac{3{,}92 * H}{273 + \phi} \quad (\mathbf{101})$$

H es la presión atmosférica en cm de mercurio, se tomará el valor de 76;

ϕ es la temperatura del aire, será de 35 ºC;

E_{of} es el valor eficaz de campo eléctrico para la aparición del efecto corona. Para conductores paralelos será:

$$E_{of} = \frac{30 * m_c * \left(1 + \frac{0{,}3}{\sqrt{r_1}}\right)}{\sqrt{2}} \quad (\mathbf{102})$$

Por tanto, tendremos un valor para el factor de correlación de densidad del aire de:

$$\delta = 0{,}967$$

El valor eficaz de campo eléctrico será:

$$E_{of} = 24{,}39\ kV/cm$$

Por tanto, sustituyendo valores en la ecuación **(100)**, tendremos que la tensión crítica disruptiva vale:

$$U_c = 369{,}24\ kV$$

El valor está muy alejado de la tensión nominal del parque de 66 kV, por lo que será normal que el efecto corono no se produzca.

2.3.2.g. Selección de autoválvulas

La selección de autoválvulas se ha hecho según lo exigido por la R.E.E en el ET025.

Primeramente se debe determinar la tensión asignada de la autoválvula. Esta depende de la tensión más elevada para el material, que para el parque de 66 kV será 72,5 kV. El tiempo de despeje de la falta es 0,5 segundos. Según la norma utilizada, se determina la mínima tensión asignada a la autoválvula que debe ser:

$$U_r \geq 0{,}72 * U_m \quad (\mathbf{103})$$

Con esta ecuación se obtiene una tensión mínima asignada a la autoválvula:

$$U_r = 52{,}2\ kV$$

Ahora se determinará la línea de fuga mínima, que según la normativa, se calcula con la expresión:

$$L_{fuga} = L_{min} * U_m \quad (\mathbf{104})$$

Donde:

L_{min} es la longitud mínima específica, que consideraremos 25 mm/kV;

U_m es la tensión más elevada del material.

Se obtiene una línea de fuga:

$$L_{fuga} = 1812{,}5\ mm$$

La autoválvula que cumple con las especificaciones es una de clase 2 EXLIM R75-CV072, cuya tensión residual es 140 kV y tiene una línea de fuga de 2651 mm.

Lo siguiente será determinar la energía que absorberá la autoválvula en caso de sobretensiones. Esta viene determinada por:

$$W = \frac{U_L - U_{res}}{z} * U_{res} * 2T * n \quad (\mathbf{105})$$

Donde:

W es la energía absorbida por la autoválvula;

U_L es la sobretensión eventual sin pararrayos (kV), que tendrá el valor de 3.

U_{RES} es la tensión residual de la autoválvula;

Z es la resistencia de la autoválvula, que tendrá un valor de 450 Ω;

N es el número de descargas consecutivas que pueden darse, según la norma UNE 60855, se toma como 2.

T es el tiempo de propagación de la onda, calculada con la fórmula:

$$T = \frac{l}{v} \quad (\mathbf{106})$$

l es la longitud de línea hasta el entronque;

v es la velocidad de propagación, de valor constante 0,3 km/μs.

La longitud de la línea subterránea es 0,25 km, por lo que obtenemos un tiempo de propagación de la onda:

$$T = 0{,}833 \ \mu s$$

Conocidas todas las características de la autoválvula, sustituimos los valores en la fórmula **(105)** y obtenemos una energía absorbida de:

$$W = 60{,}14 \ kJ$$

Calcularemos la capacidad de absorción de energía que viene determinada por:

$$C = \frac{W}{U_r} = 1{,}15 \ kJ/kV \ (\mathbf{107})$$

La autoválvula seleccionada, EXLIM R75-CV072, según especificaciones, es capaz de disipar hasta 5 kJ/kV, por tanto la elección es correcta para el parque de 66 kV.

2.3.3. Red de tierras

2.3.3.a. Criterios de cálculo

Para el diseño de la red de tierras se ha tenido en cuenta las indicaciones de la instrucción técnica complementaria ITC-MIE-RAT-13 y IEEE Std. 80/2000.

La instalación tendrá una malla de tierra principal enterrada con dos finalidades: la seguridad del personal y disponer de una buena unión con la tierra para el correcto funcionamiento de las protecciones.

Para los cálculos se han tenido en cuenta las tensiones máximas de paso y contacto. Para el diseño se ha considerado los parámetros del parque de 132 kV por ser más restrictivos que los del parque de 66 kV.

Los parámetros para el diseño de la malla son:

- Corriente de cortocircuito: será un 30% menor que la utilizada para el diseño de la subestación, según establece la instrucción técnica complementaria ITC-MIE-RAT-13. Por tanto, tendremos una corriente de cortocircuito para el diseño de la red de tierras de:

$$I_{cc} = 40 * 0{,}7 = 28\ kA$$

- Tiempo de despeje de la falta, 1 segundo, es lo mínimo que establece ITC-MIE-RAT-13.

2.3.3.b. Red de tierras inferiores

❖ Descripción

La red de tierras inferiores será una malla de cable de cobre de sección 120 mm^2. Esta malla cubrirá la totalidad de la superficie de la subestación, 13775 m^2.

Los cables tendrán una separación en el eje *x* de 2,4 m y en el eje *y* 2 m. Por tanto, la longitud de cable instalado será 13107 m.

Las características del terreno donde se construirá la subestación tiene una resistividad de 200 Ωm. En toda la superficie de la subestación se utilizará un hormigón de 30 cm de espesor con una resistividad de 3000 Ωm.

❖ Conductor de la red de tierras inferiores

Las características del conductor de la malla de tierras son lo primero que hay que determinar para un correcto diseño de ésta.

El conductor será hilo desnudo de cobre. Según MIE RAT 13, la sección mínima debe ser 25 mm^2.

Para determinar la sección, se utilizará una expresión del estandar IEEE 80, que para conductores de cobre es:

$$A = I * \frac{1}{\sqrt{\frac{T_{CAP} * 10^{-4}}{t_c * \alpha_r * \rho_r} * \ln\left(\frac{K_0 + T_m}{K_0 + T_a}\right)}} \quad (\mathbf{108})$$

Donde:

I es la corriente de falta a tierra considerada para el diseño de la malla. En nuestro caso, 28 kA;

t_c es el tiempo de despeje de la falta, 1 s;

T_m es la temperatura máxima admisible del conductor, 1084 ºC;

T_a es la temperatura ambiente, se tomará 40 ºC;

T_{CAP} es la capacidad térmica del conductor, 3,42 K/cm^{3}ºC;

α_r es el coeficiente térmico de resistividad a 20 ºC, será 0,00381 ºC^{-1};

ρ_r es la resistencia del conductor a 20 ºC, 1,78 μΩ cm;

K_0 es el inverso del coeficiente térmico de resistividad, 262 ºC;

Sustituyendo en la ecuación, se obtiene que la mínima sección que debe tener el conductor es:

$$A = 101{,}99\ mm^2$$

Podemos comprobar que el hilo elegido para la red de tierras, tiene una sección mayor a la mínima requerida, por tanto es válido.

- Resistencia de puesta a tierra

La resistencia de puesta a tierra se calculará con la siguiente expresión:

$$R_g = \rho * \left(\frac{1}{L} + \frac{1}{\sqrt{20 * A}} * \left(1 + \frac{1}{1 + h * \sqrt{\frac{20}{A}}} \right) \right) \quad (\mathbf{109})$$

Donde:

ρ es la resistividad del terreno, 200 Ωm;

L es la longitud del cable enterrado, 13107 m;

h es la profundidad a la que se entierra el conductor, 0,6 m;

A es la superficie que ocupa la malla, 13775 m^2.

Sustituyendo, se obtiene un valor de resistencia de puesta a tierra de:

$$R_g = 0{,}77\ \Omega$$

❖ Cálculos eléctricos. Tensiones de paso y contacto

Las tensiones de paso y contacto máximas admisibles, se determinan, según MIE RAT 13, con las siguientes expresiones:

Tensión de paso

$$V_p = \frac{10 * K}{t^n} * \left(1 + \frac{6 * \rho_s}{1000}\right) \quad (\mathbf{110})$$

Tensión de contacto

$$V_p = \frac{K}{t^n} * \left(1 + \frac{1{,}5 * \rho_s}{1000}\right) \quad (\mathbf{111})$$

Donde:

K es una constante establecida según esta normativa de valor 78,5 para valores de t > 0,9 s;

n es una constante establecida según esta normativa de valor 0,18 para valores de t > 0,9 s;

ρ_s es la resistividad del hormigón, 3000 Ωm;

t es el tiempo de despeje de falta, 1 s.

Sustituyendo valores, obtenemos que las tensiones de paso y contacto máxima admisibles tendrán unos valores de:

$$V_p = 14896\, V$$

$$V_c = 431{,}2\, V$$

Para la determinación de tensiones de paso y contacto de la subestación se va a seguir el procedimiento IEEE 80-2000, se calcularán las tensiones de paso y contacto máximas que especifica.

Estas tensiones serán, para una persona de 70 kg, las siguientes:

$$V_p = (1000 + 6 * C_s * \rho_s) * \frac{0{,}157}{\sqrt{t_s}} \quad (\mathbf{112})$$

$$V_c = (1000 + 1{,}5 * C_s * \rho_s) * \frac{0{,}157}{\sqrt{t_s}} \quad (\mathbf{113})$$

Donde:

t_s es el tiempo de despeje de falta, 1s;

$$C_s = 1 - \left(\frac{0{,}09 * \left(1 - \frac{\rho}{\rho_s}\right)}{2 * h_s + 0{,}09} \right) \quad (\mathbf{114})$$

ρ es la resistividad del terreno, 200 Ωm;

ρ_s es la resistividad del hormigón, 3000 Ωm;

h_s es espesor del hormigón, 30 cm.

Efectuando los cálculos, se obtiene los siguientes valores:

$$C_s = 0{,}8782$$

$$V_p = 2638{,}96\ V$$

$$V_C = 787{,}49\ V$$

Una vez determinadas las tensiones de paso y contacto máximas admisibles, se calcularán las dichas tensiones propias de la subestación diseñada y ver si están por debajo de las máximas admisibles.

Para este cálculo se seguirá el procedimiento establecido por el IEEE 80-2000.

Utilizando este estándar, se calculará los valores previstos de tensiones de paso y contacto para unos niveles de falta determinados y para un diseño previo de la malla de tierra.

La variables que van a influir en el cálculo de estas tensiones serán:

ρ es la resistividad del terreno, 200 Ωm;

I_c es la corriente de falta, 28 kA;

L es la longitud total del conductor enterrado, 13107 m;

A es el áera que ocupa la malla de tierra, 13775 m^2;

L_p es la longitud del perímetro de la malla, 480 m;

L_x es la longitud de la malla en el eje x, 145 m;

L_y es la longitud de la malla en el eje y, 95 m;

D_m es la máxima distancia que hay entre puntos de unión de la malla, 173,35 m;

D es el espacio medio entre los conductores de la malla, 2,2 m ;

h es la profundidad del cable enterrado, 0,6 m;

d es el diámetro del conductor, 0,014 m .

Una vez definidos todos los parámetros, se procede al cálculo.

Tensión de paso

$$V_p = \rho * K_s * K_i * K_{ii} * \frac{I_c}{L} \quad (\mathbf{115})$$

Donde:

K_s es el factor de espaciamiento para la tensión de paso, calculado como:

$$K_s = \frac{1}{\pi} * \left[\frac{1}{2*h} * \frac{1}{D+h} + \frac{1}{D} * (1 - 0{,}5^{n-2})\right] \quad (\mathbf{116})$$

K_{ii} es el factor de corrección por ubicación, toma el valor de 1;

K_i es el factor de corrección de la geometría de la malla, calculado como:

$$K_i = 0{,}644 + 0{,}148 * n \quad (\mathbf{117})$$

n es el factor de geometría, calculado como:

$$n = n_a * n_b * n_c * n_d \quad (\mathbf{118})$$

$$n_a = \frac{2*L}{L_p} \quad (\mathbf{119})$$

$$n_b = \sqrt{\frac{L_p}{4*\sqrt{A}}} \quad (\mathbf{120})$$

$$n_c = \left[\frac{L_x * L_y}{A}\right]^{\frac{0{,}7*A}{L_x*L_y}} \quad (\mathbf{121})$$

$$n_d = \frac{D_m}{\sqrt{L_x^2 + L_y^2}} \quad (\mathbf{122})$$

Realizando todos lo cálculos, obtenemos:

$$n_a = 54{,}61$$

$$n_b = 1{,}01$$

$$n_c = 1{,}00$$

$$n_d = 1{,}00$$

$$n = 55{,}22$$

$$K_s = 0{,}52$$

$$K_i = 8{,}81$$

Por tanto, el valor de la tensión de paso en la subestación será:

$$V_p = 1972{,}49\ V$$

Tensión de contacto

$$V_c = \rho * K_m * K_i * \frac{I_c}{L} \quad (\mathbf{123})$$

Donde:

K_i es el factor de correción de la geometría de la malla determinado anteriormente;

K_m es el factor de espaciamiento para tensión de malla, se calcula como:

$$K_m = \frac{1}{2 * \pi} * \left[\ln\left(\frac{D^2}{16 * h * d} + \frac{(D + 2 * h)^2}{8 * D * d} - \frac{h}{4 * d} \right) + \frac{K_{ii}}{K_h} * \ln \frac{8}{\pi * (2 * n - 1)} \right] \quad (\mathbf{124})$$

K_h se calcula como:

$$K_h = \sqrt{1 + h} \quad (\mathbf{125})$$

Realizando los cálculos, obtenemos:

$$K_h = 1{,}26$$

$$K_m = 0{,}21$$

Por tanto, el valor de la tensión de contacto en la subestación será:

$$V_c = 783{,}30\ V$$

Como se puede observar, el valor de la tensión de paso y contacto son admisibles ya que son menores que las tensiones máximas admisibles.

Por tanto, se puede concluir que el diseño adoptado para la malla de la red de tierras inferiores es válido.

2.3.3.c. Red de tierras superiores

La red de tierras superiores tiene como misión captar las descargas atmosféricas y conducirlas a la malla de red de tierra inferior enterrada a 0,6 metros, para que pueda ser disipada sin poner en peligro la subestación o la seguridad del personal.

Estará formada por un conjunto de hilos de guarda paralelos a la calle y unos pararrayos que protegen a los equipos de la subestación. Tanto los hilos como los pararrayos están unidos a la red de tierras inferiores a través de las estructuras metálicas que los soportan.

Para que esta red de tierras sea efectiva, según la norma UNE 21186, existe n criterio que determina el radio crítico de cebado y referencia la zona de influencia de descargas atmosféricas que está protegida.

El radio crítico de cebado se determina con la siguiente fórmula:

$$r = 8 * I^{0,65} \quad (\mathbf{126})$$

Donde:

$$I = \frac{U * N}{Z} \quad (\mathbf{127})$$

U es la tensión soportada a impulsos tipo rayo;

N es el número de líneas conectadas al parque, nuestro caso 4;

Z la impedancia característica de las líneas, se tomará el valor de 400 Ω.

Sustituyendo valores, obtenemos un radio crítico de cebado:

$$I = 6{,}5\ kA$$

$$r = 27\ m$$

Para que la red de tierras superiores esté protegida, se colocarán 8 pararrayos. Cuatro pararrayos estarán en dos de los pórticos del parque de 132 kV y otro cuatro en postes establecidos en el parque de 66 kV, con un radio mínimo de protección de 27 m.

2.4. Estudio de Impacto Ambiental

2.4.1. Finalidad, antecedentes, descripción de la actividad

La finalidad de este anexo es hacer constar que dicho proyecto cumplirá con lo indicado en la Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental, Sección 5ª, Calificación Ambiental, Art. 41 y siguientes, por la que fijan las normas al objeto de la evaluación de los efectos ambientales de determinadas actuaciones, así como la determinación de la viabilidad ambiental de las mismas y las condiciones en que deben realizarse.

2.4.1.a. Antecedentes

Este Análisis Ambiental se realiza como complemento del proyecto denominado: "Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV".

La finalidad perseguida es la de mejorar la calidad de suministro de los clientes existentes que se ven afectados por dicha instalación, así como atender peticiones de nuevos suministros de energía eléctrica en la zona próxima al emplazamiento de esta, a dicho proyecto podrán remitirse para ampliar cualquier detalle, no incluido aquí por no ser reiterativos.

2.4.1.b. Referencias

A continuación se incluye un listado, meramente orientativo y no exhaustivo, de disposiciones normativas nacionales y autonómicas (dentro del ámbito geográfico andaluz) que deben de ser tenidas en cuenta durante la elaboración del proyecto ya que pueden condicionar el desarrollo y la tramitación del mismo.

Dado el elevado número de normas y su constante actualización, es preciso analizarlas antes y durante la realización del proyecto y tener en cuenta cuáles son de aplicación en cada caso particular.

- ❖ Legislación nacional

- Ley 6/2010, de 24 de marzo, de modificación del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, aprobado por Real Decreto legislativo 1/2008, de 11 de Enero.

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

- Ley 10/2006, de 28 de abril, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes.

- Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental. (BOE 24 octubre 2007)

- Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica.

- Ley 8/2007, de 28 de mayo, de suelo.

- Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes.

- Real Decreto 509/2007, de 20 de abril, por el que se aprueba el Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.

- Real Decreto 1421/2006, de 1 de diciembre, por el que se modifica el Real Decreto 1997/1995, de 7 de diciembre, por el que se establecen medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la flora y fauna silvestres.

- Ley 27/2006, de 18 de Julio, por la que se regulan los derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de medio ambiente (incorpora las Directivas 2003/4/CE y 2003/35/CE).

- Ley 9/2006, de 28 de abril, sobre evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente.

- Ley 16/2002, de 1 de Julio, de Prevención y Control Integrados de la Contaminación (BOE 2 de Julio de 2002)

- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de Julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas. (BOE 24 de Julio de 2001)

- Ley 22/1988, de 28 de Julio, de Costas (BOE 29 de Julio de 1988)

❖ Legislación de la Comunidad autónoma de Andalucía

- Decreto 38/2013, de 19 de marzo, por el que se aprueba la formulación del Plan General del Turismo Sostenible de Andalucía 2014-2020.

- Decreto 493/2012, de 25 de septiembre, por el que se declaran determinados lugares de importancia comunitaria como Zonas Especiales de Conservación de la Red Ecológica Europea Natura 2000 en la Comunidad Autónoma de Andalucía.

- Decreto 334/2012, de 17 de julio, por el que se regulan las entidades colaboradoras en materia de Calidad Ambiental en la Comunidad Autónoma de Andalucía.

- Decreto 73/2012, de 20 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de Residuos de Andalucía.

- Decreto 23/2012, de 14 de febrero, por el que se regula la conservación y el uso sostenible de la flora y la fauna silvestres y sus hábitats.

- Decreto 7/2012, de 17 de enero, por el que se aprueba el Plan de Prevención y Gestión de Residuos Peligrosos de Andalucía 2012-2020.

- Decreto 247/2001, de 13 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Prevención y Lucha contra los Incendios Forestales.

2.4.1.c. Emplazamiento

La instalación de la que se trata en este proyecto, no está situada en zona de especial protección para las aves o de especial conservación definidas en el artículo 2.1.d) de la Ley 2/1989, de 18 de julio de espacios protegidos de Andalucía.

Igualmente no se describen áreas de conservación de rapaces que puedan afectar al trazado del presente proyecto.

❖ Características y descripción de la zona

Desde el punto de vista medioambiental la zona del proyecto así como sus aledaños, se caracteriza por ser una zona mixta entre formaciones arbustivas y arbóreas de árboles autóctonos y de replantación.

- **Vegetación:** La vegetación no sufre de manera significativa alteraciones por la realización del proyecto, pudiendo únicamente sufrir alguna alteración puntual debido al paso de vehículos y de la maquinaría necesaria para la realización del proyecto. Esta posible alteración afectaría principalmente a especies típicas de monte bajo. Predomina principalmente la vegetación de montaña y monte bajo tales como el brezo y los enebrales, así como masas de árboles autóctonos como alcornoques, encinas, rebollos, además de masas arbóreas de repoblación como pinos.

- **Fauna:** Por las características topográficas de pendientes suaves y los usos del suelo que han ido despejando grandes formaciones boscosas para convertirlas en praderas y pastos, la fauna predominante en estos espacios abiertos, son mamíferos de pequeño porte.

2.4.2.Características de la línea y materiales empleados

La línea aérea de alta tensión (L.A.A.T.) que se proyecta para 132 kV será con conductor LA-180 (116,20 mm^2) en montaje tipo doble circuito al tresbolillo.

- Apoyos

Todos los apoyos serán metálicos y galvanizados en caliente, resueltos con fuste en barras atornilladas o electro-soldadas y cabeza en cuerpo único soldado.

- Cadenas

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

Las cadenas de aislamiento pueden ser del tipo polimérico o de vidrio, en cuyo caso, los apoyos de alineación, para cada cadena estará compuesta por 10 elementos U100BS y en los de ángulo, anclaje y fin de línea, cada cadena estará compuesta por 10 elementos U1000BS.

- Conductores

En este proyecto se ha considerado el conductor LA-180, cuyas características son:

- Sección_____181,6 mm^2
- Diámetro_____17,5 mm
- Carga de rotura_____6.387 daN
- Peso_____0,675 kg/m
- Módulo de elásticidad_____8.036 daN/mm^2
- Coeficiente de dilatación_____$1,781*10^{-5}$ C^{-1}
- Resistividad a 20ºC_____0,194 Ω/km
- Composición_____30+7

2.4.2.a. Resumen tipos de apoyos

Nº apoyos con cadenas de aisladores horizontales: **103**

Nº apoyos con cadenas de aisladores verticales: **72**

2.4.3.Riesgos ambientales y corrección

2.4.3.a. Ruidos y vibraciones

Esta instrucción ambiental tiene por objeto definir la sistemática para el control del ruido y vibraciones de las instalaciones de Transporte, fijar aquellos parámetros

que permiten realizar el seguimiento y establecer la secuencia de actuación en caso de que los resultados no sean satisfactorios. Esta instrucción es de aplicación tanto a la línea de alta tensión como a la subestación eléctrica.

❖ Definiciones

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

- Nivel de fondo: Es el nivel sonoro existente en el punto de medición suprimiendo la emisión de la fuente ruidosa objeto de comprobación.

- Nivel sonoro en dBA: Nivel de presión sonora, modificado de acuerdo con la curva de ponderación A, que corrige las frecuencias ajustándolas a la curva de audición del oído humano.

- dB(A): decibelio A: Unidad de medida de niveles de ruido correspondiente a la escala establecida mediante el empleo de la curva de ponderación A que compensa las diferencias de sensibilidad que el oído humano tiene para las distintas frecuencias dentro del campo auditivo.

- Frecuencia: Es el número de pulsaciones de una onda acústica senoidal ocurridas en un tiempo de un segundo.

- Vibraciones: Se entiende, en general, por sensación de vibración, la sensación de excitación vibrátil que se produce por contacto directo del cuerpo humano con un cuerpo sólido que vibra.

- Efecto corona: Alrededor de los conductores de una línea de alta tensión el campo eléctrico es muy intenso y se produce una ionización de las moléculas de aire, que originan minúsculas descargas eléctricas intermitentes. Este fenómeno conocido con el nombre de "efecto corona" produce un ruido audible muy característico. El nivel de ruido audible generado por el efecto corona depende esencialmente de la intensidad de campo eléctrico en la superficie del conductor, también depende de las condiciones climatológicas. Durante períodos secos el nivel de ruido

audible es considerablemente inferior que durante condiciones de humedad.

- ❖ Medición de ruidos

Se realizan medidas del nivel de ruido en el ambiente exterior y/o interior siempre que se produzca una queja justificada en materia de ruidos.

Por iniciativa de la Dirección Territorial de Distribución debido principalmente a que:

- Exista una variación de las condiciones acústicas de equipos instalados en la Instalación.
- Exista cualquier modificación o ampliación de las instalaciones.

En cualquiera de los casos los responsables de la instalación podrán solicitar la medición del ruido.

En aquellos casos en los que, por observación directa, se determine la necesidad de aplicar medidas correctivas, no se realizará la medición y se procederá según se especifica en la normativa pertiente.

- ❖ Equipos de medición y calibración

Las mediciones de niveles sonoros se realizan utilizando sonómetros de precisión de Clase 1 o Clase 2 que cumplan con las Normas vigentes sobre sonómetros o sonómetros integradores.

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

Se garantizará que los equipos estén correctamente calibrados. Los sonómetros son auto-calibrados antes de realizar cualquier medición y al finalizar la misma conforme se indica en sus manuales.

La calibración puede variar según la marca del equipo aunque de forma general se procede del siguiente modo:

- Seleccionar la posición calibración del equipo.

- Acoplar el calibrador al micrófono y ponerlo en marcha mediante el interruptor.

- Esperar unos 30 segundos. El valor leído debe coincidir con el nivel seleccionado en el calibrador, de no ser así ajustar el sonómetro hasta que coincida con el nivel correcto.

- Aceptar la calibración.

❖ Evaluación del ruido

La evaluación del ruido consiste en la comparación de los niveles medidos con los niveles máximos admisibles fijados en las normativas.

Los instrumentos legales actuales que regulan los niveles de inmisión de ruido son básicamente, las ordenanzas municipales de protección contra el ruido. La mayor parte de los municipios disponen de ordenanzas que regulan los niveles de estos ruidos. Los niveles generalmente están en función de la zona y del horario en que se producen. Las zonas son generalmente:

- las zonas residenciales,
- las zonas residenciales con pequeñas actividades compatibles con residencias o zonas mixtas.
- las zonas industriales no compatibles con residencias.

Existen dos horarios de referencia definidos (diurno y nocturno) que dependerán de las diferentes ordenanzas municipales. En términos generales el horario diurno queda comprendido entre las 8 horas y las 22 horas y el nocturno entre las 22 horas y las 8 horas del día siguiente.

❖ Tipos de medidas

Las medidas en el exterior se hacen a una altura de 1,2 m del suelo y, si es posible, a una distancia mínima de 3,5 m de las paredes, edificios o cualquier estructura reflectante del sonido.

Las mediciones interiores se realizan a una distancia de las paredes de 1 m y a 1,2 m del suelo. Se selecciona la pared que se considere fundamental en la transmisión del ruido. En caso de no haya una pared fundamental se toma como referencia la pared opuesta en la que se manifieste más el ruido de fondo ortogonal hacia la pared (ángulo horizontal) y ligeramente inclinado hacia arriba (ángulo vertical). En el lugar seleccionado se mueve experimentalmente el sonómetro paralelamente a la pared transmisora tratando de localizar el punto de mayor presión acústica. Este movimiento se realiza a lo largo de 0,5 m. en cada sentido. En el lugar donde se aprecia mayor intensidad acústica se fijará la estación de medida.

- Medición en línea de alta tensión

El ruido audible originado por las líneas eléctricas de alta tensión consiste en un zumbido de baja frecuencia y un chisporroteo denominado "Efecto Corona" que es perceptible bajo los conductores, pero a unos pocos metros de distancia este ruido es enmascarado por el nivel de fondo. Su incidencia se reduce a una banda de escasos metros a ambos lados de la línea, y baja rápidamente hasta anularse, al alejarse el observador de la misma. Se elegirán predominantemente los lugares en los que el ruido sea más elevado, y si fuera preciso, en el momento y situación en que las molestias son más acusadas. Por ello, para determinar el nivel de ruido se realiza la medición bajo los conductores y a distancias equidistantes del centro de la línea y a ambos lados de la misma. Los puntos de medición se seleccionan atendiendo a la proximidad de núcleos de población. Las medidas se realizan en el período horario en que la normativa es más estricta (horario nocturno).

- Medición en subestación eléctrica

Los puntos de medición se eligen atendiendo a las posibles molestias que pueda originar a la población, incluyendo en los mismos y si se considera necesario, puntos en el interior de las viviendas próximas a la instalación.

- Parámetros de medida y actuaciones en caso de incumplimiento

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

De forma general, a falta de una indicación expresa en la normativa y si las características del sonómetro lo permiten, los parámetros que se miden en cada uno de los puntos son los siguientes:

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

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

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

En caso de incumplimiento de los límites establecidos por la Ordenanza Municipal correspondiente y por la legislación vigente aplicable se procede según se especifica en la legislación específica.

2.4.3.b. Emisiones de los campos eléctricos

El objeto es definir un método normalizado de medida de campos eléctricos (CE) y magnéticos (CM) en las Instalaciones de Eléctrica, para determinar el grado de perturbación que podría producir la emisión de un campo eléctrico y/o de inducción magnética en las mismas. De esta forma se pretende asegurar que la operación en las instalaciones propias no supere los límites estipulados en la recomendación europea que son a frecuencia industrial de 50 Hz las siguientes:

- Campo eléctrico: 5 kV/m
- Campo magnético: 100 µT

❖ Definiciones

- Intensidad de campo eléctrico: Si se tiene un conjunto de cargas eléctricas y se coloca una carga de prueba q inmóvil en dicha región, esta carga experimentará una fuerza. Esta fuerza será proporcional a la carga q, de tal modo que el cociente F/q es invariable y representa una propiedad local del espacio que denominamos campo eléctrico E. El campo eléctrico se expresa en voltios por metro (V/m). La intensidad de campo eléctrico

en un punto del espacio, es un vector definido por sus componentes espaciales a lo largo de tres ejes ortogonales. Para campos sinusoidales de régimen permanente, cada componente espacial es un número complejo o fasor (véase fasor). Los componentes espaciales (fasores) no son vectores. Las componentes espaciales tienen un ángulo en función del tiempo, mientras que los vectores tienen ángulos espaciales. Una representación de un campo eléctrico sinusoidal de régimen permanente, útil para caracterizar campos de líneas de transmisión de energía eléctrica, es un vector girando en un plano donde describe una elipse cuyo semieje mayor representa la magnitud y dirección del máximo valor del campo eléctrico, y cuyo semieje menor representa la magnitud y dirección del campo un cuarto de ciclo más tarde. El campo eléctrico en dirección perpendicular al plano de la elipse es cero.

- Frecuencia: Número de ciclos completos de variación sinusoidal por unidad de tiempo. Los componentes de los campos eléctrico y magnético tienen una frecuencia fundamental igual a la de las tensiones y corrientes de la línea de transmisión de energía eléctrica. Las frecuencias más utilizadas en líneas de corriente alterna son 60 (en América del Norte) y 50 Hz (en Europa).

- Densidad de flujo magnético: Los campos magnéticos son producidos por cargas en movimiento, es decir, por corrientes eléctricas (también se pueden producir campos magnéticos con imanes permanentes). El campo magnético en un punto dado del espacio puede ser definido como la fuerza que se ejerce sobre un elemento de corriente situado en dicho punto. Esta magnitud, conocida como campo magnético H, se expresa en amperios por metro (A/m). Normalmente, el campo magnético se representa por la inducción magnética o densidad de flujo magnético B. Ambos términos se relacionan a través de la permeabilidad magnética μ ($B = \mu H$). La permeabilidad magnética depende del medio. En el vacío se designa como μo. En el aire y en la mayoría de los materiales no magnéticos (incluido el tejido humano) coincide esencialmente con μo y tiene un valor de 4p x 10-7 henrios/metro, por lo que la relación entre B y

H es invariable y se puede usar indistintamente. Las propiedades vectoriales del campo producido por las corrientes de las líneas de transmisión de energía eléctrica, son las mismas que las indicadas anteriormente para el campo eléctrico. La magnitud del campo se expresa en teslas (1 T = 104 G).

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

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

❖ Medición de los campos eléctricos y magnéticos

Se realizan medidas del nivel de campo electromagnético en el ambiente exterior y/o interior siempre que:

- Se produzca una queja justificada.

- Por iniciativa de la Dirección Territorial de Distribución debido a que exista una variación de las características de los equipos instalados o cualquier otra modificación o ampliación de las instalaciones.

Se responden todas las reclamaciones, quejas y solicitudes de información intentando disminuir la preocupación del reclamante. Si la reclamación persiste o se prevé que puede adquirir trascendencia el responsable de zona o departamento implicado valorará la necesidad de realizar la medición. En cualquier caso los responsables de la Instalación podrán solicitar la medición.

❖ Equipos de medida y calibración

Se deberá utilizar, para efectuar las mediciones, equipos de medición numérica o de agujas que posean, como mínimo, los siguientes rangos de medición:

- Campo eléctrico: de 1 V a 50 kV.
- Campo magnético: de 0,01 µT a 200 µT.
- Ancho de banda de frecuencias: 50 Hz.

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

❖ Evaluación de las medidas

La evaluación de los niveles de campo eléctrico y magnético consiste en la comparación de los niveles medidos con los niveles máximos admisibles fijados en las recomendaciones existentes en el ámbito estatal y europeo.

La normativa de referencia es la siguiente:

- Recomendación del Consejo de la U.E., de 12 de julio de 1999, relativa a la exposición del público en general a campos electromagnéticos de 0 a 300 Hz (199/519/CE).

- Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas. Dicha normativa, o modificaciones posteriores, es la que se utilizará para la comparación de los valores obtenidos.

❖ Actuaciones relativas a las medidas de campo electromagnético

En caso de incumplimiento de los límites establecidos por la Ordenanza Municipal correspondiente y por la legislación vigente aplicable se procede según se especifica en la legislación específica.

2.4.3.c. Gestión de residuos

El objeto de la presente Instrucción es definir el modo de realizar la gestión de residuos peligrosos generados en las instalaciones llevadas a cabo en este proyecto.

❖ Definiciones

- Residuos peligrosos: Son aquellos que figuran en la lista de residuos peligrosos, así como los recipientes y envases que los hayan contenido, los que hayan sido clasificados como peligrosos por la normativa

comunitaria, los que pueda aprobar el Gobierno de conformidad con lo establecido en la Norma europea o en convenios internacionales de los que España sea parte y los definidos en las legislaciones Autonómicas correspondientes.

- Productor del residuo: Cualquier persona, física o jurídica cuya actividad, excluida la derivada del consumo doméstico, produzca residuos o que efectúe operaciones de tratamiento previo, de mezcla, o de otro tipo que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de estos residuos.

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

- Gestión: La recogida, el almacenamiento, el transporte, la valorización y/o eliminación de los residuos, incluida la vigilancia de estas actividades, así como la vigilancia de los lugares de depósito o vertido después de su cierre.

- Gestión interna: Conjunto de operaciones de agrupamiento y almacenamiento temporal de los residuos realizada por los productores al objeto de facilitar las operaciones de gestión posterior.

- Centro generador de residuos: Cualquier instalación productora de residuos.

- Centro productor de residuos: Agrupación de varios centros generadores de residuos donde se realiza su gestión unificada.

❖ Tipos de residuos

Los distintos residuos industriales peligrosos que se gestionan conforme a la presente Instrucción Técnica son:

- Aceite dieléctrico usado
- Disolventes usados

- Trapos, papel, serrines, filtros de aceite y otros absorbentes contaminados con disolventes, grasas y aceites.
- Tubos fluorescentes y lámparas de vapor de mercurio.
- Baterías usadas.
- Pilas usadas.
- Residuos con amianto.
- Envases contaminados (de pinturas, productos químicos, etc.)
- Residuos de laboratorio y productos químicos caducados.
- Transformadores y otros equipos usados que contengan aceite dieléctrico.
- Residuos con PCBs o PCTs y elementos que los contengan.
- Postes impregnados con creosotas.
- Residuos de instalaciones con SF6.
- Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos con componentes peligrosos (RAEEs).
- Toner usados.

❖ Recogida selectiva y traslado de residuos

Los operarios de mantenimiento son los responsables de recoger en contenedores adecuados los residuos peligrosos por ellos generados y transportarlos hasta los puntos de recogida en los Centros Laborales o directamente al almacén de residuos peligrosos.

Las pequeñas cantidades de aceite usado que se produzcan en las labores de mantenimiento, se recogen en un bidón destinado a tal efecto, hasta que el mismo este completo para su traslado al Centro Productor que corresponda. El mismo procedimiento se sigue para los disolventes y otros productos líquidos que se desechen.

Se procurara que la zona donde estén ubicados los puntos de recogida con los contenedores temporales este a cubierto, sobre suelo impermeable y que los contenedores que contengan líquidos se hallen situados sobre cubetos de recogida de posibles derrames.

Desde estos puntos de recogida, los residuos peligrosos, se envían a los almacenes de residuos peligrosos (Centro Productor) de cada zona o Isla. De forma general, serán los mismos servicios generadores de los residuos quienes trasladen los residuos al Almacén RP.

En algunos casos concretos, es el servicio de almacenes el encargado de trasladar, previa solicitud del servicio productor, los residuos hasta el correspondiente almacén. Se tomarán las medidas necesarias a fin de evitar el daño en los recipientes y embalajes. La carga siempre irá cubierta y se asegurará la misma con el fin de evitar movimientos o que pueda ser golpeada durante el transporte, en especial en recorridos de difícil acceso o en mal estado. En caso de que sea necesario un transportista autorizado para traslado de residuos este será gestionado directamente desde el centro productor, evitando cualquier traslado con riesgo de incumplimiento de la normativa. Este sería el caso de los aceites con PCBs o de materiales con amianto, o cuando se superen las cantidades exentas para aplicación del ADR.

- Almacenamiento y registro

Almacenamiento: Los residuos permanecen en el almacenamiento temporal, hasta la retirada definitiva por parte del gestor autorizado. En cualquier caso, los residuos no pueden permanecer almacenados por más de seis meses en dicho punto, salvo autorización del Órgano Competente de Andalucía.

El almacén de residuos peligrosos debe estar separado del resto por un cerramiento y debidamente identificado. El suelo será estanco, impermeable, con pendiente. El responsable del almacén de residuos peligrosos actualiza la Base de Datos de control de almacenamiento o libro de registro de residuos peligrosos cada vez que haya una entrada de nuevos residuos o que vayan a ser retirados por el gestor autorizado.

Registro: La base de datos consta de dos partes, una para registro de control del almacenamiento y otra para registro de los residuos peligrosos entregados a gestor (Libro de Registro). Los campos mínimos que contendrán los registros son los siguientes:

- Registro de control de almacenamiento:

- Almacén: lugar donde se almacena el residuo.
- Residuo: tipología.
- Tipo de envase: bidones, cajas, palets, unidades.
- Cantidad: entrada, salida y almacenada.
- Fecha: de entrada, de salida y límite legal de almacenamiento.

- Registro de residuos entregados a gestor:

  - Fecha: de retirada.
  - Centro productor: instalación de donde procede el residuo.
  - Residuo: tipología.
  - Cantidad: Kg retirados.
  - Nº justificante: número documento de control y seguimiento o justificante de entrega.
  - Código: códigos de los residuos según C.E.R. y normativa estatal.
  - Datos del gestor: Nombre, NIF, número de autorización y datos del vehículo y remolque (matrículas) que ha efectuado la retirada. un lugar seguro.

❖ Retirada de residuos por gestor autorizado

El responsable del almacén de residuos peligrosos supervisa la operación de carga, comprobando que:

- La carga se realiza exclusivamente con los envases que corresponden.
- La carga se realiza correctamente y siguiendo las normas de seguridad adecuadas.

Una vez finalizada la operación de carga, el responsable del almacén de residuos exigirá al gestor los justificantes de entrega de residuos, realizando las siguientes actuaciones:

- Recoger el albarán de entrega.

- Recoger el documento Justificante de Entrega, para los residuos que tienen como destino un centro de tratamiento o depósito intermedio de la Comunidad Autónoma.

- El responsable del Almacén sellará y firmará la casilla correspondiente al residuo del Documento de Control de Recogida de Residuos Peligrosos.

- El responsable del Almacén sellará y firmará la casilla correspondiente al residuo de la Hoja de Control de Recogida de Aceites Usados "Documento A".

Los justificantes de retirada deben estar cumplimentados en su totalidad, tanto los datos correspondientes al gestor como al productor. Si no fuera posible la cumplimentación del justificante por parte del gestor en el instante de la recepción de los residuos, por ejemplo, no poderse determinar el peso exacto de la partida, se exigirá el justificante de entrega sin el peso, indicando "pendiente de peso", y se mandará copia del mismo junto con una copia del albarán al Responsable Territorial de Medio Ambiente, con posterioridad el gestor enviará los datos que se añadirán al justificante correspondiente.

2.4.4.Medidas de prevención, seguimiento y control

Además de los controles y mediciones sobre los aspectos explicados con anterioridad, las principales medidas de prevención llevadas a cabo sobre el presente proyectos son las siguientes:

- La primera medida preventiva ha sido la utilización en la subestación eléctrica como sistema aislante de un gas, el hexafloruro de azufre -SF6, gas óptimo para esta función ya que no es tóxico, es muy estable y no inflamable, además de ser inodoro e incoloro a condiciones normales de presión y temperatura (1.013 hPa y 20°C).

- En la realización de la explanación se adoptará la cota definitiva de la explanación de la plataforma de la edificación de tal forma que se reduzca la altura de los taludes a generar. De los terrenos donde se emplace la futura subestación de Archidona, se obtendrá una capa de tierra (30 ó 40 cm. de espesor), cuya conservación es importante, de modo que se

retirará y se acopiará en una zona adecuada. Se realizará una compensación de los volúmenes de desmonte y terraplén en los movimientos de tierra y en caso de que sea necesario aportar tierra desde el exterior, ésta deberá proceder del sobrante de la obra de la línea. Los taludes tendrán unas pendientes reducidas, menores, si es posible, al 30 % y con un acabado acordes con las formas naturales del terreno.

- Para evitar la contaminación del suelo por vertidos de aceites, grasas y gases, durante la fase de obra se prohibirá a los contratistas el vertido de todo tipo de sustancias al suelo y deberán controlar que no se realicen cambios de aceites de la maquinaria en obra. Se acondicionará un depósito de combustible del grupo electrógeno de intemperie de la subestación para evitar pérdidas de estanqueidad del contenedor durante la fase de explotación. Además, se realizará un mantenimiento preventivo de todos los aparatos eléctricos que contengan aceite o gases dieléctricos. Los aceites generados, tanto durante la construcción como en la fase de explotación, tendrán la consideración de residuo peligroso y deberán ser gestionados conforme indica la legislación vigente.

- El contratista deberá adoptar a su cargo y responsabilidad, las medidas que le sean señaladas por las autoridades competentes y por la representación de la compañía eléctrica contratante para causar los mínimos daños sobre el uso de suelo (orden, limpieza y limitación), así como el menor impacto en la construcción de la subestación, del tramo aéreo de la línea y de las líneas soterradas. Además los contratistas deberían causar los mínimos daños sobre las propiedades.

- La realización de las obras en las infraestructuras que conforman el proyecto (Subestación, Línea AT aérea y Línea AT soterrada) mediante tramos, permitirá gestionar los trabajos de forma que generen el menor impacto posible, no realizando trabajos en las zonas más sensibles de fauna en la época de cría.

- Para reducir las molestias ocasionadas por las obras, se deberá evitar la concentración de maquinaria y trabajos en una misma área, se empleará

maquinaria que cumpla con los límites sonoros establecidos en la legislación vigente y se llevará a cabo un correcto mantenimiento y uso para que los niveles de ruidos se mantengan lo más bajo posible. Esta medida también se aplicará en el trazado de la línea con la necesaria regulación del tráfico habitual.

- Con respecto a la hidrología superficial y subterránea, se plantean las siguientes medidas: la realización de los cambios de aceites y gasoil de la maquinaria se realizarán preferiblemente en taller autorizado al efecto; y en segundo lugar, es necesario aplicar medidas sobre los siguientes accesos a apoyos que cruzan grandes desniveles o discurren a lo largo de los mismos, donde se colocarán plataformas móviles en el cruce del desnivel, para evitar su erosión y alteración de la red de drenaje. En el caso de los cruces ocasionados sobre desniveles de menor identidad, se evitará realizar actuaciones que ocasionen obstrucción del cauce y se empleará, si es necesario, una plataforma para el paso de las mismas. Las proximidades de los barrancos deberán mantenerse libres de obstáculos y de cualquier material susceptible de ser arrastrado. Para minimizar los efectos sobre la vegetación se afectará a la mínima superficie en el entorno de la zona de construcción de la subestación, en todos los apoyos y los accesos situados en zonas de matorral, donde se debe procurar mantener al máximo la capa herbácea y arbustiva en las zonas afectadas por las obras.

- Las obras no cortarán ningún acceso actual, camino o senda y los que hubieran de resultar afectados serán reparados y acondicionados debidamente. Los accesos de nueva construcción que tengan carácter permanente, se realizarán con los parámetros constructivos mínimos necesarios para garantizar el tránsito seguro por ellas de vehículos tractores y todoterreno, debiendo supeditarse a este fin otras exigencias constructivas.

- En la apertura de los accesos se causarán los mínimos daños sobre las propiedades, ajustándose en todo momento al trazado acordado entre los

propietarios y los responsables de la línea. No se ocasionarán daños a terceros.

- Para proceder a la apertura de las zanjas de la línea AT soterrada, se minimizarán los daños sobre las propiedades, ajustándose en todo momento al trazado acordado. No se ocasionarán daños a terceros. El paso por fincas de propiedad particular requerirá la conformidad previa de los propietarios. Siempre que sea viable, se deberá evitar acometer la apertura de la zanja en época de lluvias o en el periodo inmediatamente posterior a un periodo de precipitaciones intensas. Las obras no dificultarán ni cortarán ningún acceso actual, y los que hubieran de resultar afectados serán reparados y acondicionados debidamente.

- Los contratistas deberán proceder a la recuperación de los daños según se hayan ido produciendo o de común acuerdo con los propietarios afectados, proceder a las correspondientes indemnizaciones

En cuanto a las medidas de seguimiento y control atendremos a lo estipulado en Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica y en concreto en el CAPÍTULO VI - Revisiones e inspecciones.

Artículo 163. Revisiones periódicas.

1. Las instalaciones de producción, transporte y distribución de energía eléctrica, a que se hace referencia en el artículo 111, deberán ser revisadas, al menos cada tres años, por técnicos titulados, libremente designados por el titular de la instalación.

Los profesionales que las revisen estarán obligados a cumplimentar los boletines, en los que habrán de consignar y certificar expresamente los datos de los reconocimientos. En ellos, además, se especificará el cumplimiento de las condiciones reglamentarias o, alternativamente, la propuesta de las medidas correctoras necesarias.

2. Los citados boletines se mantendrán en poder del titular de las instalaciones, quien deberá enviar copia a la Administración competente.

Artículo 164. Inspecciones.

1. Para las instalaciones cuya autorización corresponde a la Administración General del Estado, las inspecciones sobre las condiciones técnicas, así como sobre el cumplimiento de los requisitos establecidos en las autorizaciones, serán realizadas por la Comisión Nacional de Energía, mediante un procedimiento reglado, con la colaboración de los servicios técnicos de la Administración General del Estado o de las Comunidades Autónomas donde se ubiquen las mismas.

2. Si como consecuencia de las inspecciones realizadas se pusiera de manifiesto alguna irregularidad que precisase la intervención de las Administraciones Públicas, la Comisión Nacional de Energía, en su caso, o el órgano de la Administración competente de la Comunidad Autónoma, lo pondrá en su conocimiento del titular de la instalación junto con la propuesta de resolución y los plazos para subsanar dicha irregularidad.

3. La Comisión Nacional de Energía acordará, en su caso, la iniciación de los expedientes sancionadores y realizar la instrucción de los mismos, cuando sean de la competencia de la Administración General del Estado, e informar, cuando sea requerida para ello, aquellos expedientes sancionadores iniciados por las distintas Administraciones públicas.

2.4.5.Protección de la Avifauna

La finalidad de este anexo es hacer constar que el proyecto que nos ocupa, cumplirá con lo indicado en el Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.

2.4.5.a. Definiciones

- Aislador: Elemento aislante que soporta los conductores de la línea eléctrica en los apoyos de la misma, impidiendo el flujo de energía desde los conductores hacia el apoyo, manteniendo éste sin tensión.

- Aislador suspendido: Aislador que cuelga de la cruceta con su eje en posición vertical y el conductor se encuentra en la parte inferior del mismo.

- Apoyo o poste: Estructura de metal, madera, hormigón, u otros, que soporta los conductores en un tendido eléctrico y que está formada por el fuste, el armado, los aisladores, los conductores y los hilos de tierra.

- Apoyo de alineación: El que sirve solamente para sostener los conductores y cables de tierra, debiéndose ser empleado únicamente en alineaciones rectas.

- Apoyo de anclaje: El que debe proporcionar puntos firmes esfuerzos longitudinales de carácter excepcional.

- Apoyo de ángulo: El que se utiliza para sostener los conductores y cables de tierra en los vértices de los ángulos que forman dos alineaciones.

- Apoyo de fin de línea: El que debe resistir en sentido longitudinal de la línea la solicitación de todos los conductores y cables de tierra.

- Apoyo de derivación: Apoyo especial que sirve para derivar de una línea una o más líneas.

- Bóveda: Uno de los tipos posibles de disposición de la cruceta o armado en un apoyo. En él se mantienen las puntas de la cruceta a menor altura que la parte central.

- Cable de tierra aéreo: Conductor puesto a tierra intencionalmente en uno o todos los apoyos de una línea aérea, que generalmente se encuentra instalado por encima de los conductores de una línea aérea.

- Conductor: Parte de un cable que tiene la función específica de conducir la corriente.

- Cruceta o armado: Soporte de un apoyo en que se fijan los aisladores.

- Instalaciones eléctricas aéreas de alta tensión: Se definen como tendidos eléctricos de corriente alterna trifásica a 50 Hz de frecuencia, cuya tensión nominal eficaz entre fases sea igual o superior a 1 KV.

- Puente: Unión de conductores que asegura la continuidad eléctrica de los mismos, con una resistencia mecánica reducida.

- Salvapájaros o señalizadores: Dispositivo externo que se fija a los cables para su visualización a distancia por las aves.

- Seccionador: Aparato mecánico de conexión que, por razones de seguridad, en posición abierto asegura una distancia de seccionamiento que satisface unas condiciones específicas de aislamiento.

- Transformador: Máquina que transforma un sistema de corrientes en alta tensión en otro en baja tensión.

- Tresbolillo: Uno de los tipos posibles de disposición del armado en un apoyo. En él, los aisladores se fijan alternativamente a uno y otro lado del apoyo.

2.4.5.b. Medidas antielectrocución

La presente instalación eléctrica cumplirá las siguientes medidas antielectrocución:

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

b) Los apoyos con puentes, seccionadores, fusibles, transformadores, de derivación, anclaje, fin de línea, se diseñarán de forma que no se sobrepase con elementos en tensión las crucetas no auxiliares de los apoyos. En su defecto se procederá al aislamiento de los puentes de unión entre los elementos en tensión mediante dispositivos de probada eficacia.

c) La unión entre los apoyos y los transformadores o seccionadores situados en tierra, que se encuentren dentro de casetillas de obra o valladas, se hará con cable seco o trenzado.

d) Los apoyos de alineación cumplirán las siguientes distancias mínimas accesibles de seguridad: entre la zona de posada y elementos en tensión la distancia de seguridad será de 0,75 m, y entre conductores de 1,5 m. Esta distancia de seguridad podrá conseguirse aumentando la separación entre los elementos, o bien mediante el aislamiento efectivo y permanente de las zonas de tensión.

e) En el caso de armado tresbolillo, la distancia entre la cruceta inferior y el conductor superior del mismo lado o del correspondiente puente flojo no será inferior a 1,5 metros, a menos que el conductor o el puente flojo esté aislado.

g) Los apoyos de anclaje, ángulo, derivación, fin de línea y, en general, aquellos con cadena de aisladores horizontal, deberán tener una distancia mínima accesible de seguridad entre la zona de posada y los elementos en tensión de 1 metro. Esta distancia de seguridad podrá conseguirse aumentando la separación entre los elementos, o bien mediante el aislamiento de las zonas de tensión.

2.4.5.c. Medidas anticolisión

1. La instalación estará dotada de salvapájaros o señalizadores visuales en los cables de tierra aéreos o en los conductores, si aquellos no existen. En ausencia de cable de tierra aéreo se colocarán los salvapájaros en uno de los cables superiores.

2. Los salvapájaros o señalizadores consistirán en espirales, tiras formando aspas u otros sistemas de probada eficacia y mínimo impacto visual realizados con materiales opacos que estarán dispuestos cada 5 metros, cuando el cable de tierra sea único, o alternadamente cada 10 metros cuando sean dos los cables de tierra paralelos, o en su caso, en los conductores. 3. Se podrá prescindir de la colocación de salvapájaros en los cables de tierra cuando lleven adosado un cable de fibra óptica o similar, siempre que su sección no sea inferior a 20 mm.

2.4.6. Ejecución de las principales actividades de la obra respetando el medio ambiente

En el proceso de construcción de la línea y la subestación eléctrica podemos distinguir varias actividades que requieren que su ejecución se haga con sumo cuidado.

2.4.6.a. Obras de excavación y movimientos de tierras

Los caminos que se efectúen para el acceso a los apoyos se realizarán de modo que se produzcan las mínimas alteraciones del terreno. A tal fin se utilizarán preferentemente los caminos existentes, aunque en algunos casos su desarrollo o características no sean los más adecuados.

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

Está prohibido alterar las escorrentías naturales del agua, así como realizar desmontes o terraplenes carentes de una mínima capa de tierra vegetal, que permita un enmascaramiento natural de los mismos. Cuando las características del terreno lo obliguen, se canalizarán las aguas de forma que se eviten encharcamientos y erosiones del terreno.

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

Señalizar el acceso a cada apoyo de manera que todos los vehículos realicen las entradas y salidas por un mismo lugar y utilizando las mismas rodadas.

Alrededor de cada apoyo se limitará el espacio de servidumbre a ocupar para realizar los trabajos y que nunca ocupará mas espacio del estrictamente necesario.

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

Mantener cerradas en todo momento las cercas o cancelas de propiedades atravesadas, a fin de evitar movimientos de ganado no previstos.

Podrá utilizarse material de aportación en el acondicionamiento de pasos para el acceso con camión a los apoyos, pero cuando no esté prevista una utilización posterior de estos pasos, se efectuará la restitución de la capa vegetal que previamente se habrá retirado.

En huertos, frutales, viñas y otros espacios sensibles, el responsable de E.D.E. podrá imponer que el acceso sea realizado con vehículos ligeros (Dumper), caballerías, etc.

La excavación de los apoyos se realizará mediante máquina retroexcavadora con ruedas o cadenas. En caso de no sea posible el acceso de estas máquinas, se efectuará la excavación manual mediante herramientas manuales o compresores.

El Contratista se compromete a colocar y mantener las señalizaciones y protecciones necesarias, en todos los hoyos, para evitar la caída de personas o animales, asumiendo la responsabilidad civil o criminal en que pudiera incurrirse.

Serán entibados todos los hoyos que presenten o en que puedan presentarse desprendimientos, por seguridad de las personas, y para mantener el terreno con su cohesión natural. Si penetrase agua en los hoyos, ésta deberá ser evacuada inmediatamente antes del hormigonado.

Cuando se efectúen desplazamientos de tierras, la capa vegetal arable será separada de forma que pueda ser colocada después en su yacimiento primitivo, volviéndose a dar de ésta forma su estado de suelo cultivable. La ocupación de suelo será solamente lo previsto en las dimensiones de cimentación de cada apoyo.

La tierra sobrante de la excavación deberá ser transportada a un lugar donde al depositarla no ocasione perjuicio alguno.

La apertura de hoyos deberá coordinarse con el hormigonado de tal forma que el tiempo entre ambas operaciones se reduzca tanto como la consistencia del terreno lo imponga. Si las causas atmosféricas o la falta de consistencia, lo aconsejaran, puede imponerse la apertura y hormigonado inmediato, hoyo a hoyo.

En ningún caso la excavación debe adelantarse al hormigonado en más de diez días naturales, para evitar que la meteorización provoque el derrumbamiento de los hoyos, pudiendo el representante paralizar los trabajos de excavación si los de hormigonado no avanzan adecuadamente.

2.4.6.b. Obras de Hormigón

El hormigonado de los apoyos se realizará con hormigón de planta mediante camión hormigonera. En los casos en que no sea posible el acceso del mismo, el hormigón se realizará in situ a pie de hoyo.

La primera operación a realizar, inmediatamente antes de comenzar el hormigonado consistirá en el hincado de la pica de toma a tierra en el fondo de la excavación, así como el conexionado de los cables de toma de tierra con dicha pica. Estos cables deberán quedar introducidos dentro de un tubo coarrugado de 29 mm de diámetro interior y con una longitud suficiente para sobresalir al menos 25 cm sobre la peana del apoyo.

Se colocará el anclaje sobre el foso debidamente emplazado en alineación, cota y nivelación, fijándolo a continuación al terreno de forma que no pueda sufrir movimiento.

Se rellenará la excavación de hormigón, vertido por capas o tongadas, evitando desplazamientos en la base del apoyo o anclaje. Se cuidará especialmente la compactación del hormigón, para lo cual se apisonará, como mínimo, cada 30 cm evitando cualquier golpe contra el anclaje.

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

2.4.6.c. Maniobras de Izado

Una vez comprobado que los apoyos no presentan anomalías se procederá al armado de las series de apoyos, para lo cual se tendrá en cuenta que el izado puede efectuarse de dos formas:

- Armado en el suelo para posteriormente izar la torre completa con grúa.
- Armado e izado por elementos (barras o cuerpos) de la torre mediante pluma.

El sistema de izado del apoyo debe ser adecuado al tipo del mismo, y una vez instalado dicho apoyo, deberá quedar vertical, salvo en los apoyos de fin de línea o ángulo, que se le dará una inclinación de 0,5 a 1 % en sentido opuesto a la resultante de los esfuerzos producidos por los conductores.

No podrá comenzarse a izar un apoyo hasta que haya transcurrido, como mínimo, una semana desde que se realizó el hormigonado de su anclaje.

En el izado de apoyos con grúa, ésta habrá de tener una longitud de pluma y una carga útil de trabajo para poder izar el apoyo más desfavorable, teniendo en cuenta los coeficientes de seguridad exigibles en este tipo de maquinaria. No esta permitido izar con grúa aquellos apoyos que por encontrarse en zonas de viñedos, frutales, huertas, etc., pudiera provocar daño en los cultivos. Los accesos de las grúas serán los mismos que los usados para la obra civil y los acopios.

En cada apoyo se colocará una placa normalizada de "riesgo eléctrico", utilizando alguna de las soluciones constructivas previstas (flejado o adhesivo), no pudiéndose taladrar el montante del apoyo.

Igualmente se numerará el apoyo, siguiendo la numeración dada por el técnico encargado de la obra.

2.4.6.d. Tendido

Necesariamente, antes de proceder al tendido de los conductores, en todos los apoyos habrán de estar colocadas las placas de indicación de riesgo eléctrico.

No podrá comenzarse el tendido de los conductores hasta transcurrido un tiempo mínimo de una semana entre la terminación del hormigonado de los apoyos y el comienzo del tendido. No obstante a lo anterior, siempre que sea posible, se procurará que el tiempo transcurrido entre la terminación del hormigonado y el comienzo del tendido sea lo mayor posible, siendo lo óptimo que hayan transcurrido 28 días.

Las bobinas de conductores, en sus diversos movimientos, deberán ser tratadas con sumo cuidado para evitar deterioros en los cables y mantener el carrete de madera en buen estado de conservación. Para ello, en la carga y descarga, se utilizarán medios mecánicos adecuados para evitar choques bruscos de los carretes que pudieran provocarles daños.

No podrán realizarse los acopios de las bobinas en zonas inundables o de fácil incendio.

Las poleas de tendido del cable de aluminio-acero serán de aleación de aluminio y su diámetro en el interior de la garganta será, como mínimo 20 veces el del conductor. Cada polea estará montada sobre rodamientos de bolas suficientemente engrasadas y las armaduras no rozarán sobre las poleas de aluminio.

Cuando sea preciso efectuar el tendido sobre vías de comunicación, (carreteras, autovías, ferrocarriles, caminos, etc.), se establecerán previamente protecciones especiales de carácter provisional que impidan la caída de los conductores sobre las citadas vías de comunicación, permitiendo al mismo tiempo, el paso por las mismas sin interrumpir la circulación. Estas protecciones, aunque de carácter provisional, deben ser capaces de soportar con toda seguridad los esfuerzos anormales que por accidentes puedan ocurrir en caso de caer algún (o algunos) cables sobre ellas. Las protecciones que se monten en las proximidades de carreteras o caminos serán balizadas convenientemente.

En todos los cruzamientos de carreteras se dispondrán de señales de tráfico de obras, limitaciones de velocidad, peligro, etc., que el Organismo Oficial competente de carreteras estime oportuno.

El contratista deberá, con la antelación suficiente que exigen los distintos organismos oficiales, tener planificados los cruces de carreteras, ferrocarriles, líneas

eléctricas, etc., con el fin de que puedan organizar los cortes de tráfico, avisos a vigilantes etc.

Excepto en líneas de pequeña entidad en las que, con la aprobación del técnico de la obra, se podrá ejecutar el tendido manualmente, este se realizará con la utilización de freno y maquina de tiro.

Tanto si el tendido se realiza con medios manuales como mecánicos, se contará con un sistema adecuado de comunicaciones que permita en todo momento paralizar los tiros del conductor si cualquier circunstancia así lo aconseja. Asimismo se contará con un número de personas suficiente para poder ejecutar correctamente los trabajos de tendido, tense y regulado.

Para el tendido con medios mecánicos, se usarán tambores de frenado cuyo diámetro no sea inferior a 60 veces el conductor que se vaya a tender.

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

Con objeto de evitar "jaulas" en los conductores durante el tendido, el sistema de suspensión de las bobinas, irá provisto de mecanismos de frenado hidráulico o mecánico.

Durante el tendido será necesaria la utilización de dispositivos para medir el esfuerzo de tracción de los cables en los extremos del tramo cabrestante y freno. El del cabrestante habrá de ser máxima y mínima con dispositivo de parada automática cuando se produzcan elevaciones o disminuciones anormales de las tracciones de tendido.

2.4.7. Valoración de impactos

En este caso valoramos las intensidades de las acciones del proyecto sobre la calidad ambiental de la zona en la que se va a desarrollar mediante una matriz de impactos que nos permitirá valora el impacto sobre el medio ambiente en cada fase del proyecto. La valoración de los impactos puede ser:

- Nulo: El impacto de la acción sobre el conjunto de los componentes del ambiente o el impacto sobre uno de los componentes del ambiente por el conjunto de las acciones no es relevante o su afección es inapreciable en el medio ambiente.

- Bajo: El impacto de la acción sobre el conjunto de los componentes del ambiente o el impacto sobre uno de los componentes del ambiente por el conjunto de las acciones es bajo no alterando de manera significativa en el medio ambiente.

- Medio: El impacto de la acción sobre el conjunto de los componentes del ambiente o el impacto sobre uno de los componentes del ambiente por el conjunto de las acciones producen una alteración moderada sobre el medio ambiente.

- Alto: El impacto de la acción sobre el conjunto de los componentes del ambiente o el impacto sobre uno de los componentes del ambiente por el conjunto de las acciones genera una alteración importante sobre el medio ambiente.

- Muy alto: El impacto de la acción sobre el conjunto de los componentes del ambiente o el impacto sobre uno de los componentes del ambiente por el conjunto de las acciones es irrecuperable, alterando gravemente el medio ambiente.

Los impactos Medios y Altos son susceptibles de reducir su intensidad mediante la aplicación de medidas correctoras que disminuyan o neutralicen la magnitud del impacto causado sobre los distintos factores ambientales. La identificación establecida, y matriz de impactos que se ha obtenido se muestran a continuación:

Identificación	**Nulo**	
	Bajo	
	Medio	
	Alto	
	Muy Alto	

		Físico							Biológico	
		Aire		Agua		Suelo				
Fases y actividades /componentes ambientales		Calidad del aire	Niveles de ruido y vibraciones	Calidad de aguas superficiales	Calidad de aguas subterráneas	Cobertura vegetal	Calidad del suelo	Estabilidad de laderas y taludes	Fauna	Paisaje
Fase de construcción	Construcción de pistas y accesos									
	Desbroce y despeje de superficies									
	Excavaciones y movimientos de tierras									
	Acopio de materiales									
	Obras de hormigón									
	Izado y tendido									
	Ruidos propios de construcción									
Fase de explotación	Ruido de operación									
	Contaminación por vehículos									
	Contaminación por mantenimientos									

2.4.8. Conclusiones

Como resultado final de esta Estimación de Impacto Ambiental la valoración del presente proyecto que se ubica entre los términos de Málaga y Archidona, es que dicho proyecto es COMPATIBLE con las características ambientales de la zona, y manteniendo prácticamente inalterados todos los medios físicos y biológicos.

2.5. Proyecto de Seguridad y Salud

2.5.1. Antecedentes

Para mejorar el transporte de energía en España, se ha proyectado la construcción de una subestación tipo AIS formada por dos parques, uno de 132 kV y otro de 66 kV. Formará parte del interconexionado entre sistemas de transporte y distribución de la red eléctrica.

Se necesita transportar a dicha subestación ubicada en Archidona (Málaga) una potencia de 55 MW con un factor de potencia de 0,9.

Para transportar esta potencia recurriremos a la subestación de Ramos ubicada en Málaga. Tendremos una longitud de línea de 43.922 m desde el lugar de origen al destino. Debido a la gran longitud de la línea recurriremos al transporte aéreo por motivos económicos, aunque la entrada a la subestación será en subterráneo.

De acuerdo con el artículo 4 del Real Decreto 1627/97 de 24 de octubre sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en Obras de Construcción, la redacción de Estudio de Seguridad y Salud tendrá carácter obligatorio cuando en las obras a que se refiere el proyecto de referencia se dé alguno de los siguientes supuestos:

- Que el presupuesto de ejecución material de la obra por contrata sea igual o superior a 75 millones de pesetas (450.759 €).
- Que la duración estimada de la obra sea superior a 30 días laborables, empleando en algún momento a más de 20 trabajadores.
- Que el volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores sea superior a 500.
- Que se trate de obras de túneles o galerías, conducciones subterráneas y presas.

En base a lo anterior, se lleva a cabo la redacción del presente Estudio de Seguridad y Salud con la finalidad de indicar las condiciones necesarias en la prevención de accidentes laborales y enfermedades profesionales.

2.5.2. Objeto y ámbito de aplicación

El objeto de la redacción del presente estudio sobre seguridad y salud es incluir unas normas que sirvan de referencia para reducir la posibilidad de que los trabajadores sufran un accidente laboral o una enfermedad profesional. De esta forma, se lleva a cabo una planificación para una posible medicina asistencial y de primeros auxilios que se ejecutará durante la puesta en marcha del proyecto "Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV".

Como se ha expuesto anteriormente el presente estudio se ha elaborado de acuerdo con lo establecido según lo dispuesto en el Real Decreto 1627/97 de 24 de octubre sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en Obras de Construcción, aunque también se ha tenido en cuenta la siguiente normativa:

- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de riesgos laborales, corrección de errores y modificaciones posteriores.

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

- Real Decreto 1495/1986, de 26 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad en las máquinas.

- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo

- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.

- Real Decreto 39/97 de 17 de Enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención, corrección de errores y modificaciones posteriores.

- Real Decreto 171/04 de 30 de Enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la LPRL en materia de coordinación de actividades empresariales.

2.5.3. Descripción de los trabajos

El origen de la línea aérea será el primer apoyo que se instalará en el pórtico de la subestación de Ramos en la ciudad de Málaga y que a través de un total de 175 apoyos más un tramo de línea subterránea de 25 metros, llegará a la subestación proyectada en el municipio de Archidona.

La distancia total que cubrirá este proyecto es de 43947 metros, transcurriendo por la provincia de Málaga.

2.5.3.a. Actividades principales

Durante la ejecución del proyecto las principales actividades que se llevarán a cabo son las siguientes:

- Implantación de obra y señalización
- Acopio de materiales
- Obras de excavación y movimiento de tierras
- Obras de hormigón
- Encofrados
- Montaje de estructuras metálicas
- Maniobras de izado
- Tendido , regulado, engrapado, conexionado de conductores aéreos y subterráneos
- Colocación de accesorios
- Puesta en servicio de la instalación

Cuando el proyecto se encuentra desarrollado de manera definitiva el contratista podrá ampliar, es su caso, las medidas acerca del plan de Seguridad y Salud.

2.5.3.b. Situación y climatología

El proyecto que se describe en el presente plan se sitúa entre la ciudad de Málaga y el municipio de Archidona. La climatología de la zona destaca por temperaturas templadas durante el invierno con unas mínimas suaves y veranos moderados debido a su cercanía con el mar. A medida que nos alejamos de la ciudad de Málaga el clima es más seco.

2.5.3.c. Características del entorno de trabajo

El proyecto de la línea eléctrica encuentra en su trayecto diferentes aspectos geográficos a tener en cuenta, ya que la línea aérea se cruzó con carreteras, ríos y otras líneas de alta tensión, por lo que las medidas de seguridad serán diferentes atendiendo a cada una de las distintas situaciones.

2.5.3.d. Personal

Los trabajadores necesarios para la ejecución del proyecto están estimados en 20 personas, entre los que serán necesarios diferentes tipos de oficios, entre ellos:

- Jefes de Equipo
- Montadores de estructuras metálicas
- Gruistas y maquinistas
- Ayudantes
- Jefes de Obra
- Técnicos de Ejecución
- Encargados
- Administrativos
- Personal de Seguridad

2.5.3.e. Maquinaria y herramientas a utilizar

La maquinaria a utilizar a lo largo del proyecto será la siguiente:

- Retroexcavadora con equipo de martillo rompedor
- Pala cargadora

- Camión basculante
- Camión autocargante
- Camión hormigonera autopropulsado
- Dumper
- Compresor
- Diferentes tipos de martillos
- Grúa móvil
- Soldadura por arco eléctrico
- Bobcat
- Herramientas de izado (eslingas, poleas, cuerdas, cables, cadenas, aparejos, grilletes, trácteles, etc.)

2.5.4.Riesgos laborales y medidas preventivas

En este punto se analizarán los riesgos que se pueden ocasionar a lo largo de la ejecución del proyecto, para después concretar las medidas preventivas con el fin de evitar tales riesgos.

Con el objetivo de no repetir innecesariamente riesgos asociados al proyecto, primero se expondrán aquellos que son generales a cualquier tipo de obra o instalación para después concretar aquellos específicos según el tipo de actividad desarrollada.

2.5.4.a. Riesgos generals

- Caídas de trabajadores a distinto nivel
- Caídas de trabajadores al mismo nivel

- Caídas de objetos o componentes sobre personas/trabajadores
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento
- Derrumbamiento 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

Para evitar estos posibles accidentes en el siguiente cuadro se recogen las medidas preventivas más importantes.

Iluminación y caídas	La iluminación de los puestos de trabajo será la adecuada para el correcto desarrollo de los trabajos
	Señalizar zonas en las que exista posiblidad de caídas de objetos
	Instalación de barandillas para evitar caídas
	Orden de materiales, cables, etc...para evitar caidas al mismo nivel
	Limpieza períodica de las zonas de trabajo con el fin de evitar posbiles caídas
Explosiones y toxicidas	Existencia en todos los trabajos de al menos 1 extintor de polvo polivalente
	En lo trabajos con proyecciones incandescentes de material combustible, se producira su retira lo antes posbile o se cubrirrán con un lona ignífuga.
	Los productos tóxicos se manupilarán de acuerdo con las indicaciones propias de cada fabricante
	En actividades con riesgo de proyecciones a terceros, se dispondrán de mamparas opacas de material ignífugo.
Atropellos	En todo momento se respetarán las señalizaciones y limitaciones de velocidad fijadas para la circulación de vehículos y maquinaria en el interior de la obra
	Todos los vehículos de la obra contarán con los índicadores ópticos y acústicos que la ley exige

2.5.4.b. Riesgos específicos

Ahora bien, debido a las características del proyecto y al conjunto tan diverso de actividades que se deben desarrollar en el mismo es necesario recoger los riesgos asociados a dichas actividades así como las medidas preventivas específicas para evitarlos.

- Implantación de la obra y señalización

Con carácter previo a la obra, el personal encargado hará un estudio detallado de la distribución de los servicios que serán necesarios para la correcta ejecución del proyecto (talleres, materiales, servicios del personal, equipos de protección individual,

etc.) así como la correcta señalización y estado de los accesos a la obra para los vehículos y personal autorizado.

Debido a que el trabajo entraña riesgo para terceras personas será necesario el vallado de los terrenos afectados por la ejecución del proyecto con especial referencia a la zona en la que se instalará la subestación eléctrica.

- Los riesgos más frecuentes en el desarrollo de esta actividad, además de los riesgos generales expuestos con anterioridad son:
- Riesgos asociados con la manipulación de materiales: incisiones, cortes, lumbalgias
- Riesgos provocados por la maquinaria
- Riesgos provocados por falta de orden y limpieza

Para evitar la proliferación de dichos riesgos el personal encargado de realizar esta actividad llevará como protección casco, botas, guantes, mono y el correspondiente cinturón antilumbago.

❖ Acopio de materiales

Esta actividad consistirá en la recepción y almacenamiento de los materiales necesarios para la ejecución del proyecto. Para ello se habilitarán zonas específicas a lo largo del trayecto donde se almacenarán dichos materiales. Una vez almacenados de manera correcta, serán transportados a las zonas donde se les requieran.

Dicho transporte será llevado a cabo por los vehículos autorizados para tal fin, prohibiéndose de manera estricta el uso de las grúas móviles para el transporte de materiales. Además, el personal nunca podrá viajar en el mismo habitáculo en la que va la carga.

De esta forma, los riesgos más importantes asociados al acopio de materiales son los siguientes:

- Riesgos provocados por la maquinaria
- Ruidos
- Riesgos provocados por falta de orden y limpieza

En este caso la protección de los trabajadores será de casco, botas, guantes, mono y el correspondiente cinturón antilumbago y los protectores de oídos correspondientes.

- ❖ Obras de excavación y movimiento de tierras

Esta actividad conlleva casi siempre el mismo tipo de riesgos asociado: Colisiones y atropellos, en la mayoría de los casos por distracciones.

Para ejecutar esta actividad, los movimientos de tierras tendrán que ser organizadas con carácter previo, no pudiendo el maquinista decidir la forma en la que se lleva a cabo. Estas actividades, dirigidas por el jefe de obra y el encargado correspondiente, deberán tener unas instrucciones claras y precisas para que el maquinista no dude en su ejecución, de tal forma que no se deje nada a la improvisación.

El área de acción de las máquinas deberá ser señalizada correctamente, evitando que el personal ajeno a la ejecución de la misma se encuentra dentro del recinto, evitando así atropellos o colisiones.

Además de estos dos riesgos, más los generales encontramos los siguientes:

- Vuelcos
- Aplastamientos por corrimientos de tierras
- Golpes con partes móviles de maquinarias

Por lo tanto, las protecciones a instalar en esta actividad son:

- Señalización interior y exterior de la obra
- Vallas de contención
- Bandas de plástico de señalización
- Pasares

Por su parte los empleados deberán contar con botas, casco, guantes, mono, cinturón antilumbago, protección para oídos, mascarilla anti polvo y un impermeable.

- ❖ Obras de hormigón

Los riesgos específicos asociados a las fases de hormigonado son:

- Riesgos derivados de la manipulación de materiales
- Riesgos derivados de la manipulación de hormigón como enfermedades de la piel y salpicaduras en los ojos
- Riesgos provocados por la maquinaria o el transporte
- Riesgo eléctrico
- Ruidos
- Riesgos derivados de trabajos de soldadura

Para evitar estos posibles accidentes las medidas de prevención necesarias son las siguientes:

- Interruptores diferenciales
- Barandillas en plataformas que tengan riesgos de caída superior a 2 metros

Las protecciones individuales serán botas, casco, guantes, mono, gafas, cinturón antilumbago, mascarillas anti polvo, protector de oídos, protección para la soldadura, cinturón de seguridad.

❖ Encofrado y desencofrado

Las tareas de encofrado se llevarán a cabo siempre con las escaleras de mano reglamentarias. Además, durante la carga o el traslado de tableros no podrá haber ningún operario en la zona. De esta forma y una vez quitados los correspondientes tableros se procederán a extraer o remachar los calvos o puntas que puedan quedar en la superficie.

Los trabajos de desencofrado serán realizados en las zonas contrarias a la zona de caída del desencofrado evitando así, caídas provocados por el arrastre de los tableros.

Estos trabajos serán llevados a cabo en todo momento bajo las correspondientes cintas de señalización.

Los riesgos asociados a las tareas de encofrado y desencofrados son:

- Desprendimientos de tableros
- Cortes por punzamientos
- Caídas de materiales provocadas en las tareas de desencofrado

En cuanto a la protección individual, los trabajadores contarán con botas, casco, guantes, mono, gafas, cinturón antilumbago, mascarillas anti polvo y cinturón de seguridad.

❖ Montaje de estructuras metálicas

Para la correcta ejecución de esta tarea es necesario hacer las siguientes subtareas de manera correcta:

- Señalización de zonas de trabajo a fin de evitar caídas de materiales
- El acceso a las zonas de maniobra con cargas suspendidas será restringido.
- El guiado de cargas para su ubicación definitiva, se realizará siempre mediante cuerdas guía manejadas desde lugares fuera de la zona de acción de su posible caída.
- Se taparán con barandillas de señalización y/o contención dependiendo del entorno o, según los casos, se señalizaran adecuadamente los huecos que se generen en el proceso de montaje.
- Se ensamblarán al nivel de suelo, en la medida que lo permita la zona de montaje y capacidad de las grúas, los módulos de estructuras con el fin de reducir en lo posible el número de horas de trabajo en altura y sus riesgos. Si en algún momento tiene que trabajarse en altura se seguirán las medidas de prevención reflejadas para trabajos en altura.
- La zona de trabajo, sea de taller o de campo, se mantendrá siempre limpia y ordenada.
- En el caso de desplazamiento de operarios sobre la estructura, se instalarán líneas de vida para el anclaje de los arneses anticaída que estarán provistos de absorción de energía, y también en aquellos casos en los que el trabajo no se pueda realizar con una plataforma elevadora o no sea posible montar plataformas de trabajo con barandilla.

Los principales riesgos asociados al montaje de estructuras metálicas, además de los riesgos generales, son los siguientes:

- Cortes y golpes por manejo de máquinas-herramientas
- Vuelco o desplome de piezas prefabricadas.
- Atrapamiento y/o aplastamiento de manos o pies en el manejo de los materiales o equipos.
- Caída de objetos y herramientas sueltas.

En cuanto a la protección individual, los trabajadores contarán con gafas de protección, línea de vida, absorbedor de energía y arnés anticaídas.

❖ Maniobras de Izado

Los aspectos a tener en cuenta al ejecutar este tipo de actividad priorizan la señalización de las zonas de trabajo con cargas suspendidas. De esta forma, en la zona de carga no deberá permanecer ninguna persona que no esté autorizada. Además el guiado de la carga se llevará a cabo a través de cuerdas especiales para ello y el personal solo entrará a la zona de peligro en el momento del acoplamiento.

Con estas medidas preventivas se evitará la aparición de los riesgos asociados a esta actividad, a saber:

- Contactos eléctricos
- Aplastamiento de personas por movimientos inesperados de las cargas
- Vuelvo del medio de elevación
- Golpes de equipos contra otras instalaciones

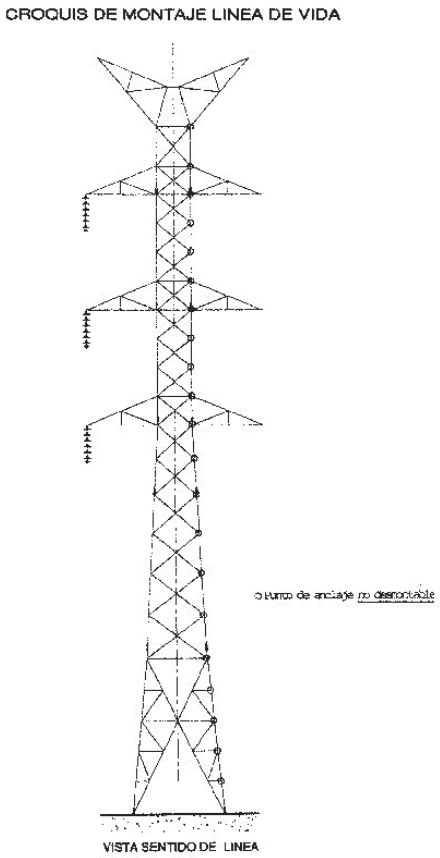
La protección individual de los trabajadores que desempeñen esta tarea constará de botas, casco, mono, guantes, arnés anticaída, línea de vida y absorbedor de energía.

❖ Tendido, regulado, engrapado, conexionado de conductores aéreos y subterráneo.

En los trabajos del tendido conductor se llevará a cabo un estudio del cantón a tender por parte del jefe de obra para estudiar de manera particular cada caso,

teniendo en cuenta las características de la orografía del terreno, así como las condiciones climatológicas de la zona, vientos y la posibilidad de trabajar con máquinas en la zona.

En los casos de trabajos en altura, y en concreto en aquellos que superen los 2 metros de altura, es obligatorio el uso de una línea de vida, como se ha explicado anteriormente. En la siguiente imagen se muestra el esquema de la línea de vida.



De esta forma los operarios subirán a lo largo del apoyo por el centro de una cara de línea, aunque con anterioridad se habrá señalizado en las bases del apoyo las patas de la cara por las que el trabajador debe ascender, intentando colocar la cuerda lo más centrada posible en esa cara.

En cuanto al ascenso o descenso de los materiales y herramientas necesarias para el tendido, el proyecto contará con las debidas cuerdas de servicio, que serán introducidas en bolsas portaherramientas. Estas cuerdas serán guiadas desde el

suelo para evitar movimientos imprevistos y balanceos. Estas cuerdas se colocarán en el centro del apoyo y estarán fuertemente amarradas.

Una vez comenzado el proceso de tendido de conductores se dispondrá de personal a lo largo de todo el recorrido para un seguimiento ocular de los trabajos evitando la aparición de accidentes o problemas en la ejecución de los trabajos. Estos trabajadores estarán comunicados con el emplazamiento del cabestrante.

En caso de producirse el descarrilamiento del tendido, la maniobra de recuperación será llevada a cabo por un mínimo de dos personas. De esta manera, el encargado de bajar la polea no se apoyará en el cable, ya que un pequeño movimiento del cable puede producir atrapamiento. Para volver a encarrilar el cable, todo el personal estará pendiente y comunicados entre sí.

Por otro lado, las tareas de regulado se llevarán a cabo a través de tracción por aparejos y la máquina cabestrante, utilizando una medición de flechas para colocar los conductores en su estado definitivo. Todo el personal que se encuentre encima de los apoyos se situará en el centro de los mismos mientras se lleva a cabo el regulado. De igual manera, los trabajadores que se encuentran en tierra no se pondrán en ningún momento debajo de la zona de regulado.

Por último el engrapado en las torres de suspensión se llevará a cabo a través de la colocación por parte del empleado de una escalera en suspensión, evitando así el apoyo en el cable.

Estas medidas intentan evitar la aparición de los siguientes riesgos:

- Contactos eléctricos
- Caída de objetos y herramientas
- Aplastamiento de manos o pies en el manejo de las herramientas
- Golpes de equipos contra otras instalaciones
- Descargas atmosféricas
- Riesgos eléctricos provocados por la inducción del circuito en tensión

La protección colectiva para estas tareas será:

- Equipos de puesta a tierra
- Verificador de ausencia de tensión
- Líneas de vida
- Señalización
- Pértigas para equipos de puesta a tierra

Por otro lado la protección individual constará de mono, botas, casco con burboquejo, gafas anti proyecciones, guantes de cuero y aislantes.

❖ Colocación de accesorios (Salvapájaros y balizado)

Para estas tareas la máquina se izará a través de cuerdas de servicio y poleas. Cuando la escalera este colocada dos trabajadores situarán la máquina sobre el cable objeto del trabajo. Esta máquina estará programada y se dirigirá por sí sola al apoyo anterior. Cuando se balice el vano la máquina será retirada y se bajará de la misma forma que fue izada.

La protección será la misma que en el punto anterior.

❖ Puesta en servicio de la instalación

La puesta en servicio de la línea y la instalación se llevará a cabo una vez terminada la ejecución del proyecto y las obras. Con carácter previo, será necesaria la realización de ensayos por personal experto en aparatos elevadores de tensión.

Todas las zonas que vayan a ser objeto de ensayo serán señalizadas para evitar la entrada de cualquier persona ajena al equipo encargado de realizar el ensayo.

Los riesgos asociados a la puesta en marcha del servicio son:

- Riesgos provocados por la manipulación de materiales y herramientas punzantes
- Riesgo eléctrico
- Incendio

Las protecciones colectivas para esta actividad son las siguientes:

- Banda de señalización
- Carteles
- Extintores

Por su parte los empleados que participen en esta actividad contarán con botas, casco y guantes. Debido a que los ensayos se realizarán en circuitos de alta tensión estas protecciones se complementarán con las específicas para cada ensayo.

❖ Aspectos con especial precaución

Debido a la orografía de la zona los apoyos de la línea aérea cruzarán carreteras, ríos y otras líneas en tensión en momentos determinados. De esta manera, la forma de actuar ante estas situaciones será la siguiente:

- Cruce con carreteras y caminos. Las actividades se llevarán a cabo con la autorización expresa de los propietarios de las carreteras o caminos y se tendrán en cuenta las medidas de seguridad específicas. En estos casos se intentará que el tráfico rodado y personal se vea dañado mínimamente.

- Cruce aéreo. El principal aspecto de seguridad será respetar las medidas de distancia, de acuerdo con los gávilos establecidos en las carreteras, sobre las que se montarán las protecciones necesarias. Dicha protección constará en dos pórticos, realizados sobre dos postes y un travesaño de madera. De igual manera, es de vital importancia que cuando se produzca el tendido de los conductores sobre el cruce considerar la componente vertical hacia abajo que puede provocar el apoyo, evitando que el conductor se suelte.

- Cruce con río. Antes de comenzar los trabajos se colocarán en ambas orillas del río barrearas físicas, con la suficiente distancia del cauce, para impedir caídas por algún descuido. De igual forma, se instalarán los carteles que expresen la proximidad con un cauce de agua. Todas estas operaciones se llevarán a cabo tras la autorización expresa de la Confederación Hidrográfica competente respetando las recomendaciones técnicas y de seguridad que esta determine.

2.5.4.c. Utilización de maquinaria

❖ Actuación del maquinista

Según el RD 1215/97, las personas encargadas de llevar cualquier tipo de maquinaria serán operarios con una formación específica en la conducción segura de dichos equipos. Algunos de los aspectos a tener en cuenta por estos maquinistas son:

- Comprobación de la inexistencia de personas alrededor de la máquina antes de su puesta en marcha.
- Si el trabajo se lleva a cabo bajo líneas de alta tensión el maquinista conocerá la altura de seguridad y la zona de trabajo delimitada para ello
- Si el trabajo es en alta tensión el maquinista o auxiliar habrá tenido que aprobar un cursillo acerca de trabajos en proximidad y cercanía de tensión.
- No se cargará por encima de la cabina, prohibiéndose la utilización de la retroexcavadora para transportar al personal.

❖ Condiciones que deben reunir las máquinas de obra

Todas las máquinas deberán tener las correspondientes medidas de señalización (acústicas, retrovisores a cada lado, servofrenos y freno de mano).

❖ Almacenamiento de combustible

Se dispondrá de un emplazamiento para el almacenamiento de estos combustibles. Quedará totalmente prohibido encender cualquier tipo de fuego o realizar trabajos de soldadura en las proximidades. En todo momento el suelo se mantendrá limpio y se dispondrá de extintores.

2.5.4.d. Servicios Sanitarios

❖ Primeros auxilios

De acuerdo con lo dispuesto en el RD 1627/1997 es necesario el conocimiento y prestación de primeros auxilios en caso de que ocurre cualquier tipo de accidente.

Para la realización de estos primeros auxilios se dispondrá por todas las zonas de trabajo de los botiquines provistos con los materiales necesarios para atender a los posibles accidentados.

- Medicina Preventiva

Otro aspecto a determinar antes del inicio de las obras es el reconociendo médico de los trabajadores. Este reconocimiento será puesto en marcha por el contratista adjudicatario de la obra con el fin de determinar disfunciones derivadas de trastornos físicos, psíquicos, alcoholismo y el resto de toxicomanías dañinas.

Al igual que los trabajos, las empresas que sean contratadas por el con adjudicatario deberán presentar los reconocimientos médicos de sus empleados

- Evacuación de accidentados

Si el accidente requiere el traslado o la evacuación de los trabajadores debido a la gravedad de sus lesiones, el contratista deberá contratar un servicio de ambulancias y/o helicópteros.

2.5.4.e. Servicios comunes

El contratista deberá especificar en su plan de Seguridad las instalaciones comunes que el proyecto tendrá. De esta forma deberá dotar una caseta de obra para vestuarios con unas medidas aproximadas de 6,2 x 2,5 metros cada grupo de obra. La ubicación de estas casetas quedará refleja en dicho plan de seguridad.

2.5.4.f. Seguridad e higiene en el trabajo

De igual forma que en el punto anterior en contratista reflejará en su plan de seguridad las medidas necesarias para cumplir con la Ley de Prevención de Riesgos Laborales de 1995, así como con toda la normativa que desarrolle dicha ley (reglamentos, disposiciones, órdenes...).

2.5.4.g. Formación

Todo el personal de la obra recibirá una formación básica en materia de seguridad. Ahora bien, el personal encargado de los montajes de la estructura eléctrica, la subestación y toda la apartamenta de 132 kV y 66 kV. Además de dichos

cursos, tendrán una formación específica en materia de riesgos por altura y electricidad.

Los maquinistas por su parte que trabaje debajo de barras de 132 kV o 66 kV durante la instalación de la subestación eléctrica recibirán un curso sobre trabajos en proximidad y cercanía de tensión.

2.5.5. Presupuesto

A continuación se detallará el presupuesto necesario para la seguridad y salud en la ejecución de las obras.

2.5.5.a. Protecciones personales

ud	denominación	cantidad	precio unitario	precio total
Ud.	Casco de Seguridad Homologado	20	5,00 €	100,00 €
Ud.	Gafas antipolvo y anti-impactos	20	7,40 €	148,00 €
Ud.	Gafas Sopletero	20	6,50 €	130,00 €
Ud.	Pantalla Soldador	5	22,50 €	112,50 €
Ud.	Cristal Pantalla Soldador	5	1,26 €	6,30 €
Ud.	Pantalla Facial	5	8,40 €	42,00 €
Ud.	Mascarilla antipolvo	20	1,50 €	30,00 €
Ud.	Protector auditivo (tapón)	20	0,40 €	8,00 €
Ud.	Protector auditivo (casco)	20	16,50 €	330,00 €
Ud.	Arnés para trabajos en altura con dispositivos de anticaída móvil y línea de vida	2	546,20 €	1.092,40 €
Ud.	Mono de trabajo	20	32,00 €	640,00 €
Ud.	Grupo de respiración autónomo	2	350,00 €	700,00 €
Ud.	Impermeable	20	25,30 €	506,00 €
Ud.	Guantes dieléctricos	20	32,50 €	650,00 €
Ud.	Guantes de uso general	20	3,50 €	70,00 €
Ud.	Guantes de cuero	20	4,23 €	84,60 €
Ud.	Botas impermeables al agua y humedad	20	22,40 €	448,00 €
Ud.	Botas de seguridad de cuero	20	28,40 €	568,00 €
Ud.	Botas dieléctricas	20	26,14 €	522,80 €
Ud.	Mandil soldador	5	19,83 €	99,15 €
Ud.	Manguitos soldador	5	7,82	39,10 €
Ud.	Chaleco reflectante	20	17,5	350,00 €
TOTAL PROTECCIONES PERSONALES				6.676,85 €

2.5.5.b. Protecciones colectivas

ud	denominación	cantidad	precio unitario	precio total
Ud.	Señal normalizada de tráfico con soporte metálico, incluida colocación	6	27,20 €	163,20 €
Ud.	Cartel indicativo de riesgo con soporte metálico, incluida colocación	6	5,63 €	33,78 €
Ud.				
Ud.	Cartel indicativo de riesgo sin soporte metálico, incluida colocación	6	4,30 €	25,80 €
Ud.				
Mts.	Cordón de balizamiento incluidos soportes, colocación y desmontaje	2000	0,50 €	1.000,00 €
Ud.	Valla autónoma metálica de contención de peatones	500	9,43 €	4.715,00 €
Mts.	Cinta Plástica de balizamiento en colores blanco y rojo	10000	0,20 €	2.000,00 €
Hrs.	Camión de riego, incluido el conducto	400	28,85 €	11.540,00 €
Ud.	Mampara antiproyecciones	20	67,63 €	1.352,60 €
Hrs.	Mano de obra señalización	10	5,71 €	57,10 €
Hrs.	Mano de obra de brigada de seguridad empleada en el mantenimiento y reposición de protecciones	20	13,82 €	276,40 €
Ud.	Teléfono móvil disponible en obra, incluida conexión y utilización	3	480,00 €	1.440,00 €
Ud.				
Ud.	Extintor de polvo polivalente de 6Kg, incluido el soporte	6	214,00 €	1.284,00 €
Ud.				
TOTAL PROTECCIONES COLECTIVAS				23.887,88 €

2.5.5.c. Protecciones instalación eléctrica

ud	denominación	cantidad	precio unitario	precio total
Ud.	Instalación de puesta a tierra compuesta por cable de cobre, electrodo conectado a tierra en masas metálicas, etc.	175	75,13 €	13.147,75 €
Ud.	Interruptor diferencial de media sensibilidad (300mA), incluida instalación	4	87,16 €	348,64 €
Ud.	Interruptor diferencial de alta sensibilidad (30mA), incluida instalación	4	93,16 €	372,64 €
TOTAL PROTECCIONES INSTALACIÓN ELÉCTRICA				13.869,03 €

2.5.5.d. Medicina preventiva y primeros auxilios

ud	denominación	cantidad	precio unitario	precio total
Ud.	Botiquín	2	90,00 €	180,00 €
	Reconocimiento médico obligatorio	20	30,05 €	601,00 €
Ud.	Reposición material sanitario durante el transcurso de la obra	1	60,10 €	60,10 €
Ud.				
TOTAL MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS				841,10 €

2.5.5.e. Vigilancia y formación

ud	denominación	cantidad	precio unitario	precio total
Ud.	Reunión mensual de la Comisión de seguridad de obra	2	90,15 €	180,30 €
Ud.	Control y asesoramiento de seguridad (visitas técnicas)	40	300,51 €	12.020,40 €
Ud.	Formación de seguridad e higiene en el trabajo	20	21,04 €	420,80 €
TOTAL VIGILANCIA Y FORMACIÓN				12.621,50 €

2.5.5.f. Instalaciones de higiene y bienestar

ud	denominación	cantidad	precio unitario	precio total
Ud.	Recipiente para recogida de basuras	4	21,04 €	84,16 €
Meses	Alquiler de caseta para vestuarios	2	270,46 €	540,92 €
Ud.	Taquilla metálica individual con llave	7	35,60 €	249,20 €
Ud.	Banco de madera capacidad 5 personas	1	30,05 €	30,05 €
Hrs.	Mano de obra empleada en la limpieza y conservación de instalaciones de personal	48	12,02 €	576,96 €
Ud.	Suministro de agua para aseaos y energía eléctrica para vestuarios y aseos totalmente terminados	2	300,00 €	600,00 €
TOTAL INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR				2.081,29 €

2.5.5.g. Total presupuesto de seguridad y salud

concepto	total
PROTECCIONES PERSONALES	6676,85 €
PROTECCIONES COLECTIVAS	23887,88 €
PROTECCIONES INSTALACION ELECTRICA	13869,03 €
MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMERIOS AUXILIOS	841,1 €
VIGILANCIA Y FORMACIÓN	12621,5 €
INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR	2081,29 €
Total	59977,65 €
5 % imprevistos	2998,8825 €
PRESUPUESTO TOTAL DE SEGURIDAD Y SALUD	***62976,533 €***

2.6. Catálogos

A continuación se presentan los catálogos de algunos materiales a utilizar.

2.6.1. Cable subterráneo

SILEC (ENDESA)
RHZ1-RA+2OL (S) AI H120
TENSIÓN: 76/132 kV

General Cable

NORMAS

ENDESA KNE 001 - Norma constructiva
UNE-EN 50267 - Libre de halógenos. Baja acidez y corrosividad de los gases
IEC 60754 - Libre de halógenos. Baja acidez y corrosividad de los gases
UNE-EN 60332-1-2 - No propagación de la llama

CONSTRUCCIÓN

CONDUCTOR:
Aluminio, semirrígido clase 2

AISLAMIENTO:
Polietileno reticulado (XLPE)

PANTALLA:
Corona de hilos de cobre

CUBIERTA EXTERIOR:
Poliolefina termoplástica libre de halógenos

APLICACIONES Y CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Cable para distribución de energía para instalaciones de alta tensión al aire, entubados y enterrados

Cubierta resistente a la abrasión y al desgarro. Mayor facilidad de deslizamiento

Cable con obturación longitudinal ante la penetración del agua en pantalla y conductor. Adicionalmente, obturación radial causada por la rotura accidental de la cubierta mediante cinta aluminio-copolímero adherida a la misma
Cable libre de halógenos y no propagador de la llama.
Temperatura máxima en servicio permanente 90ºC.

2.6.2. Terminal exterior de composite

Product note
Kabeldon cable terminations, 84–145 kV
APECB 841 P, APECB 1452 P

Self-supporting outdoor cable terminations with integrated screen interruption. For installations in which the termination is to be used as a fixed connection point and in sites with high pollution levels. Designed to meet the requirements of internationally accepted standards such as IEC 60840.

APECB 84 kV

APECB 145 kV

The different types of cable terminations are APECB 841 for 84 kV and APECB 1452 for 145 kV.

1. Top bolt
Made from aluminium or tin-plated copper.

2. Conductor connection
Mechanical bolt connector.

3. Top fitting
A rubber sealing and two O-rings seal the top bolt to the top cover cap. The top cover is made from aluminium alloy. It is fastened with bolts to the composite insulator sealed with an O-ring.

4. Composite insulator
The housing is made of silicone rubber and has a naturally hydrophobic surface which minimizes the risk of creepage currents.

5. Filling compound
Polybuthene oil, volume: 20 liters for APECB 84 kV and 25 liters for APECB 145 kV.

6. Stress relief cone
Premolded stress relief cone designed for geometric field control.

7. Box body
Made from aluminium alloy. The robust construction with bolts secures the insulator. Sealed with an O-ring. Flange made from glass fiber reinforced plastic (GFRP) enables integrated screen separation.

8. Earth clamp
The earth clamp is made of tin-plated brass and clamped with stainless steel bolts. The earth clamp has a rated cross section of 500 mm for 84 kV and 1050 mm² for 145 kV.

9. Cable clamp
Made from fiberglass reinforced epoxy. The cable clamp secures the cable in a fixed position.

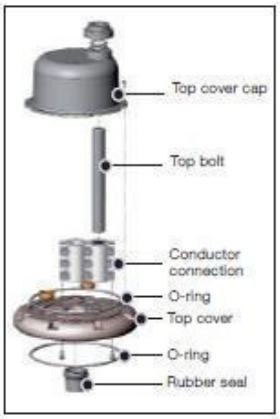
Main technical data

Electrical data, IEC standard 60840	Voltage kV	
Highest voltage for equipment, U_m	84	145
Rated voltage, U	72	132–138
Value of U_o for determination of test voltage	42	76
Heating cycle voltage test, $2U_o$	85	152
Partial discharges test <5pC, $1.5U_o$	65	114
Switching impulse voltage test	–	-
Lighting impulse voltage test, BIL	± 380	± 650
AC voltage test, $2.5U_o$	105	190

Power and productivity for a better world™ ABB

Type testing APECB 145 P.

APECB installation.



Document ID: 7 ABA102619

SV 140
Tools for installation of stress cones.

RE-APECB
Re-assembly kit. Stress cone is included. Bolt clamp must be ordered separately.

GAP-APECB
Rod gap kit for protection against over-voltage.

OKT
Kit for optical fibers in screen.

JSA 1
Earthing kit.

SCK
Screen connection.

Common specifications		
Type APECB P	841	1452
Net weight, complete termination, kg	xx	98
Creepage distance total, mm	2820	3750
Dimension A, mm	1320	1620
Rated frequency, Hz	50/60	
Ambient temperature, °C	±40*	
Altitude site, m	<1000	
Max. inclination, degrees	30	
Max. horizontal or vertical force on top bolt, N	2000	

* Minimum value according to temperature class 2 of IEC 60137.

Packaging	Net weight kg	Gross weight kg	Dimensions mm
Alternatives for carton 1, base kit			
APECB 841 P	39	43	800 x 410 x 450
APECB 1452 P	44	48	800 x 410 x 450
Alternatives for carton 2, accessories			
APECB 841 P	16	20	800 x 410 x 290
APECB 1452 P	16	20	800 x 410 x 290
Alternatives for box 3, insulator			
APECB 841 P	40	60	1340 x 430 x 520
APECB 1452 P	50	70	1340 x 430 x 520

Dimensions and weights may vary as products occasionally have different packaging.

Routine test
Composite insulator according to IEC 61462
Insulating oil: - Dielectric strength according to IEC 60156 - Water content test according to Karl Fischer method
Dimensional and electric test is performed on each stress cone
Leakage test of flange, top cover and top cap
Visual inspection is performed on all parts of the termination

Cable range	
Prepared insulation Ø (mm)	45.5–107
Conductor Cu/Al (mm²)	185–2500
Oversheath Ø (mm)	170

For additional information, please contact:
www.abb.com/cableaccessories

© Copyright 2014 ABB. All rights reserved.
Specifications subject to change without notice.

Storage

When stored in original, unopened packaging at temperatures in the range of -30°C to 30°C:

- The stress relief cone has a shelf life of ten years from date of manufacture.
- Tapes and grease have a shelf life of five years.
- Metal hardwares have no shelf life limit.

When stored in original, unopened packaging at temperatures in the range of 5°C to 45°C the insulating oil has a shelf life of ten years.

Optional equipment	Designation
Installation tool	SV 140
Re-assembly kit	RE-APECB
Rod gap kit	GAP-APECB
Optical fibre kit for optical fibers in screen	OKT
Earthing kit	JSA
Screen connection kit	SCK

Power and productivity for a better world™

2.6.3. Empalmes

Premolded cable joints, 145–170 kV
– straight through SMPGB
– with screen interruption SMPGB-C

2

Use

Suitable for jointing XLPE- and EPR-insulated cables with Al- and Cu-conductors. Suitable for jointing two cables having different dimensions or screen /sheath design.

Standard

Meets the requirements of:
- IEC 60840 including Annex H
- IEEE 404, 138 kV

Design

The cable joint consists of a premolded rubber tube and two premolded rubber adapters and a bolt cable clamp. Bolt technology facilitates jointing of the conductor and also allows jointing of different cross sections.

The cable joint SMPGB M for cables with metal-sheath includes also a prefabricated PUR casted copper casing as protective outer jacket.

For diameter over the prepared insulation and conductor diameter, see the table below.

The joint is available in two different types:

SMPGB Straight cable joint with heat-shrink outer jacket.
SMPGB-C Cable joint with integrated screen interruption and heat-shrink outer jacket.

The joint is available for different types of cable screens and sheaths.

C For cables with copper wire screen.
P For aluminium laminated cables (APL).
M For cables with metal sheath; lead, corrugated copper/aluminium or corrugated stainless steel.

The following cable data should be stated when ordering, see page 5/1:

- Voltage
- Diameter over prepared insulation
- Conductor cross section
- Conductor material copper or aluminium
- Diameter of conductor
- Screen, sheath design and cross section
- Overall cable diameter
- Optical fibres integrated in screen

Note:

- A torque wrench, installation cone and installation tool RKM 170 are needed for assemblying.
- For corrugated copper and stainless steel, the flux is not included in the soldering kit. For flux, please contact your local supplier.

SMPGB

SMPGB-C P

SMPGB-C M

Voltage U_m	Cable insulation diameter		Conductor
	min	max	Ø mm
kV	mm		min/max
145	48	107	16–65
170	61	107	16–65

Technical specification
SMPGB 145–170 kV, SMPGB-C 145–170 kV

SMPGB

Designation	L	Ø
	mm	
SMPGB 145 C	1300–1950	205
SMPGB 145 P	1600–2250	210
SMPGB 145 M	1620–2220	245
SMPGB 170 C	1300–1950	205
SMPGB 170 P	1600–2250	210
SMPGB 170 M	1620–2220	245

SMPGB

SMPGB-C

Designation	L	Ø
	mm	
SMPGB-C 145 P	1800–2300	410
SMPGB-C 145 M	1800–2300	410
SMPGB-C 170 P	1800–2300	300
SMPGB-C 170 M	1800–2300	340

SMPGB-C P

SMPGB-C M

Selection of cable joint according to cable insulation diameter

Voltage	Insulation diameter	Conductor diameter*	Cable joint size	
kV	mm	mm	SMPGB C/P/M	SMPGB-C P/M
145	48–51	16–65	SMPGB 14501 C/P/M	SMPGB-C 14501 P/M
145	50–53	16–65	SMPGB 14502 C/P/M	SMPGB-C 14502 P/M
145	52–56	16–65	SMPGB 14503 C/P/M	SMPGB-C 14503 P/M
145	55–59	16–65	SMPGB 14504 C/P/M	SMPGB-C 14504 P/M
145	58–62	16–65	SMPGB 14505 C/P/M	SMPGB-C 14505 P/M
145	61–65	16–65	SMPGB 14506 C/P/M	SMPGB-C 14506 P/M
145	63–68	16–65	SMPGB 14507 C/P/M	SMPGB-C 14507 P/M
145	66–71	16–65	SMPGB 14508 C/P/M	SMPGB-C 14508 P/M
145	69–76	16–65	SMPGB 14509 C/P/M	SMPGB-C 14509 P/M
145	74–82	16–65	SMPGB 14510 C/P/M	SMPGB-C 14510 P/M
145	80–91	16–65	SMPGB 14511 C/P/M	SMPGB-C 14511 P/M
145	89–100	16–65	SMPGB 14512 C/P/M	SMPGB-C 14512 P/M
145	98–107	16–65	SMPGB 14513 C/P/M	SMPGB-C 14513 P/M
170	61–65	16–65	SMPGB 1701 C/P/M	SMPGB-C 1701 P/M
170	63–68	16–65	SMPGB 1702 C/P/M	SMPGB-C 1702 P/M
170	66–71	16–65	SMPGB 1703 C/P/M	SMPGB-C 1703 P/M
170	69–76	16–65	SMPGB 1704 C/P/M	SMPGB-C 1704 P/M
170	74–82	16–65	SMPGB 1705 C/P/M	SMPGB-C 1705 P/M
170	80–91	16–65	SMPGB 1706 C/P/M	SMPGB-C 1706 P/M
170	89–100	16–65	SMPGB 1707 C/P/M	SMPGB-C 1707 P/M
170	98–107	16–65	SMPGB 1708 C/P/M	SMPGB-C 1708 P/M

* Manufactured based on the cable specification.

2.6.4. Transformadores de potencia

The range

ABB's range of small power transformers, from 5 to 63 MVA and up to 170 KV, offers ideal solutions for all applications - standard or complex - from the typical substations to railways, furnaces, marine and offshore, including rectifiers, variable speed drive transformers, and reactors. The group has the skills and resources to deal with customer needs, however complex these may be in terms of engineering or assembly requirements, special accessories and special materials or components.

Standard small power transformers
- 5 MVA to 63 MVA
- Up to 170 KV
- 3 phase with/without OLTC
- 2 windings with/without OLTC and with/without (not loaded) stabilizing winding.
- ONAN/ONAF cooling.

Complex small power transformers
- Multi-windings
- Single phase transformers
- Autotransformers
- Special layouts (truck or railway mobiles)
- Special cooling
- Abnormal impedance
- Low sound pressure level
- Ex-certified transformers

A new generation of transformers

ABB small power transformers are based on two key concepts: product excellence and process excellence.

Usually, down-scaling power transformer technology to distribution generates heavier designs and more complex concepts whereas upgrading distribution transformer technology to power can put reliability and testing at risk. That is why ABB decided to invest in developing a technology specifically for this product family.

Fully exploiting the best ABB practices, we started by modularizing proven transformer designs. This crucial first step led to standardization and simplification of the production process. This combined with the production capacity we have around the world, has permitted substantial investments in automation.

Application range of the global product platform

Rating	5-63/75 MVA
Maximum HV system voltage	170 kV
Maximum LV system voltage	36 kV
Vector groups	Y/d, Y/y, D/y, D/d
Impedance value	Between 6 and 22%
Maximum insulation level	BIL 650
Tap-changer	On HV and/or LV side
Standards	EC, ANSI

The global product platform is the result of these developments and we are now manufacturing higher quality products in a much shorter time.

The ABB small power transformer has all the classical attributes of a power transformer:
- Reliability
- Designs are based on well-proven technology
- Short-circuit strength has been demonstrated several times

That is what we call product excellence.

The ABB small power transformers production is based on:
- Modularization and scalability of design
- Standardization of design tools
- Manufacturing high-throughput lines
- Using the most advanced technology

That is what we call process excellence.

2.6.5. Transformadores de tensión capacitivos

Power and productivity for a better world™ ABB

CPB 72-800 kV
Transformador de tensión capacitivo

El CPB está diseñado para la medición de entrada y la protección en redes de alta tensión.
La moderna fabricación automatizada de la más alta calidad de los elementos del condensador proporciona una calidad uniforme que garantiza su fiabilidad y rendimiento a largo plazo. Gracias a las proporciones optimizadas de los componentes dieléctricos combinados, los elementos del condensador están sometidos a una tensión eléctrica baja con una gran estabilidad bajo variaciones de temperatura extremas. El CPB ha sido diseñado para una amplia gama de condiciones cambiantes, incluyendo climas desérticos y polares.

Sumario de datos de rendimiento

Instalación	Exterior
Diseño	Tipo de condensador, cumple con las normas IEC
Aislamiento	
CVD	Papel de aluminio / papel / capa de polipropileno, aceite sintético
EMU	Papel – aceite mineral
Tensión más elevada para el equipo	72 - 800 kV
Factor de tensión (V_r)	Hasta 1,9/8 horas
Aisladores	Porcelana / caucho de silicona (SIR)
Distancia de fuga	≥ 25 mm/kV (Más larga, previa petición)
Condiciones de servicio	
Temperatura ambiente	-40 °C a +40 °C (Otras, bajo pedido)
Altitud de diseño	Máximo 1.000 m (Otras altitudes, bajo pedido)

CPB 72-800 kV
Transformador de tensión capacitivo

Material
Todas las superficies metálicas externas están fabricadas en una aleación de aluminio, resistentes a la mayoría de factores ambientales. Los pernos, tuercas, etc., están hechos de acero inoxidable a prueba de ácidos. Por lo general, las superficies de aluminio no necesitan pintura. No obstante, podemos ofrecer el proceso de anodizado o pintura de protección (normalmente de color gris claro).

Distancia de fuga
De serie, el CPB viene con distancia de fuga de 25 mm/kV. Bajo pedido, se pueden ofrecer distancias de fuga más largas.

Aisladores de caucho de silicona
La gama completa de CPB está disponible con aisladores de caucho de silicona. Nuestros aisladores están producidos con una técnica patentada formada por extrusión helicoidal, que da lugar a aisladores sin ningún tipo de juntas con un rendimiento sobresaliente. Todos los CVT con este tipo de aisladores tienen la misma distancia de fuga, 25 mm/kV fase a fase, que la porcelana.

Estabilidad mecánica
La estabilidad mecánica proporciona un margen de seguridad suficiente de resistencia al viento y a fuerzas de conducción. En todas las combinaciones, excepto CPB(L), es posible montar bobinas de bloqueo en la parte superior del divisor capacitivo. El CPB soporta también la mayoría de los casos de descargas sísmicas.

Circuito de amortiguamiento de ferrorresonancia
Todos los CVT necesitan incorporar algún tipo de amortiguamiento de ferrorresonancia, ya que la capacitancia en el divisor de tensión, en serie con la inductancia del transformador y el reactor en serie, constituye un circuito de resonancia sintonizada.

Este circuito puede ponerse en resonancia, lo que podría saturar el núcleo de hierro del transformador mediante diversas perturbaciones en la red. Este fenómeno puede sobrecalentar además la unidad electromagnética, o dar lugar a un colapso en el aislamiento.

Los CPB utilizan circuitos de amortiguamiento, conectados en paralelo con uno de los devanados secundarios (véase diagrama en página 51). El circuito de amortiguamiento consiste en un reactor con un núcleo de hierro y una resistencia en serie refrigerada por aceite. En condiciones normales de uso, el núcleo de hierro del reactor de amortiguamiento no se satura, produciendo una impedancia alta, de modo que prácticamente no circula corriente por este circuito.

El circuito de amortiguamiento dispone de dos terminales puenteados, d1 -d2, situados detrás de una cubierta sellada en la caja de bornes. En casos particulares y previo acuerdo, este puenteado puede abrirse para comprobar que el circuito está intacto midiendo la resistencia.

Ajuste de relación
El transformador de la unidad electromagnética tiene cinco devanados de ajuste en el lado terrestre del devanado primario. Se ha escogido el número de espiras de estos devanados para que se pueda ajustar la relación a ± 6,05 % en pasos de 0,05 %. Se puede acceder a los devanados desde el exterior, que se encuentran tras una cubierta sellada en la caja de bornes secundarios. El CVT se suministra ajustado para una carga y una clase específicas, y normalmente no es necesario realizar más ajustes.

Si es necesario, los devanados de ajuste permiten intercambiar el divisor de tensión in situ y reajustar el transformador para la nueva combinación de divisor de tensión/unidad electromagnética.

Placas de características
Se utilizan placas de características con texto y esquemas de conexiones resistentes a la corrosión. En la puerta de la caja de bornes, se pueden encontrar datos generales y, en su interior, los diagramas de conexión y los datos del devanado secundario.

Cada unidad capacitora lleva marcada la capacitancia medida en la parte superior.

Conmutador potencial de puesta a tierra
Se puede incluir un conmutador de puesta a tierra en la EMU.

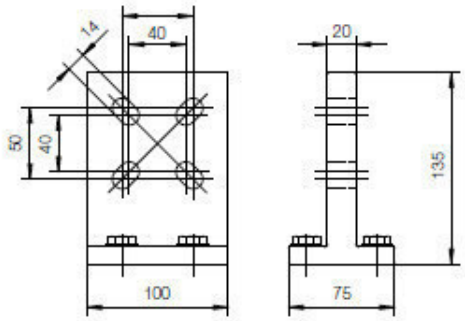
Portadora de la red eléctrica (PLC)
De modo opcional, todos los CVT se pueden equipar con accesorios portadores. El equipo PLC moderno se adapta a una amplia gama de condensadores de acoplamiento. No se necesita ninguna capacitancia específica. Solo se suele especificar una capacitancia mínima debido a la elección de la frecuencia.

Borne primario

Los CPB se entregan normalmente con un terminal de aluminio con cuatro agujeros, en el que encajan pernos de 40 a 50 mm y en el que se pueden conectar abrazaderas de cable de aluminio normales. Se puede disponer de otros bornes primarios, previa petición, tales como clavijas de aluminio redondas, Ø=30 mm.

Fuerzas de prueba en el terminal primario, según la norma IEC 61869-5

Tensión máxima para el equipo (Kv)	Prueba de capacidad de carga estática F_R (N)	
	CPB(L)	CPB
72,5 a 100	500	2500
123 a 170	1000	3000
245	1250	2500
300 a 362	-	1250
≥ 420	-	1500



Caja de bornes secundarios y bornes secundarios

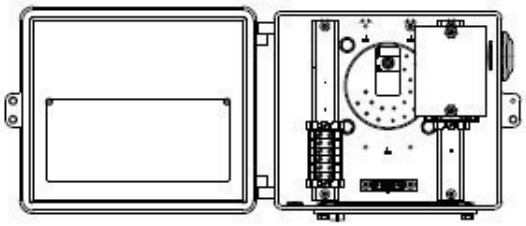
El transformador está equipado con una caja de bornes secundarios, clase de protección IP 55. Esta caja está equipada con una placa prensaestopas extraíble sin agujeros, que puede agujerearse durante la instalación para utilizarse como pasamuros de cable. También se suministra con un drenador. La caja de distribución se puede equipar con fusibles o micro-cortocircuitos.

Los bornes secundarios suelen consistir en cajas de bornes Phoenix UK10N estándar para hilos de sección transversal de 10 mm².

En la caja de bornes, también hay bornes (d1-d2) para comprobar el circuito de amortiguamiento, bornes para el ajuste de los devanados (B1 a B11) y el borne de baja tensión del condensador "L" (para la red portadora de la línea).

Los terminales d1 - d2 y B1 - B11 sirven para las configuraciones de fábrica y, por tanto, están situados detrás de una cubierta sellada para evitar su reconexión por error.

El borne "L" debe estar siempre conectado a tierra, si no está conectado a ninguna red portadora.



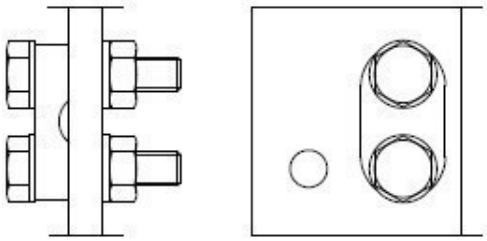
Caja de bornes estándar
El transformador también se puede equipar con una caja de distribución mayor con espacio para equipos de transmisión de frecuencias.

Bornes de tierra

El transformador viene de serie equipado con una abrazadera a tierra con tapón de bronce recubierto de níquel, para conductores de 8 – 16 mm (área de 50 – 200 mm²) y para conductores ANSI # 2 SOL a 500 MCM, que puede moverse a cualquiera de los pies de montaje.

Se puede presupuestar una barra de acero inoxidable de 80 x 145 x 8 mm, previa petición. La barra se puede suministrar perforada, según las normativas IEC o NEMA.

Los bornes de conexión a tierra de los circuitos secundarios están situados dentro de la caja de bornes.



CPB 72-800 kV
Instalación y mantenimiento

Desembalaje
Compruebe las cajas de embalaje y sus contenidos cuando los reciba, por si se hubiesen producido deterioros durante el transporte. En caso de deterioro, póngase en contacto con ABB para notificarnos el deterioro, antes de manipular el material. Se deberá documentar cualquier tipo de deterioro (fotografiado).

Almacenamiento
Durante el almacenamiento se debe tener en cuenta lo siguiente:

Los transformadores se deben almacenar sobre una superficie plana y estable con una capacidad de carga adecuada y, a ser posible, dentro de su embalaje original.

Para almacenamientos prolongados, las superficies de contacto se deberán proteger contra la corrosión. Antes de la puesta en servicio, asegúrese de limpiar minuciosamente todas las superficies de contacto.

Si los transformadores se almacenan horizontalmente, en condiciones climáticas desfavorables, se puede producir corrosión en los terminales secundarios y los accesorios de la caja de distribución, debido al mal funcionamiento del drenaje en posición horizontal. Cuando el almacenamiento se realiza en horizontal, se debe verificar la presencia de condensación y la penetración de humedad en la caja de distribución. Antes de un almacenamiento de larga duración de hasta dos años, se deberán tomar las medidas adecuadas, tales como la conexión de elementos calentadores, si se dispone de ellos, o la aplicación de gel de sílice o un agente secante equivalente en la caja de distribución. Para almacenamientos más prolongados, de hasta cinco años de duración, el transformador se debe almacenar en un recinto cerrado o bajo techo.

El tiempo máximo de almacenamiento en la caja original sin ninguna protección es de seis meses. Si el transformador se almacena protegido, asegúrese de que el edificio esté bien ventilado.

Los condensadores que no se hayan activado durante un largo periodo de tiempo pueden mostrar mayores pérdidas de potencia. Después de activar los condensadores a la tensión nominal, las pérdidas de potencia comienzan a reducirse. La pérdida de potencia recobrará sus valores originales tras un determinado tiempo de funcionamiento continuo a la tensión nominal. Observe que, aunque la tendencia de incremento de la pérdida de potencia se contrarresta tras un determinado tiempo de funcionamiento, las mediciones de pérdida de potencia en el emplazamiento pueden seguir mostrando una ligera discrepancia con los valores de fábrica, debido a que la tensión de prueba que se suele aplicar en el emplazamiento es mucho menor.

Montaje
La unidad electromagnética y el divisor de tensión del condensador se suministran como una sola unidad para todos los CVT, para los que solo se utiliza una unidad capacitora.

Los CVT con tensiones de sistema superiores, al tener el CVD más de un componente, se entregan con la parte inferior del CVD montada sobre la EMU.

La EMU, junto con la unidad inferior del CVD, debe instalarse en primer lugar, antes de colocar en su lugar la pieza o piezas superiores del CVD. Las instrucciones de montaje vienen con todos los bultos.

Compruebe que todas las unidades de condensadores tienen el mismo número de serie (en el caso de los CVD con más de una unidad de condensación).

Mantenimiento
Los transformadores CPB están diseñados para tener una vida útil de más de 30 años, por lo que prácticamente no requieren mantenimiento. No obstante, se recomiendan las siguientes comprobaciones y mediciones.

- **Comprobación visual**

Se recomienda realizar una inspección periódica, para comprobar que no se producen pérdidas de aceite y asegurarse de que el aislador no acumule suciedad.

- **Mediciones de control del CVD**

Dado que los divisores de tensión están sellados permanentemente, no es posible tomar muestras de aceite de los mismos.

En condiciones de funcionamiento normales, los condensadores no sufrirán ningún tipo de envejecimiento (comprobado mediante pruebas de envejecimiento). Sin embargo, las divergencias entre las tensiones secundarias en fases paralelas pueden ser un indicador de un fallo en un componente del condensador de alguno de los CVT, razón por la que recomendamos dicha comparación. En tal caso, se recomienda una medición más cuidadosa del valor de capacitancia. Las lecturas pueden tomarse entre el borne superior y el borne "L" en la caja de bornes secundarios.

- **Mediciones de control de la EMU**

Una prueba sencilla es la medición de la resistencia de aislamiento en megaohmios (tensión de prueba máx. 1.000 VCC) de los devanados secundarios.

Dado que el devanado de alta tensión del transformador no tiene graduación capacitiva, la medición del ángulo de pérdida (tangente delta) no aportará un resultado significativo.

Sin embargo, lo que sí podemos hacer, es tomar muestras de aceite, para analizar la cromatografía del gas de la EMU, con el fin de evaluar su estado.

El tanque de la unidad electromagnética se puede equipar, previa petición, con una válvula de toma de muestras, que podemos entregar junto con el correspondiente material de toma de muestras. Un método más sencillo sería tomar muestras de aceite del agujero de llenado de aceite. Los intervalos de toma de muestras podrán variar, en función de las condiciones de funcionamiento. Por lo general, no se precisará analizar el aceite hasta transcurridos al menos 20 años de funcionamiento.

CPB 72-800 kV
Transformador de tensión capacitivo

Aspectos medioambientales

Impregnancia

Tanto Faradol 810 (el aceite sintético de los divisores de tensión), como el aceite del transformador estándar en la unidad electromagnética no contienen PCB ni otras sustancias perjudiciales, provocando un bajo impacto medioambiental.

Eliminación

Después de su drenaje, los aceites pueden quemarse en una instalación adecuada. En cuanto al Faradol, téngase en cuenta que sus propiedades de combustión son similares a las del aceite mineral.

La eliminación de cualquier elemento o sustancia se deberá realizar conforme a las disposiciones legales locales.

La porcelana puede desecharse después de haber sido machacada.

Los metales de la unidad electromagnética y las carcasas del divisor de tensión pueden reciclarse. Los componentes de aluminio están etiquetados con las especificaciones del material. Para reciclar el cobre de los devanados, se debe quemar el aislamiento de papel saturado en aceite.

El aluminio de los elementos del condensador, con su combinación de capas de papel, papel de aluminio y polipropileno, se puede reciclar después de quemar el aislamiento. La capa de plástico no emitirá ninguna sustancia perjudicial durante este proceso.

Potencias de carga y tensión secundarias

Norma IEC 61869-5

Datos nominales a 50 o 60 Hz, factor de tensión 1,5 o 1,9

El transformador dispone normalmente de uno o dos devanados para carga continua, además de un devanado de pérdida a tierra. Se pueden ofrecer otras configuraciones u otros diseños que cumplan con otras normativas (ANSI, CAN, etc.), según las necesidades.

Carga total máxima aproximada en VA

	Devanado de medición			
Clase más alta	Factor de tensión 1,5*)		Factor de tensión 1,9*)	
	CPB(L)	CPB	CPB(L)	CPB
0,2	50	100	40	80
0,5	100	200	80	200
1,0/3P T1	200	400	120	400
	Devanado de pérdida a tierra, sin considerar el factor de tensión			
3P T1/6P T1	100	100	100	100

*) Las normas establecen como valores normalizados para sistemas con conexión a tierra eficaz 1,5/30 seg. Para los sistemas sin conexión a tierra eficaz con desconexión automática por fallos, 1,9/ 30 seg. Sistemas con punto neutro de aislamiento sin desconexión automática por fallos 1,9/ 8 horas.

Los valores indicados arriba son valores máximos totales para el devanado o devanados secundarios, siendo la tensión 100/√3 o 110/√3 V y uno o ningún devanado de tensión residual, clase 3P, destinado a la conexión en delta abierta, con una tensión de 100 o 110 (100/3 o 110/3) V.
Para otras posibles configuraciones, por favor consulte con ABB.

Si el transformador tiene más de un devanado cargado de modo permanente, posiblemente con clases diferentes, debe aplicarse la tabla indicada arriba a la suma de esas cargas y la clase más adecuada.

Otras normativas

Presupuestadas a petición.

Dado que el devanado de tensión residual no se carga salvo en caso de fallo, el efecto de su carga en la precisión de los otros devanados no se toma en consideración, de acuerdo con la IEC.

Los valores mencionados deben tenerse en cuenta solo como valores máximos. Observe que la protección y los contadores modernos requieren cargas mucho más bajas que las que figuran arriba y, para lograr una mejor precisión, se debería evitar especificar cargas superiores a las necesarias.

CPB 72-800 kV
Tensiones de prueba

Tensiones de prueba: IEC 61869-5

Tipo	Tensión más elevada para el equipo (Um) kV	1 min mojado/seco kV	LIWL 1,2/50 µs kV	Impulso de conmutación 250/2500 µs kV	Tensión de prueba PD kV	Nivel PD máx. pC*1	Tensión de prueba RIV kV Máx.	Nivel RIV µV
CPB 72	72,5	140/140	325	-	1,2 x U_m	10	-	-
CPB 123	123	230/230	550	-	1,2 x U_m	10	78	≤ 2500
CPB 145	145	275/275	650	-	1,2 x U_m	10	92	≤ 2500
CPB 170	170	325/325	750	-	1,2 x U_m	10	108	≤ 2500
CPB 245	245	460/460	1050	-	1,2 x U_m	10	156	≤ 2500
CPB 300	300	460/460	1050	850	1,2 x U_m	10	190	≤ 2500
CPB 362	362	510/510	1175	950	1,2 x U_m	10	230	≤ 2500
CPB 420	420	630/630	1425	1050	1,2 x U_m	10	267	≤ 2500
CPB 550	525	680/680	1550	1175	1,2 x U_m	10	333	≤ 2500
CPB 800	800	975/975	2100	1550	1,2 x U_m	10	486	≤ 2500

Las tensiones de prueba indicadas arriba son válidas para altitudes ≤ 1.000 metros sobre el nivel del mar.
*1 5 pC en tensión de prueba 1,2 x Um/√3

Otras normas
Presupuesto previa petición.

CPB 72-800 kV
Datos de diseño y dimensiones

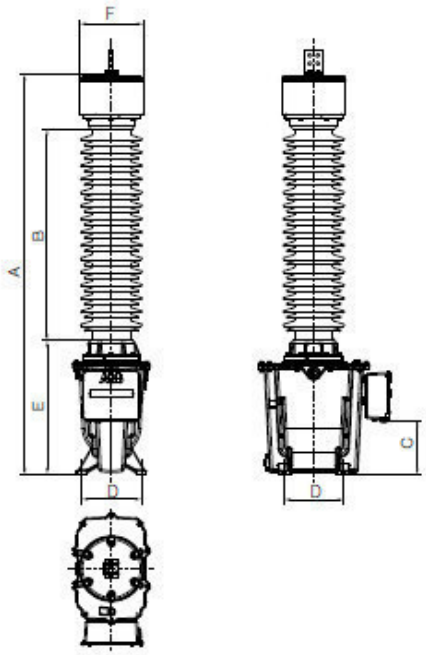
Número de unidades del condensador, capacitancia y distancias

Tipo	Número de unidades del condensador	Capacitancia estándar para las tensiones de prueba IEC	Distancia de fuga normal 25 mm/kV (valores nominales mínimos fase a fase)			Distancia de fuga extra larga
			Distancia de contorneo Polímero / porcelana	Distancia de fuga	Distancia de fuga protegida	
		pF (+10; 5 %)	mm	mm	mm	mm
CPB 72 [1]	1	18200	680/660	1813	800	
CPB 72 [1]	1	24900	635	1813	762	
CPB 72 [2]	1	24900	635	1813	762	
CPB 123 [1]	1	11200	1025/1005	3075	1300	
CPB 123 [1]	1	15400	980	3160	1307	
CPB 123 [2]	1	15400	980	3160	1307	
CPB 145 [1]	1	9100	1235/1215	3525	1600	
CPB 145 [1]	1	12900	1190	3880	1634	
CPB 145 [2]	1	12900	1190	3880	1634	
CPB 145 [2]	1	20200	1400	4650	1960	
CPB 170 [1]	1	7800	1445/1425	4250	1786	
CPB 170 [1]	1	10800	1400	4650	1960	
CPB 170 [2]	1	10800	1400	4650	1960	
CPB 170 [2]	1	17000	1400	4650	1960	Otras, previa petición. Normalmente aislador por lo que respecta a la tensión superior más cercana.
CPB 245 [1]	1	5600	2005/1985	6125	2619	
CPB 245 [1]	1	7700	1960	6510	2723	
CPB 245 [2]	1	7700	1960	6510	2723	
CPB 245 [2]	2	12100	1960	6320	2560	
CPB 300 [1]	2	6400	2380	7760	3268	
CPB 300 [2]	2	6400	2380	7760	3268	
CPB 300 [2]	2	10100	2800	9300	3920	
CPB 362 [1]	2	5400	2800	9300	3920	
CPB 362 [2]	2	5400	2800	9300	3920	
CPB 362 [2]	2	8500	2800	9300	3920	
CPB 420 [1]	2	4800	3220	10630	4356	
CPB 420 [2]	2	4800	3220	10630	4356	
CPB 420 [2]	3	8800	4200	13950	5505	
CPB 550 [1]	2	3700	4200	13980	5882	
CPB 550 [2]	2	3700	4200	13980	5882	
CPB 550 [2]	3	5800	4200	13950	5505	
CPB 800 [2]	4	4400	6060	21080	8500	

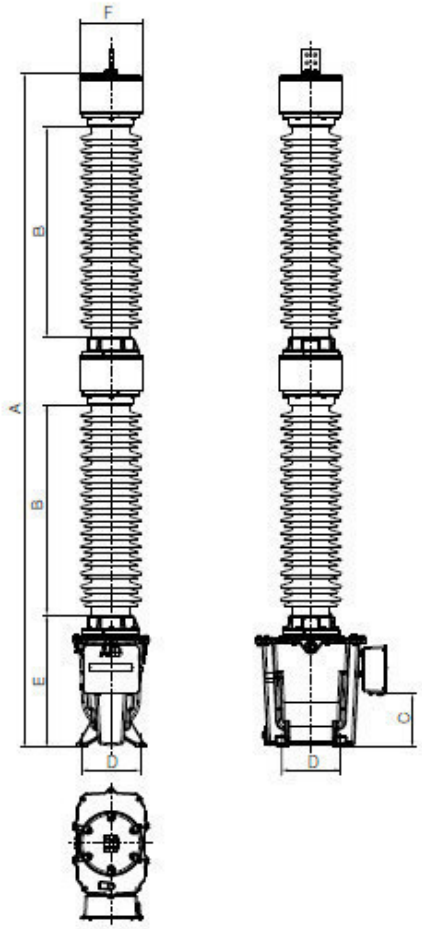
[1] Tanque ligero de aceite, [2] Tanque normal de aceite, [3] Borne primario no incluido [4] Válido solo para cajas de bornes estándar

CPB 72-800 kV
Dimensiones

CPB 72 - 245



CPB 245 - 800



Nota: Para algunas tensiones, el número de unidades del divisor capacitivo puede ser superior al de las ilustraciones anteriores. Compruebe la tabla de la página siguiente

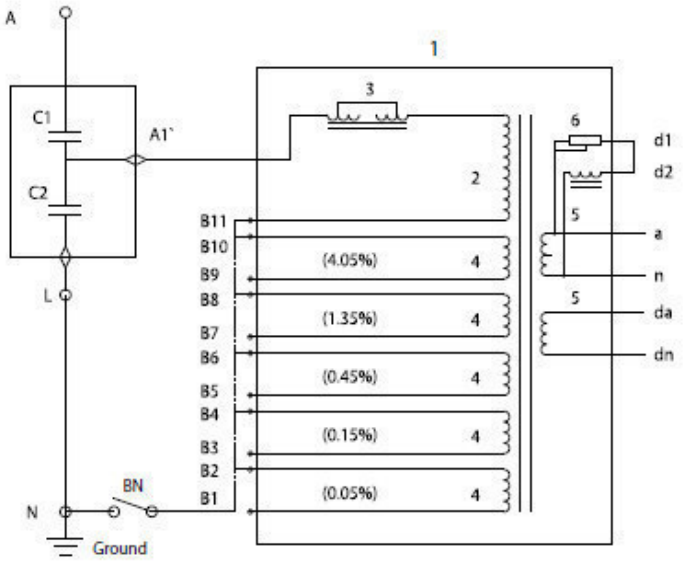
Número de unidades del divisor capacitivo y distancias

			A	B	C	D	E	F
Tipo	Número de unidades del divisor capacitivo	Capacitancia estándar para las tensiones de prueba IEC	Altura total [2]	Distancia de contorneo Polímero / porcelana	Altura a la brida [4]	Distancia del agujero de montaje	Altura al plano de tierra Polímero / porcelana	Diámetro del depósito de expansión
		pF (+10; 5 %)	mm	mm	mm	mm	mm	mm
CPB 72 [1]	1	18200	1580	680/660	225	335	640/650	335
CPB 72 [1]	1	24900	1615	635	225	335	675	355
CPB 72 [2]	1	24900	1690	635	305	335	750	355
CPB 123 [1]	1	11200	1925	1025/1005	225	335	640/650	335
CPB 123 [1]	1	15400	1960	980	225	335	675	355
CPB 123 [2]	1	15400	2035	980	305	335	750	355
CPB 145 [1]	1	9100	2135	1235/1215	225	335	640/650	335
CPB 145 [1]	1	12900	2170	1190	225	335	675	355
CPB 145 [2]	1	12900	2245	1190	305	335	750	355
CPB 145 [2]	1	20200	2455	1400	305	335	750	355
CPB 170 [1]	1	7800	2345	1445/1425	225	335	640/650	335
CPB 170 [1]	1	10800	2380	1400	225	335	675	355
CPB 170 [2]	1	10800	2455	1400	305	335	750	355
CPB 170 [2]	1	17000	2455	1400	305	335	750	355
CPB 245 [1]	1	5600	2905	2005/1985	225	335	640/650	335
CPB 245 [1]	1	7700	2940	1960	225	335	675	355
CPB 245 [2]	1	7700	3015	1960	305	335	750	355
CPB 245 [2]	2	12100	3405	1960	305	335	750	355
CPB 300 [1]	2	6400	3750	2380	225	335	675	355
CPB 300 [2]	2	6400	3825	2380	305	335	750	355
CPB 300 [2]	2	10100	4245	2800	305	335	750	355
CPB 362 [1]	2	5400	4170	2800	225	335	675	355
CPB 362 [2]	2	5400	4245	2800	305	335	750	355
CPB 362 [2]	2	8500	4245	2800	305	335	750	355
CPB 420 [1]	2	4800	4590	3220	225	335	675	355
CPB 420 [2]	2	4800	4665	3220	305	335	750	355
CPB 420 [2]	3	8800	6035	4200	305	335	750	355
CPB 550 [1]	2	3700	5570	4200	225	335	675	355
CPB 550 [2]	2	3700	5645	4200	305	335	750	355
CPB 550 [2]	3	5800	6035	4200	305	335	750	355
CPB 800 [2]	4	4400	7825	6060	305	335	750	355

[1] Tanque ligero de aceite, [2] Tanque normal de aceite, [3] Borna primario no incluido [4] Válido solo para cajas de bornes estándar

CPB 72-800 kV
Diagrama esquemático

Diagrama esquemático del transformador de tensión capacitivo



1. Unidad electromagnética (EMU): Transformador de tensión intermedia con reactor de compensación
2. Devanado primario del transformador de tensión intermedia
3. Reactor de compensación
4. Devanados de ajuste
5. Devanados secundarios
6. Circuito de amortiguamiento de ferrorresonancia

Se puede incluir un conmutador de puesta a tierra en la EMU.

2.6.6.Autoválvulas EXLIM Q-E

Zinc Oxide Surge Arrester EXLIM Q-E

Protection of switchgear, transformers and other equipment in high voltage systems against atmospheric and switching overvoltages.
- **in areas with high lightning intensity and high energy requirements.**
- **where grounding or shielding conditions are poor or incomplete.**

Other data can be ordered on request. Please contact your local sales representative.

Brief performance data

System voltages (U_m)	52 - 245 kV
Rated voltages (U_r)	42 - 228 kV
Nominal discharge current (IEC)	10 kA_{peak}
Classifying current (ANSI/IEEE)	10 kA_{peak}
Discharge current withstand strength:	
High current 4/10 µs	100 kA_{peak}
Low current 2000 µs	1000 A_{peak}
Energy capability:	
Line discharge class (IEC)	Class 3
[2 impulses, (IEC Cl. 8.5.5)	7.8 kJ/kV (U_r)]
Fulfils/exceeds requirements of ANSI transmission-line discharge test for 245 kV systems.	
Short-circuit/Pressure relief capability	65 kA_{sym}
External insulation	Fulfils/exceeds standards
Mechanical strength:	
Specified long-term load (SLL)	3000 Nm
Specified short-term load (SSL)	7500 Nm
Service conditions:	
Ambient temperature	-50 °C to +45 °C
Design altitude	max. 1000 m
Frequency	15 - 62 Hz

EXLIM Q-E

Guaranteed protective data 36 - 145 kV

Max. system voltage	Rated voltage	Max. continuous operating voltage [1]		TOV capability [2]		Max. residual voltage with current wave						
						30/60 µs			8/20 µs			
		as per IEC	as per ANSI/IEEE									
U_m	U_r	U_c	MCOV	1 s	10 s	0.5 kA	1 kA	2 kA	5 kA	10 kA	20 kA	40 kA
kV_{rms}	kV_{rms}	kV_{rms}	kV_{rms}	kV_{rms}	kV_{rms}	kV_{peak}	kV_{peak}	kV_{peak}	kV_{peak}	kV_{peak}	kV_{peak}	kV_{peak}
36[3]	24	19.2	19.5	27.8	26.4	46.1	47.6	49.5	53.6	56.4	62.1	69.4
	30	24.0	24.4	34.8	33.0	57.6	59.5	61.8	67.0	70.5	77.6	86.8
	33	26.4	26.7	38.2	36.3	63.4	65.4	68.0	73.7	77.6	85.4	95.4
	36	28.8	29.0	41.7	39.6	69.2	71.4	74.2	80.4	84.6	93.1	105
	39	31.2	31.5	45.2	42.9	74.9	77.3	80.3	87.1	91.7	101	113
52	42	34	34.0	48.7	46.2	80.7	83.3	86.5	93.8	98.7	109	122
	48	38	39.0	55.6	52.8	92.2	95.1	98.9	108	113	125	139
	51	41	41.3	59.1	56.1	98.0	102	105	114	120	132	148
	54	43	43.0	62.6	59.4	104	107	112	121	127	140	157
	60	48	48.0	69.6	66.0	116	119	124	134	141	156	174
72	54	43	43.0	62.6	59.4	104	107	112	121	127	140	157
	60	48	48.0	69.6	66.0	116	119	124	134	141	156	174
	66	53	53.4	76.5	72.6	127	131	136	148	156	171	191
	72	58	58.0	83.5	79.2	139	143	149	161	170	187	209
	75	60	60.7	87.0	82.5	144	149	155	168	177	194	217
	78	62	63.1	90.4	85.8	150	155	161	175	184	202	226
	81	65	65.6	93.9	89.1	156	161	167	181	191	210	235
	84	67	68.0	97.4	92.4	162	167	173	188	198	218	243
100	84	67	68.0	97.4	92.4	162	167	173	188	198	218	243
	90	72	72.0	104	99.0	173	179	186	201	212	233	261
	96	77	77.0	111	105	185	191	198	215	226	249	278
123	90	72	72.0	104	99.0	173	179	186	201	212	233	261
	96	77	77.0	111	105	185	191	198	215	226	249	278
	108	78	84.0	125	118	208	214	223	242	254	280	313
	120	78	98.0	139	132	231	238	248	268	282	311	347
	132	78	106	153	145	254	262	272	295	311	342	382
	138	78	111	160	151	265	274	285	309	325	357	399
145	108	86	86.0	125	118	208	214	223	242	254	280	313
	120	92	98.0	139	132	231	238	248	268	282	311	347
	132	92	106	153	145	254	262	272	295	311	342	382
	138	92	111	160	151	265	274	285	309	325	357	399
	144	92	115	167	158	277	286	297	322	339	373	417

1) The continuous operating voltages Uc (as per IEC) and MCOV (as per ANSI) differ only due to deviations in type test procedures.
U_c has to be considered only when the actual system voltage is higher than the tabulated.
Any arrester with U_c higher than or equal to the actual system voltage divided by √3 can be selected.

2) With prior duty equal to the maximum single-impulse energy stress (4.5 kJ/kV (U_r)).

3) Arresters for system voltages 36 kV or below can be supplied, on request, when the order also includes arresters for higher system voltages.

Arresters with lower or higher rated voltages may be available on request for special applications.

EXLIM Q-E

Guaranteed protective data 170 - 245 kV

Max. system voltage	Rated voltage	Max. continuous operating voltage [1]		TOV capability [2]		Max. residual voltage with current wave						
		as per IEC	as per ANSI/IEEE			30/60 µs			8/20 µs			
U_m	U_r	U_c	MCOV	1 s	10 s	0.5 kA	1 kA	2 kA	5 kA	10 kA	20 kA	40 kA
kV_{rms}	kV_{rms}	kV_{rms}	kV_{rms}	kV_{rms}	kV_{rms}	kV_{peak}	kV_{peak}	kV_{peak}	kV_{peak}	kV_{peak}	kV_{peak}	kV_{peak}
170	132	106	106	153	145	254	262	272	295	311	342	382
	144	108	115	167	158	277	286	297	322	339	373	417
	162	108	131	187	178	312	321	334	362	381	419	469
	168	108	131	194	184	323	333	346	376	395	435	486
245	180	144	144	208	198	346	357	371	402	423	466	521
	192	154	154	222	211	369	381	396	429	452	497	555
	198	156	160	229	217	381	393	408	443	466	512	573
	210	156	170	243	231	404	417	433	469	494	543	608
	216	156	175	250	237	415	428	445	483	508	559	625
	219	156	177	254	240	421	434	451	489	515	567	634
	222	156	179	257	244	427	440	458	496	522	574	642
	228	156	180	264	250	438	452	470	510	536	590	660

1) The continuous operating voltages Uc (as per IEC) and MCOV (as per ANSI) differ only due to deviations in type test procedures.
U_c has to be considered only when the actual system voltage is higher than the tabulated.
Any arrester with U_c higher than or equal to the actual system voltage divided by √3 can be selected.

2) With prior duty equal to the maximum single-impulse energy stress (4.5 kJ/kV (U_r)).

Arresters with lower or higher rated voltages may be available on request for special applications.

EXLIM Q-E

Technical data for housings

Max. system voltage	Rated voltage	Housing	Creepage distance	External insulation *)				Dimensions					
U_m	U_r			1.2/50 µs dry	50 Hz wet (60s)	60 Hz wet (10s)	250/2500 µs wet	Mass	A_{max}	B	C	D	Fig.
kV_{rms}	kV_{rms}		mm	kV_{peak}	kV_{rms}	kV_{rms}	kV_{peak}	kg	mm	mm	mm	mm	
36	24-39	EV036	1615	275	129	133	n.a.	45	725	-	-	-	1
52	42-60	EV052	1615	275	129	133	n.a.	48	725	-	-	-	1
72	54-84	EV072	2651	394	221	203	n.a.	66	997	-	-	-	1
100	84-96	EH100	2651	394	221	203	n.a.	67	997	-	-	-	1
	84-96	EV100	3685	568	287	261	n.a.	82	1268	-	-	-	1
123	90-108	EM123	2651	394	221	203	n.a.	69	997	-	-	-	1
	90-138	EH123	3685	568	287	261	n.a.	88	1268	-	-	-	1
	90-96	EV123	4266	669	350	336	n.a.	106	1697	600	-	300	3
	108-138	EV123	4266	669	350	336	n.a.	110	1697	-	-	-	2
145	108-144	EH145	3685	568	287	261	n.a.	88	1268	-	-	-	1
	108-120	EV145	5302	788	442	406	n.a.	124	1969	600	-	300	3
	132-144	EV145	5302	788	442	406	n.a.	125	1969	-	-	-	2
170	132-144	EM170	3685	568	287	261	n.a.	88	1268	-	-	-	1
	132	EH170	4266	669	350	336	n.a.	111	1697	600	-	300	3
	144-168	EH170	4266	669	350	336	n.a.	113	1697	-	-	-	2
	132-144	EV170	5302	788	442	406	n.a.	127	1969	600	-	300	3
	150-168	EV170	5302	788	442	406	n.a.	128	1969	-	-	-	2
245	180-198	EH245	6336	962	508	464	753	151	2240	600	-	500	3
	210-228	EH245	6336	962	508	464	753	153	2240	600	-	300	3
	180-228	EV245	7953	1182	663	609	960	201	2941	1000	1400	700	4
Neutral-ground arresters													
52	30-36	EN052	1615	275	129	133	n.a.	45	725	-	-	-	1
72	42-54	EN072	1615	275	129	133	n.a.	48	725	-	-	-	1
100	60	EN100	1615	275	129	133	n.a.	48	725	-	-	-	1
123	72-108	EN123	2651	394	221	203	n.a.	69	997	-	-	-	1
	120	EN123	3685	568	287	261	n.a.	88	1268	-	-	-	1
145	84-108	EN145	2651	394	221	203	n.a.	69	997	-	-	-	1
	120	EN145	3685	568	287	261	n.a.	88	1268	-	-	-	1
170	96-108	EN170	2651	394	221	203	n.a.	69	997	-	-	-	1
	120	EN170	3685	568	287	261	n.a.	88	1268	-	-	-	1
245	108	EN245	2651	394	221	203	n.a.	69	997	-	-	-	1
	120-144	EN245	3685	568	287	261	n.a.	88	1268	-	-	-	1

*) Sum of withstand voltages for empty units of arrester.

EXLIM Q-E

Technical data for housings

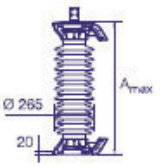


Figure 1

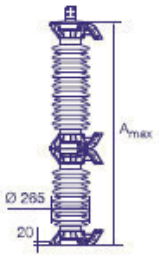


Figure 2

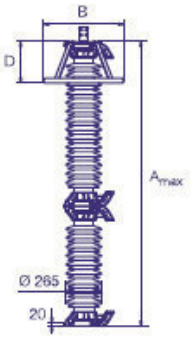


Figure 3

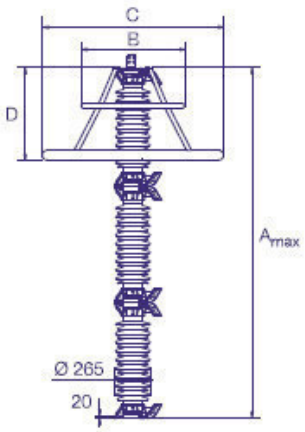


Figure 4

2.6.7.Autoválvulas EXLIM R

Zinc Oxide Surge Arrester EXLIM R

Protection of switchgear, transformers and other equipment in high voltage systems against atmospheric and switching overvoltages. For use when requirements of lightning intensity, energy capability and pollution are moderate.

Other data can be ordered on request. Please contact your local sales representative.

Brief performance data

System voltages (U_m)	52 - 170 kV
Rated voltages (U_r)	42 - 168 kV
Nominal discharge current (IEC)	10 kA_{peak}
Classifying current (ANSI/IEEE)	10 kA_{peak}
Discharge current withstand strength:	
High current 4/10 µs	100 kA_{peak}
Low current 2000 µs	600 A_{peak}
Energy capability:	
Line discharge class (IEC)	Class 2
[2 impulses, (IEC Cl. 8.5.5)	5.0 kJ/kV (U_r)]
Fulfils/exceeds requirements of ANSI transmission-line discharge test for 170 kV systems.	
Short-circuit/Pressure relief capability	50 kA_{sym}
External insulation	Fulfils/exceeds standards
Mechanical strength:	
Specified long-term load (SLL)	3000 Nm
Specified short-term load (SSL)	7500 Nm
Service conditions:	
Ambient temperature	-50 °C to +45 °C
Design altitude	max. 1000 m
Frequency	15 - 62 Hz

EXLIM R

Guaranteed protective data

Max. system voltage	Rated voltage	Max. continuous operating voltage [1]		TOV capability [2]		Max. residual voltage with current wave						
		as per IEC	as per ANSI/IEEE			30/60 µs			8/20 µs			
U_m	U_r	U_c	MCOV	1 s	10 s	0.5 kA	1 kA	2 kA	5 kA	10 kA	20 kA	40 kA
kV_{rms}	kV_{rms}	kV_{rms}	kV_{rms}	kV_{rms}	kV_{rms}	kV_{peak}	kV_{peak}	kV_{peak}	kV_{peak}	kV_{peak}	kV_{peak}	kV_{peak}
36[3]	24	19.2	19.5	27.8	26.4	49.4	51.3	53.8	58.7	62.2	69.7	79.6
	30	24.0	24.4	34.8	33.0	61.7	64.2	67.2	73.3	77.7	87.1	99.5
	33	26.4	26.7	38.2	36.3	67.9	70.6	73.9	80.6	85.5	95.8	110
	36	28.8	29.0	41.7	39.6	74.1	77.0	80.6	88.0	93.3	105	120
	39	31.2	31.5	45.2	42.9	80.3	83.4	87.3	95.3	102	114	130
52	42	34	34.0	48.7	46.2	86.4	89.8	94.0	103	109	122	140
	45	36	36.5	52.2	49.5	92.6	96.2	101	110	117	131	150
	48	38	39.0	55.6	52.8	98.8	103	108	118	125	140	160
	51	41	41.3	59.1	56.1	105	109	115	125	133	148	170
	54	43	43.0	62.6	59.4	112	116	121	132	140	157	180
	60	48	48.0	69.6	66.0	124	129	135	147	156	175	199
72	54	43	43.0	62.6	59.4	112	116	121	132	140	157	180
	60	48	48.0	69.6	66.0	124	129	135	147	156	175	199
	66	53	53.4	76.5	72.6	136	142	148	162	171	192	219
	72	58	58.0	83.5	79.2	149	154	162	176	187	209	239
	75	60	60.7	87.0	82.5	155	161	168	184	195	218	249
	84	67	68.0	97.4	92.4	173	180	188	206	218	244	279
100	75	60	60.7	87.0	82.5	155	161	168	184	195	218	249
	84	67	68.0	97.4	92.4	173	180	188	206	218	244	279
	90	72	72.0	104	99.0	186	193	202	220	234	262	299
	96	77	77.0	111	105	198	206	215	235	249	279	319
123	90	72	72.0	104	99.0	186	193	202	220	234	262	299
	96	77	77.0	111	105	198	206	215	235	249	279	319
	108	78	84.0	125	118	223	231	242	264	280	314	359
	120	78	98.0	139	132	247	257	269	294	311	349	398
	132	78	106	153	145	272	283	296	323	342	383	438
	138	78	111	160	151	284	295	309	338	358	401	458
145	108	86	86.0	125	118	223	231	242	264	280	314	359
	120	92	98.0	139	132	247	257	269	294	311	349	398
	132	92	106	153	145	272	283	296	323	342	383	438
	138	92	111	160	151	284	295	309	338	358	401	458
	144	92	115	167	158	297	308	323	352	373	418	478
170	132	106	106	153	145	272	283	296	323	342	383	438
	144	108	115	167	158	297	308	323	352	373	418	478
	162	108	131	187	178	334	347	363	396	420	470	538
	168	108	131	194	184	346	359	376	411	436	488	557

1) The continuous operating voltages U_c (as per IEC) and MCOV (as per ANSI) differ only due to deviations in type test procedures.
U_c has to be considered only when the actual system voltage is higher than the tabulated.
Any arrester with Uc higher than or equal to the actual system voltage divided by √3 can be selected.

2) With prior duty equal to the maximum single-impulse energy stress (2.5 kJ/kV (U_r)).

3) Arresters for system voltages 36 kV or below can be supplied, on request, when the order also includes arresters for higher system voltages.

Arresters with lower or higher rated voltages may be available on request for special applications.

EXLIM R

Technical data for housings

Max. system voltage	Rated voltage	Housing	Creepage distance	External insulation *)			Dimensions				
U_m	U_r			1.2/50 µs dry	50 Hz wet (60s)	250/2500 µs wet	Mass	A_{max}	B	C	Fig.
kV_{rms}	kV_{rms}		mm	kV_{peak}	kV_{rms}	kV_{peak}	kg	mm	mm	mm	
52	42-60	CV052	1615	275	129	212	45	725	-	-	1
72	54-75	CM072	1615	275	129	212	46	725	-	-	1
	54-84	CV072	2651	394	221	320	62	997	-	-	1
100	75-96	CH100	2651	394	221	320	63	997	-	-	1
	84-96	CV100	3685	568	288	433	78	1268	-	-	1
123	90-108	CM123	2651	394	221	320	64	997	-	-	1
	90-138	CH123	3685	568	288	433	81	1268	-	-	1
	90-96	CV123	4266	669	350	532	103	1697	600	300	3
	108-138	CV123	4266	669	350	532	103	1697	-	-	2
145	108-144	CH145	3685	568	288	433	82	1268	-	-	1
	108-144	CV145	5302	788	442	640	119	1969	600	300	3
170	132-144	CM170	3685	568	288	433	82	1268	-	-	1
	132-144	CH170	4266	669	350	532	105	1697	600	300	3
	162-168	CH170	4266	669	350	532	105	1697	-	-	2
	132-168	CV170	5302	788	442	640	120	1969	600	300	3
Neutral-ground arresters											
52	30-36	CN052	1615	275	129	212	43	725	-	-	1
72	42-54	CN072	1615	275	129	212	45	725	-	-	1
100	60	CN100	1615	275	129	212	45	725	-	-	1
123	72	CN123	1615	275	129	212	62	725	-	-	1
	84-108	CN123	2651	394	221	320	64	997	-	-	1
	120	CN123	3685	568	288	433	79	1268	-	-	1
145	84	CN145	2651	394	221	320	62	997	-	-	1
	90-108	CN145	2651	394	221	320	64	997	-	-	1
	120	CN145	3685	568	288	433	79	1268	-	-	1
170	96-108	CN170	2651	394	221	320	64	997	-	-	1
	120	CN170	3685	568	288	433	79	1268	-	-	1

*) Sum of withstand voltages for empty units of arrester.

EXLIM R
Technical data for housings

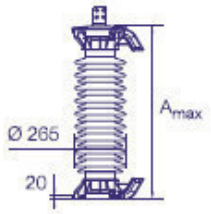


Figure 1

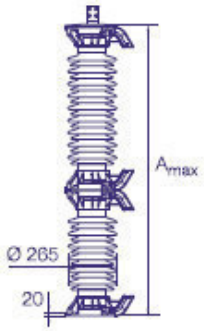


Figure 2

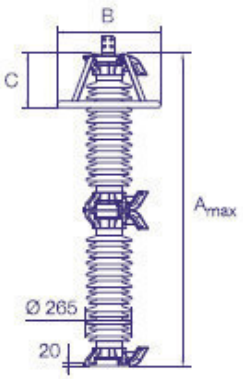


Figure 3

2.6.8.Módulos híbridos

Components

Gas density control

Since the dielectric strength of the switchgear and the breaking capacity of the SF_6 circuit-breaker depend on the density of the SF_6 gas, a gas density relay is installed to control gas density and detect leakage.

Voltage transformer

PASS can be equipped with conventional GIS inductive voltage transformers. Similarly to Current Transformers, several combinations of windings for protection and measurements with different loads are available.

Over-pressure relief

A rupture diaphragm (rupture disk) is installed for protection against excessive over-pressure due to internal arc faults. When a predetermined overpressure is reached, the rupture disk will break and relieve the pressure which would otherwise cause the enclosure itself to break. Deflectors in front of the diaphragms ensure the safety of personnel.

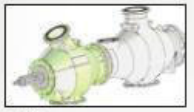
SF_6 Gas Insulated System

The compact design of the PASS module is due to the excellent insulation qualities of SF_6 gas. Its dielectric strength in a homogeneous field is about 2.5 times greater than that of air at the same temperature and pressure. The design of the live components is such that the distribution field is as homogeneous as possible, allowing the intrinsic strength of the insulating gas to be utilized more efficiently.

Combined disconnector / Earthing switch

PASS is equipped with combined disconnector/earthing switches. The mechanism has a minimal number of mechanical components, it is intrinsically reliable and maintenance-free. All required combinations are possible. In all PASS versions, the position of the combined disconnector/earthing switch is clearly shown by an indicator mechanically coupled to the shaft. Moreover, visual confirmation can be obtained by means of an inspection window in the enclosure. The disconnector/earthing switch can also be operated manually by means of a crank.

Circuit-breaker



The PASS circuit-breaker is a single-pressure interrupter that operates by means of the well-known self-blast principle. The energy for breaking currents is partly supplied by the arc itself, thereby reducing the energy the operating mechanism has to provide by about 30% compared with a conventional puffer type circuit-breaker.

Current transformer

PASS is equipped with conventional current transformers to meet customers' requirements. Several combinations of cores for protection and measurements with different loads are available.
Up to 5 cores can be fitted into the current transformers.

Bushings

The insulator consists of an epoxy impregnated fiberglass tube with silicon rubber sheds. The main features are:
- high degree of safety (crack and explosion resistant);
- low weight;
- excellent pollution and rain performance;
- sandstorm-resistant;
- maintenance-free.

Circuit-breaker drive

BLK is the spring-operated drive for the circuit-breaker, designed with a minimum number of components.
BLK is available with 2 alternatives:
- BLK 82 intended for ■ single-pole operation in line-bays where single-phase auto-reclosing is foreseen(*);
- BLK 222 intended for three-pole operation(**).

(*) For PASS M05 version, the BLK82 can operate as for three-pole mechanism.
(**) For PASS M05 BLK222, it can operate as a single-pole mechanism.

Transport

No special arrangements are needed for shipping and transportation. PASS fits into a standard truck container and does not require any packaging. Once on site, a simple 30° rotation of the outer poles is required for the final layout of PASS. The picture shows PASS 245 kV in the DCB configuration in the transport position. Its compactness is self-evident.

PASS M0

PASS M0 is the best seller of the family: PASS M0 was the first PASS designed (1999) and, thanks to its features (compact design, modularity and reliability), it was immediately accepted by the electrical market. Since then, more and more customers have decided to include PASS M0 in their Distribution Substation designs: the result is a reference list of more than 6500 equivalent bays energized around the world and in very different climatic conditions. PASS M0 has, in fact, been installed both in the desert (Saudi Arabia) and in the Arctic (Russia), indoors and outdoors, on the roof of buildings (Poland) and underground.

PASS M0 is extremely flexible and meets very different final customer requirements. It may therefore have the following configurations:

- Single Bus Bar (SBB);
- Double Bus Bar (DBB);
- In and Out Substation (IOS);
- Double Circuit Breaker (DCB).

Single Bus Bar, Australia

Double Circuit Breaker, Italy

Double Bus Bar, Norway

In and Out substation, Italy

PASS M00

ABB designed PASS M00 in 2003 in order to meet the specific requirements of the fast-expanding market for 66 kV and 100 kV systems. In 2011 a completely new version was introduced, increasing the short-time breaking current up to 40 kV, and the maximum continuous current up to 3150 A.
PASS M00 is smaller in size and weight than PASS M0 and boasts many innovative International Patents; the most important of these is the "Rotating breaking chamber" now also applied on PASS M0. In the rotating breaking chamber the disconnector and earthing switch moving contacts are installed directly on the enclosure of the circuit-breaker, which opens and closes the disconnector and earthing switches by turning.

All functions of a complete bay are included in one compact module. Thanks to its small size and low weight (comparable to a conventional "stand-alone" circuit-breaker), PASS M00 needs only one steel supporting tube. Therefore its installation is easy in both existing and new substations. Similarly to PASS M0, PASS M00 can also have different configurations:

- Single Bus Bar;
- Double Bus Bar.

Single Bus Bar, Italy

Double Bus Bar, France

Single Bus Bar, Denmark

10 11

PASS Technical Data

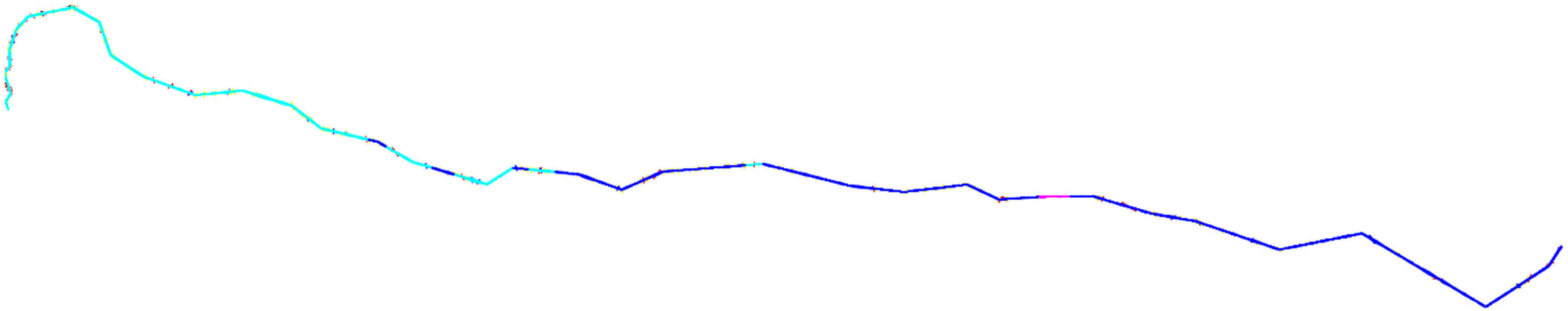
		PASS M00		PASS M0				PASS M0S	
Rated voltage	kV	72.5	100	145		170		252	420
Frequency	Hz	50 / 60	50	50	60	50	60	50 / 60	
Rated current	A	3150	3150	3150		3150		4000	5000
Breaking current	kA	40	31.5	50 / 63	63	50	40	50	63
AC test voltage	kV	160	185	275		325		460	650
Impulse test voltage – BIL	kV	350	450	650		750		1050	1425
Operation lightning impulse withstand voltage	kV	–	–	–		–		–	1050
Altitude above sea level	m	≤ 1000		≤ 1000				≤ 1000	
Max air temperature	°C	+ 40 [1]		+ 40 [1]				+ 40 [1]	
Min air temperature	°C	- 40 [1]	- 30 [1]	- 30 [1]				- 25 [1]	
Relative humidity	%	100		100				100	
Wind pressure	Pa	700		700				700	
Earthquake (IEC 1166)	g	0.5		0.5				0.5	
Pollution level (IEC 60815)		III Heavy [2]		IV Very Heavy				IV Very Heavy	

[1] Different temperatures on request.
[2] Level IV (very heavy) on request.

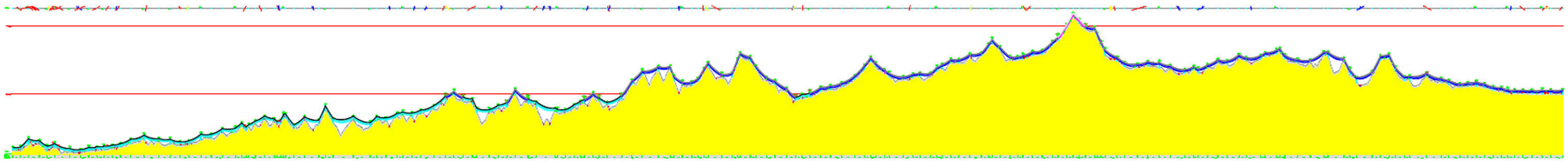
3. PLANOS .

A continuación se presentan los planos que definen el presente proyecto. Este apartado de planos consta de 84 planos.

	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		
Escala	Emplazamiento			Plano nº 1

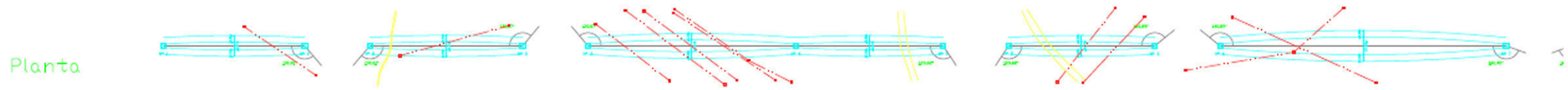


	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		
Escala H 1:2000 V 1:500	Planta de la línea 132 kV			Plano nº 2

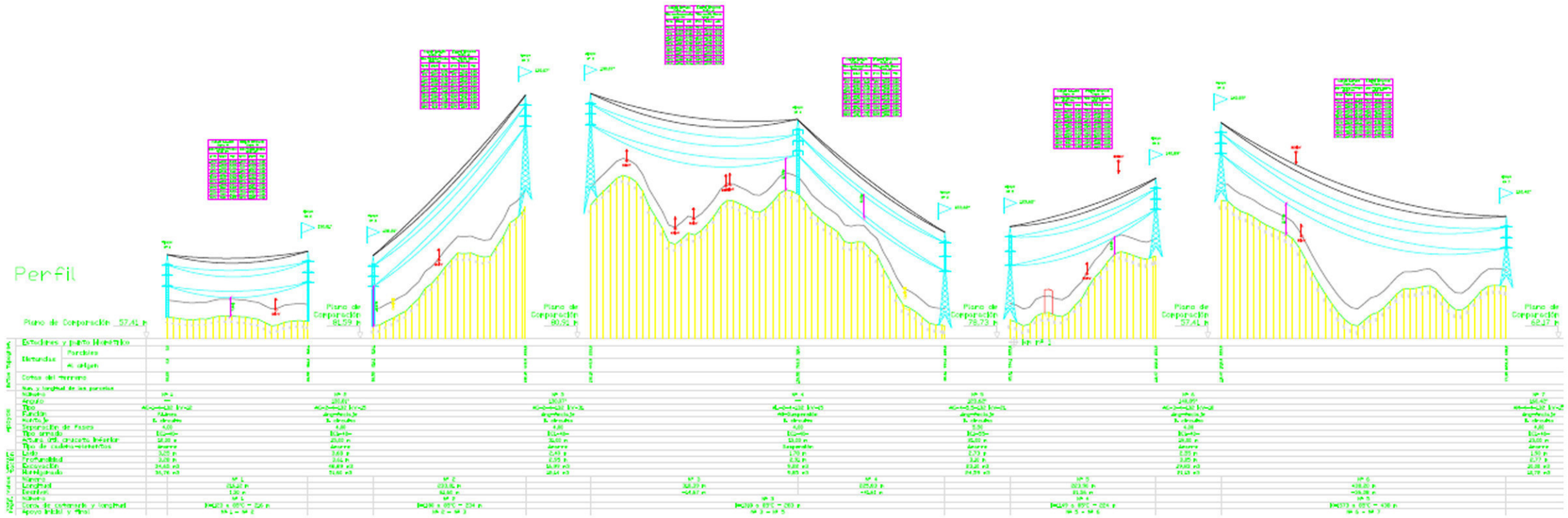


	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		
Escala H 1:2000 V 1:500	Perfil de la línea 132 kV			Plano nº 3

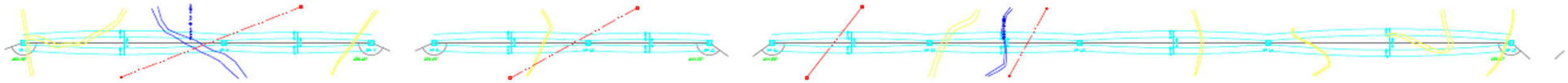
Planta

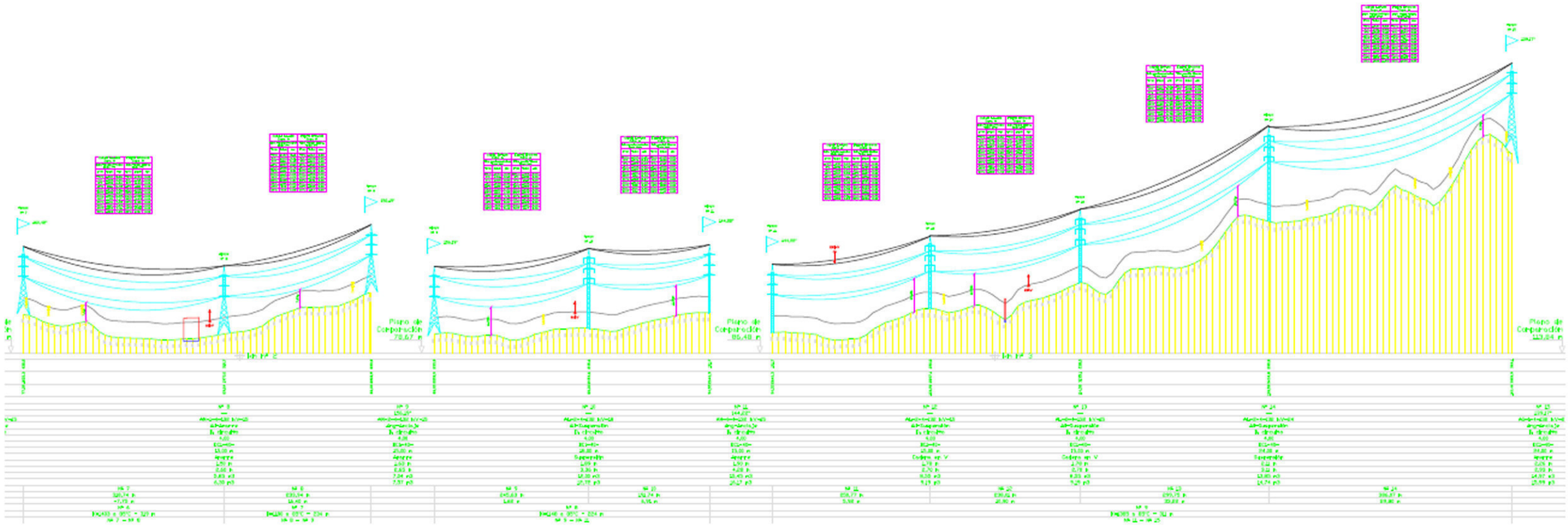


Perfil

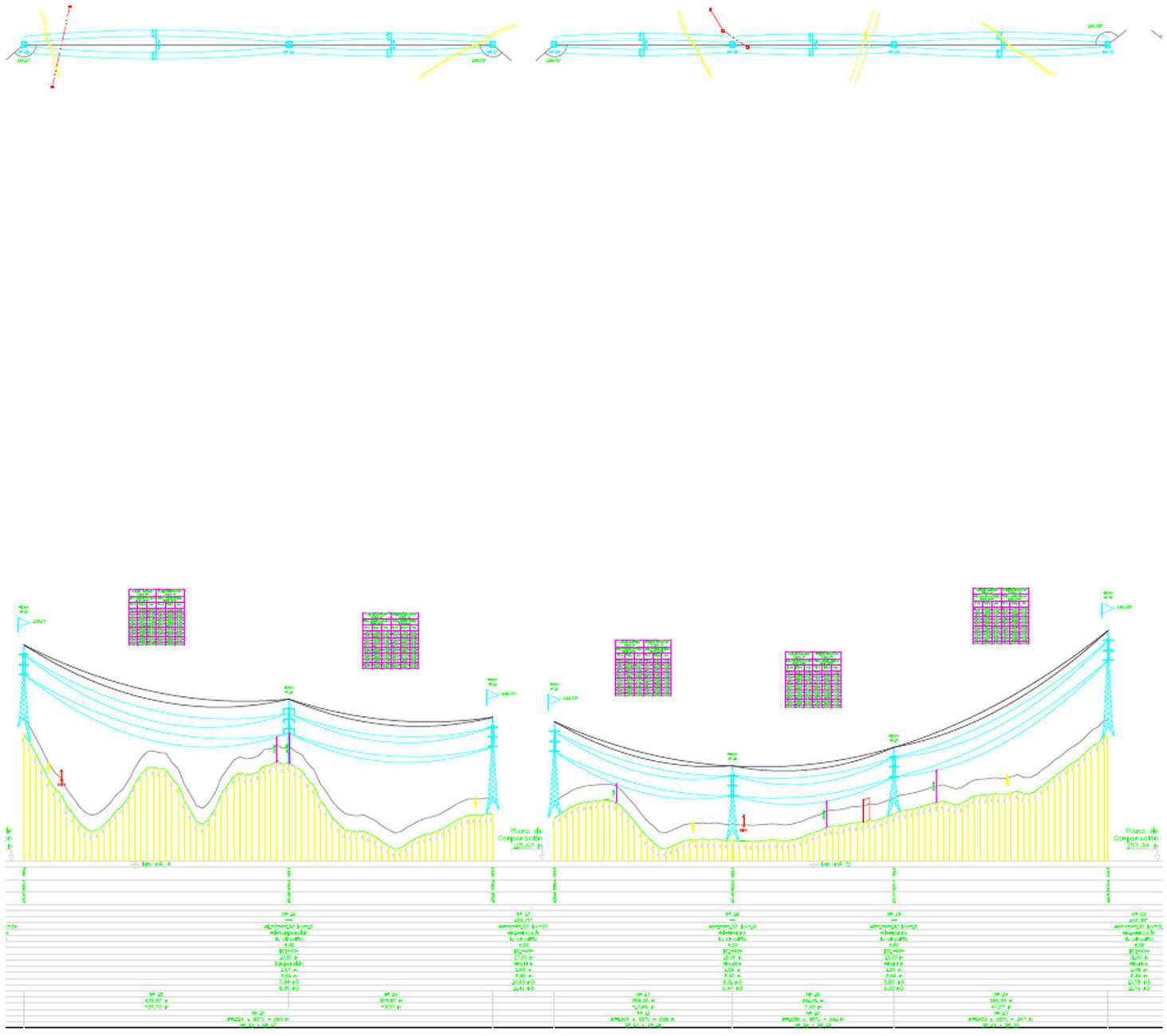


	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		
Escala H 1:2000 V 1:500	Perfil de la línea 132 kV por partes. Apoyp 1-7			Plano nº 4

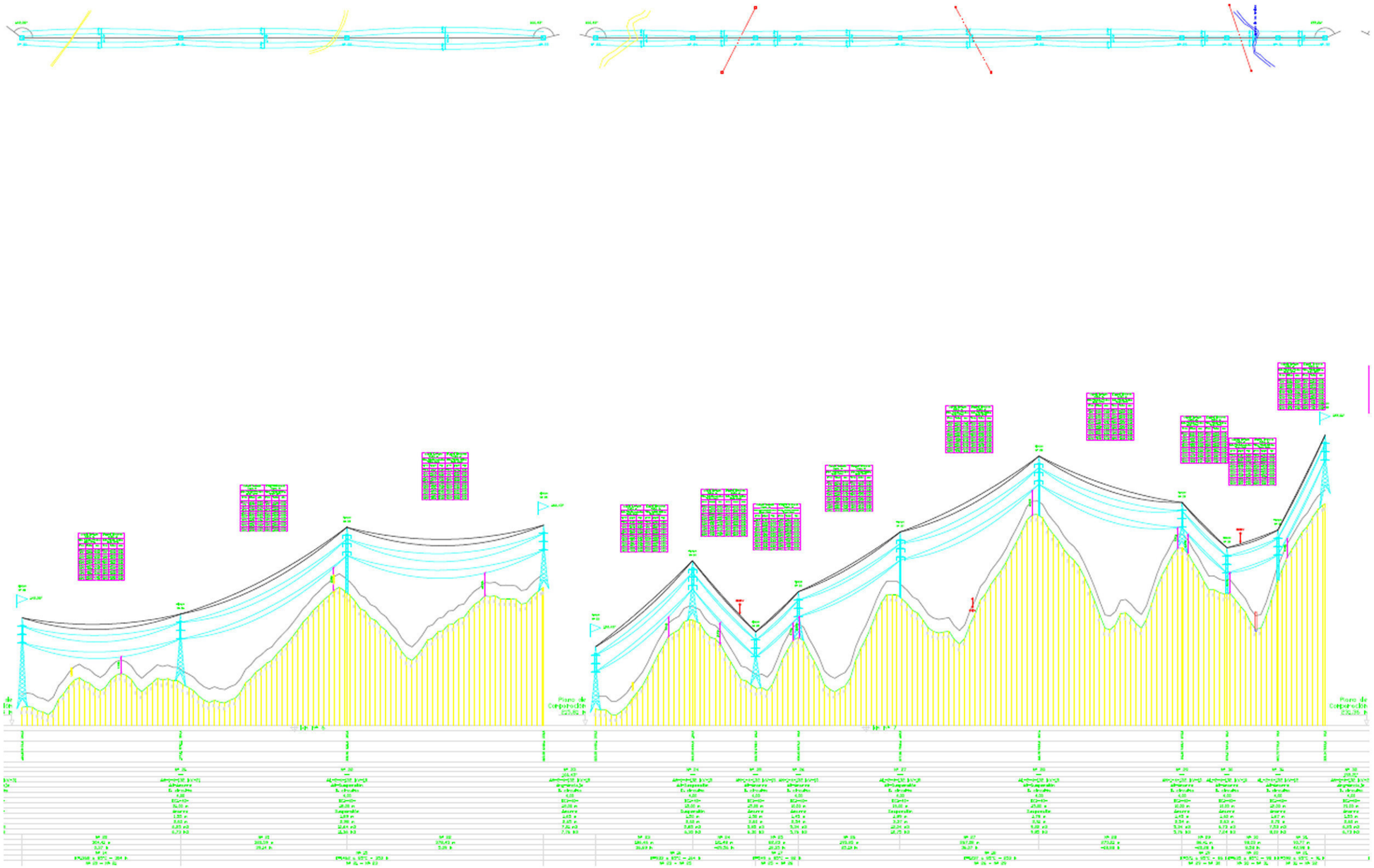




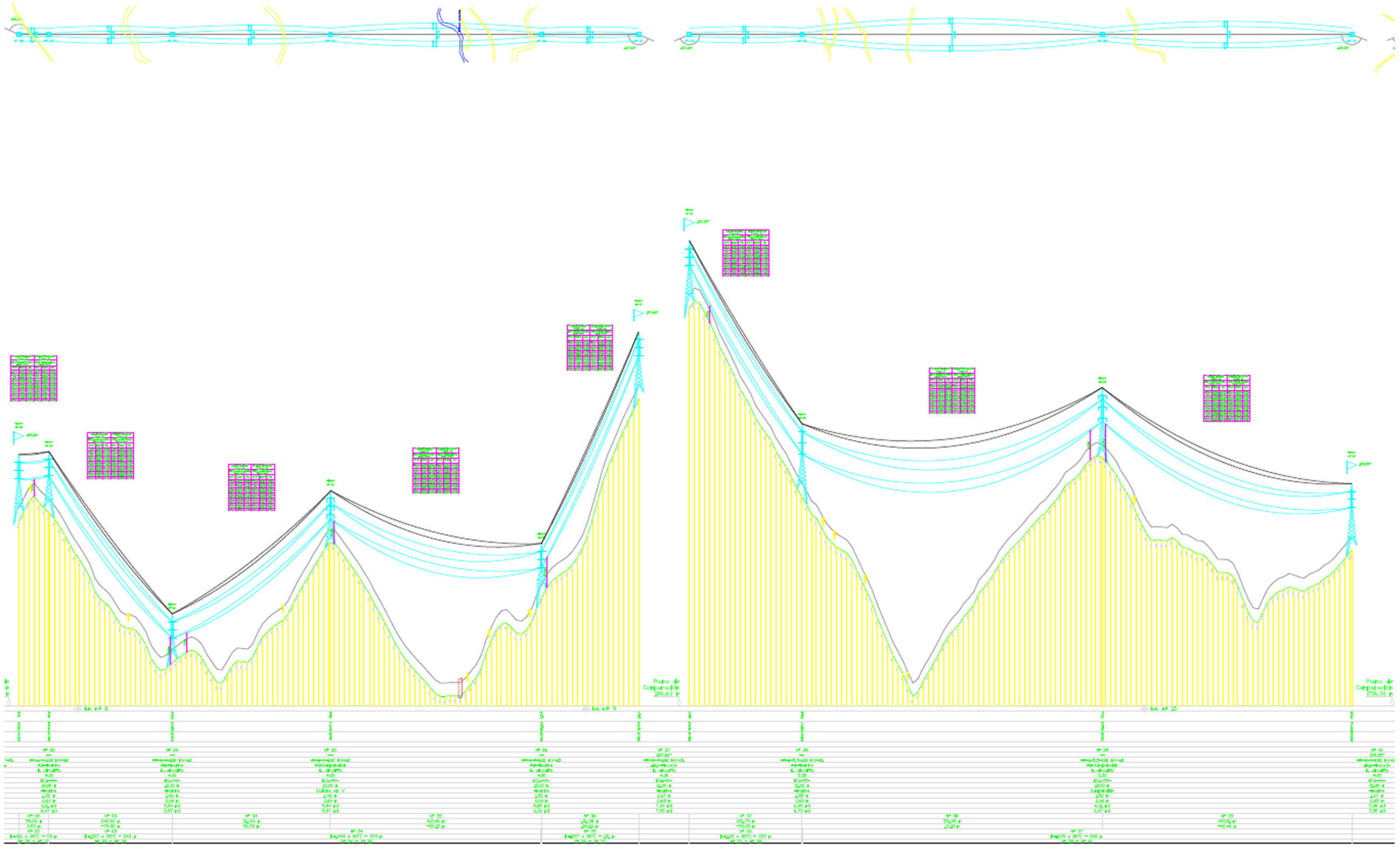
	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		
Escala H 1:2000 V 1:500	Perfil de la línea 132 kV por partes. Apoyp 7-15			Plano nº 5



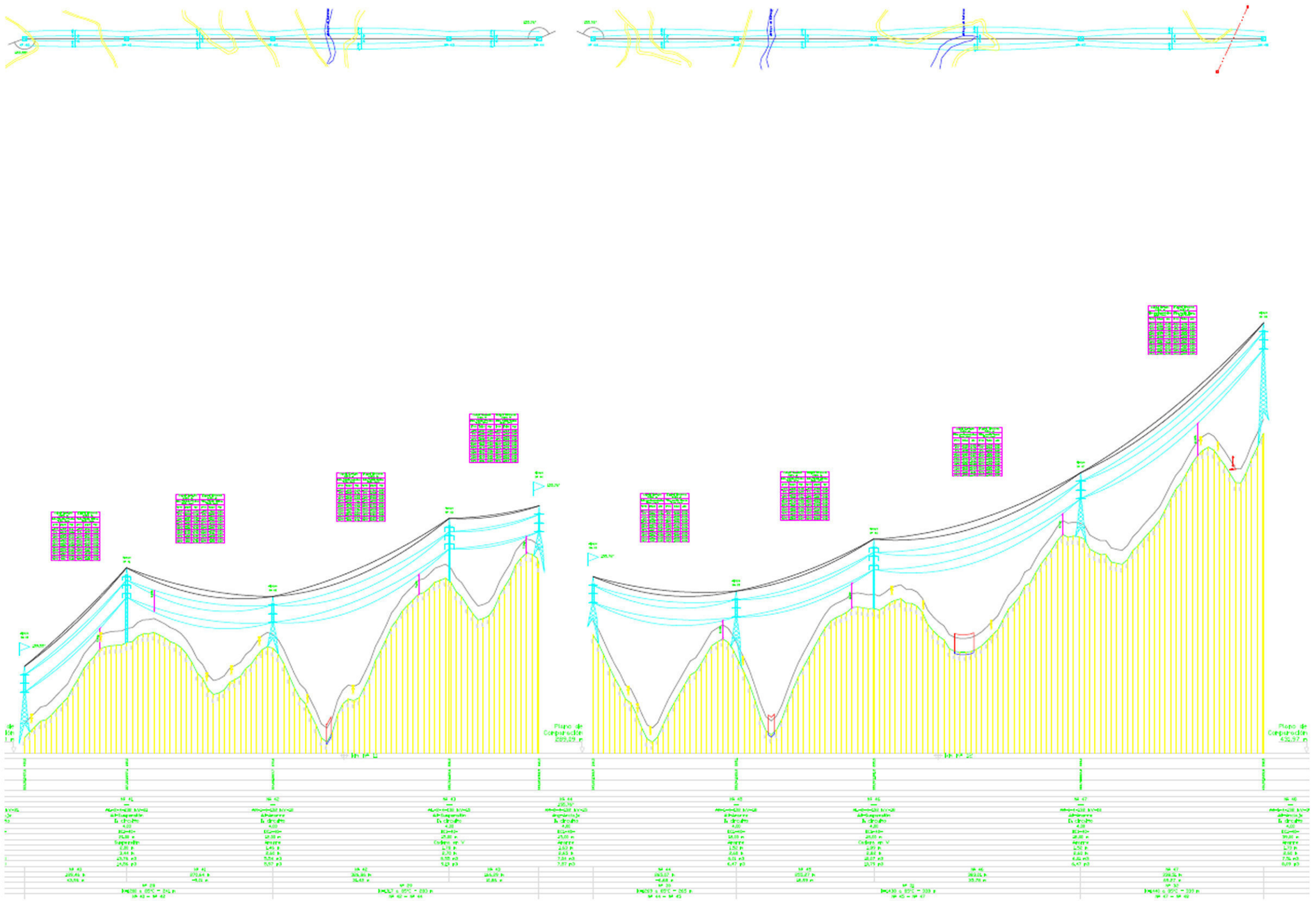
	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		
Escala H 1:2000 V 1:500	Perfil de la línea 132 kV por partes. Apoyo 15-20			Plano nº 6



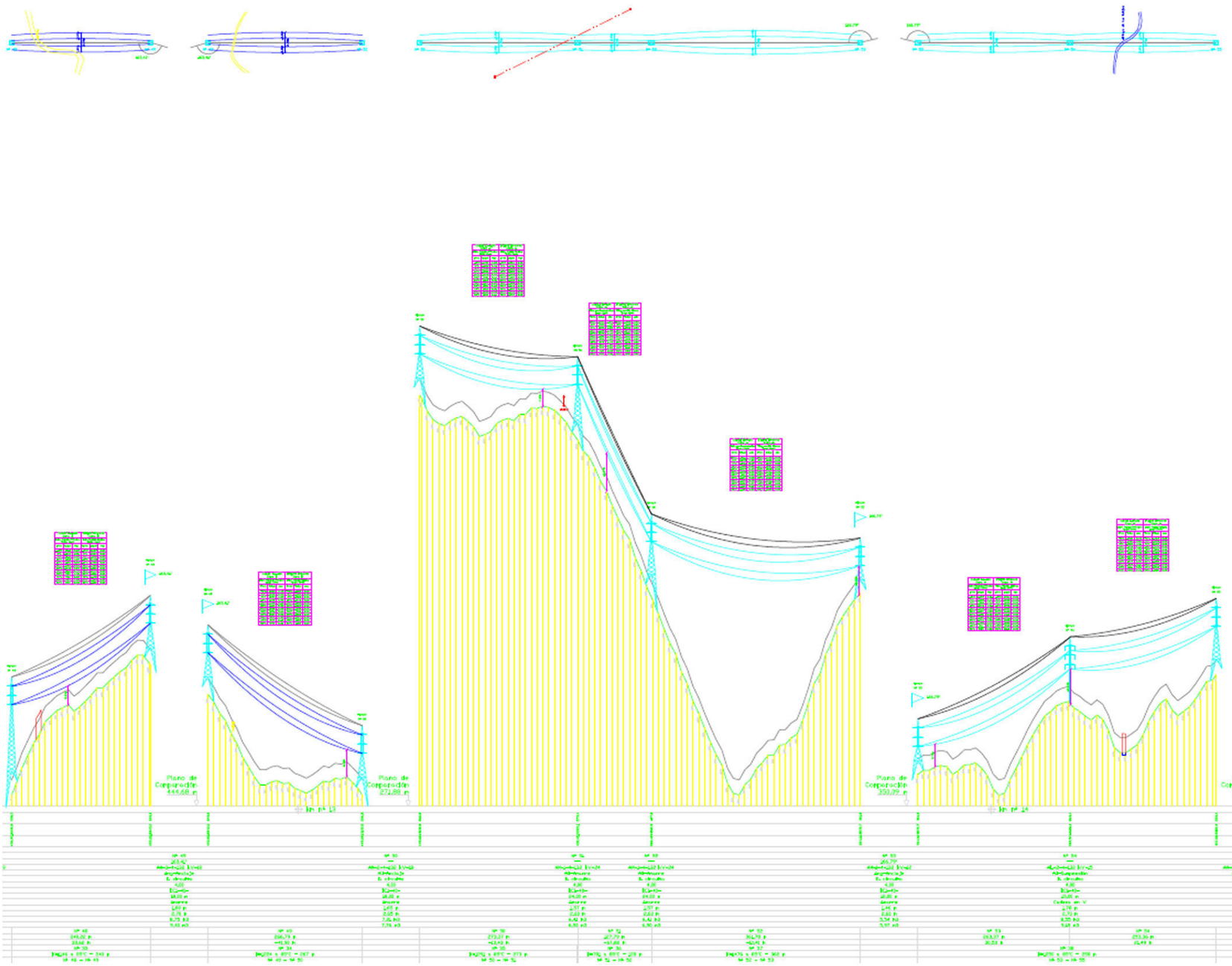
	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		
Escala H 1:2000 V 1:500	Perfil de la línea 132 kV por partes. Apoyo 20-32			Plano nº 7



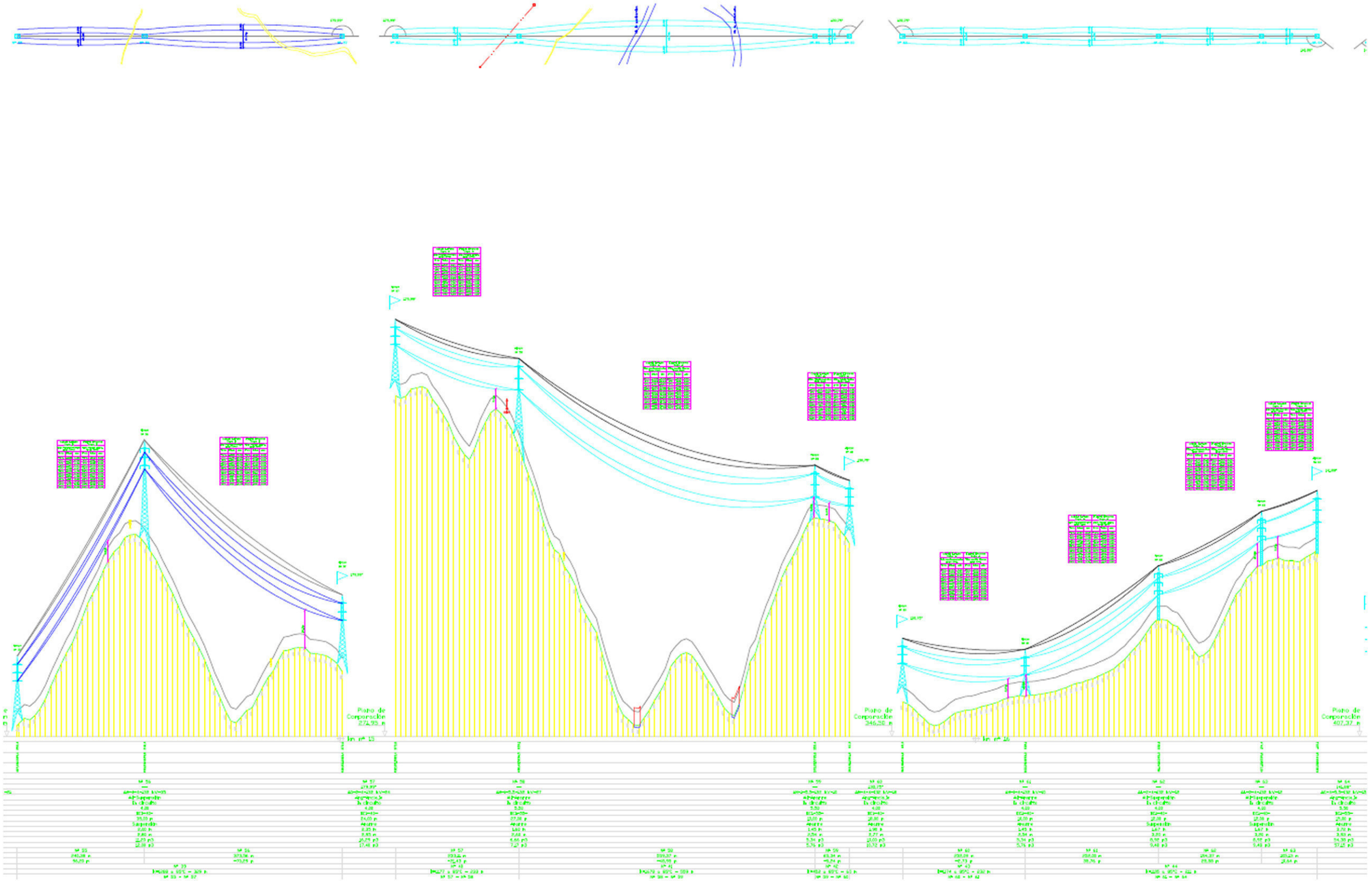
	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		
Escala H 1:2000 V 1:500	Perfil de la línea 132 kV por partes. Apoyo 32-40			Plano nº 8



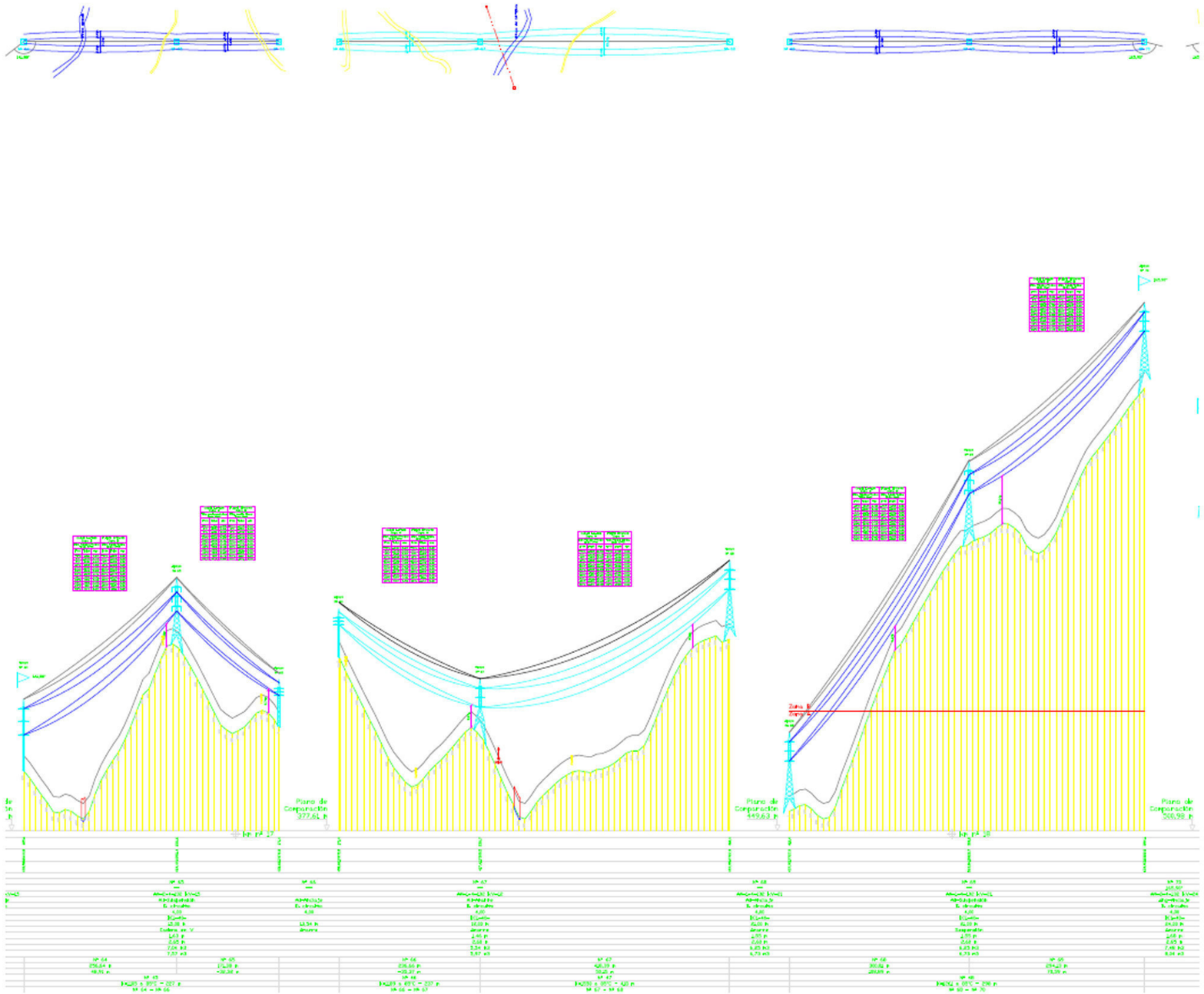
	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		
Escala H 1:2000 V 1:500	Perfil de la línea 132 kV por partes. Apoyo 40-48			Plano nº 9



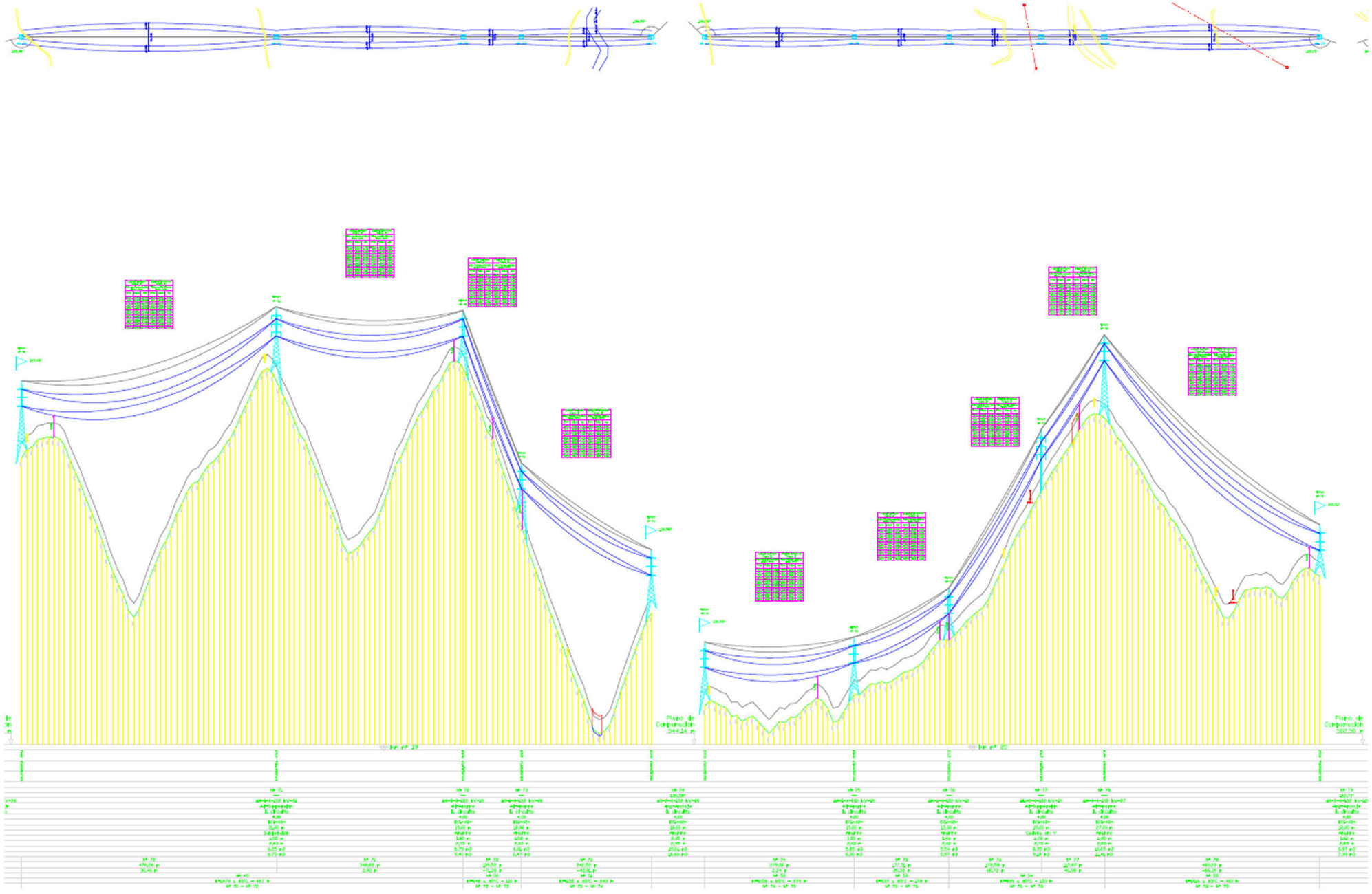
	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		
Escala H 1:2000 V 1:500	Perfil de la línea 132 kV por partes. Apoyo 48-55			Plano nº 10



	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		
Escala H 1:2000 V 1:500	Perfil de la línea 132 kV por partes. Apoyo 55-64			Plano nº 11

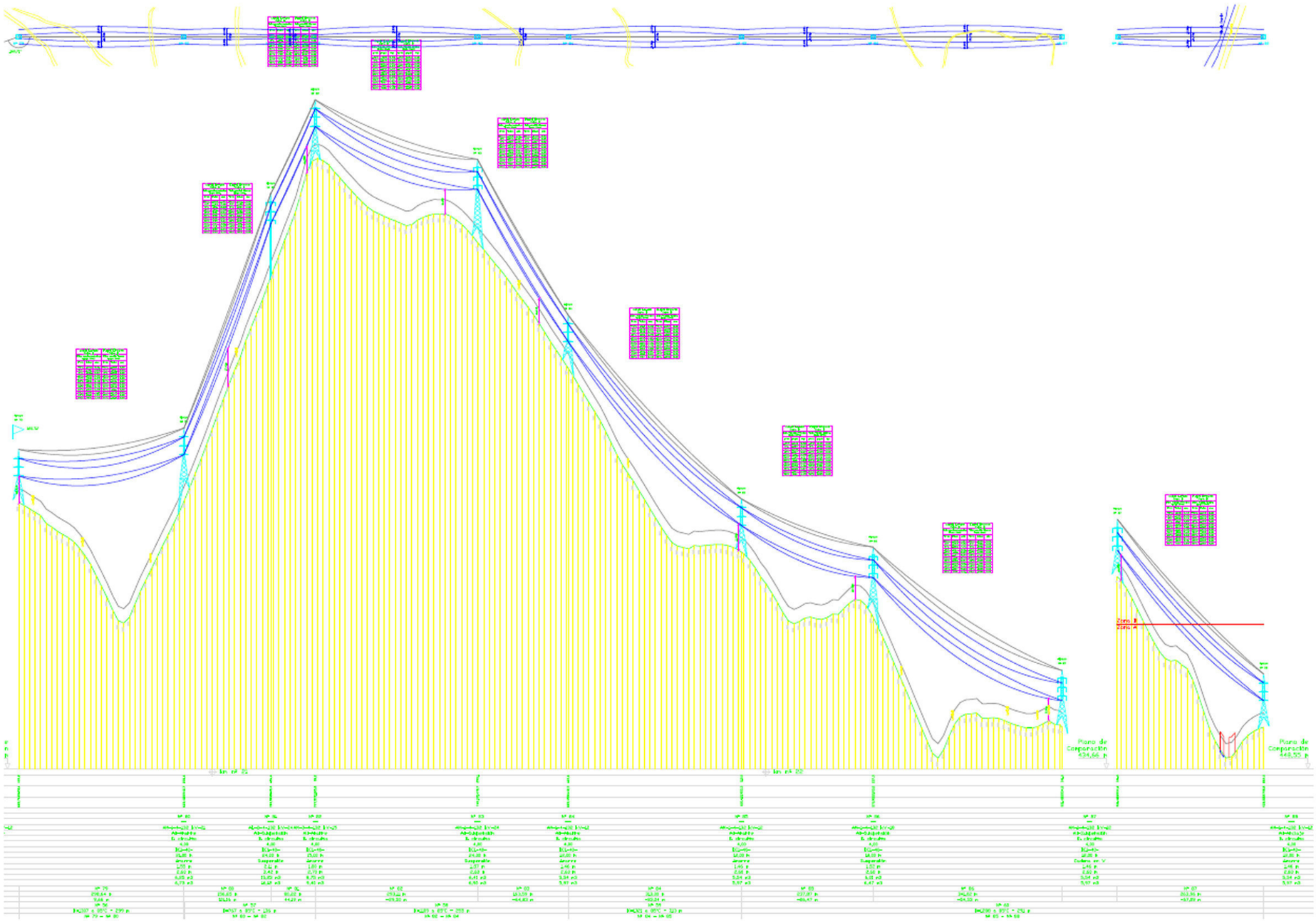


	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		
Escala H 1:2000 V 1:500	Perfil de la línea 132 kV por partes. Apoyo 64-70			Plano nº 12

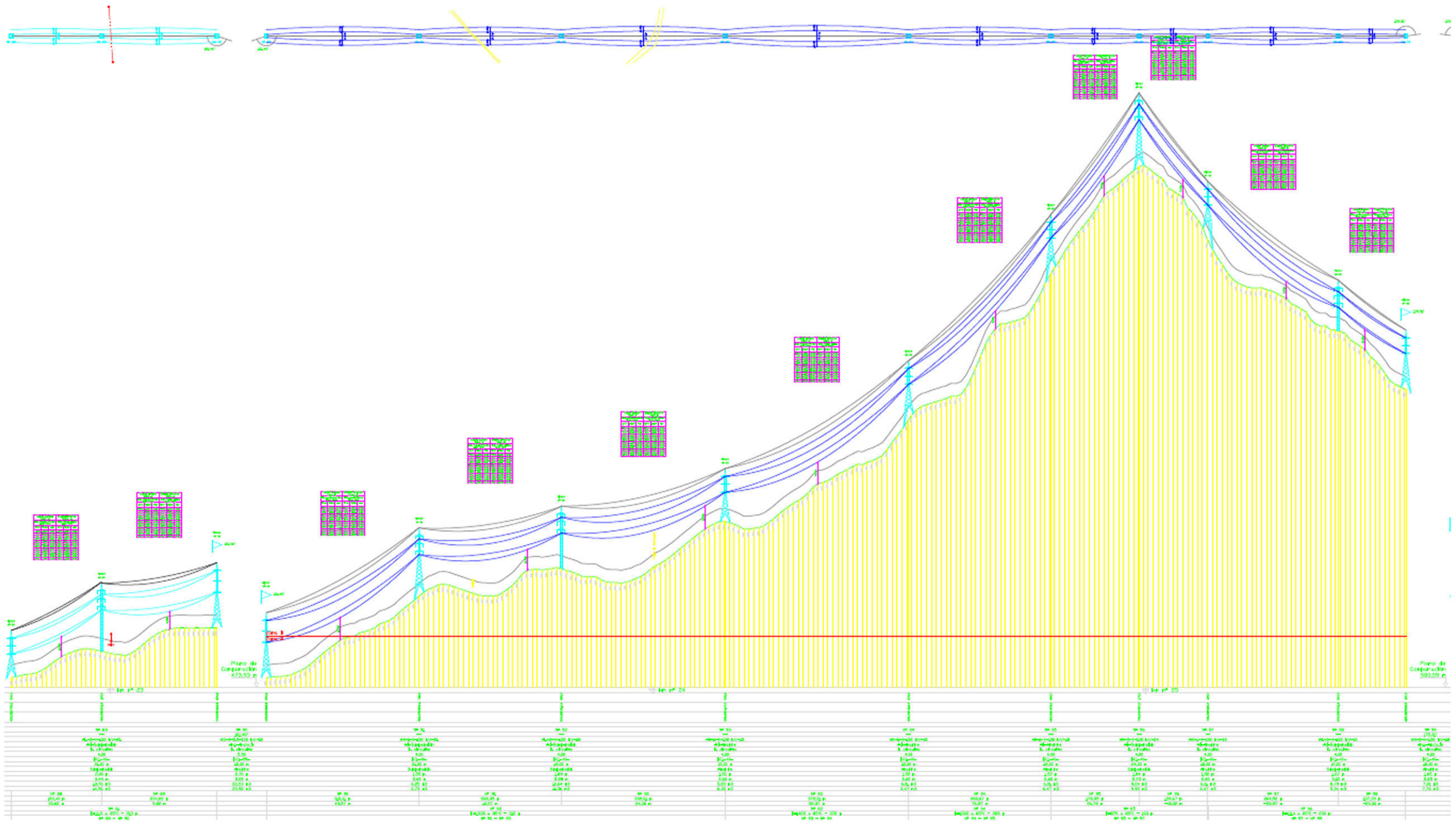


	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		

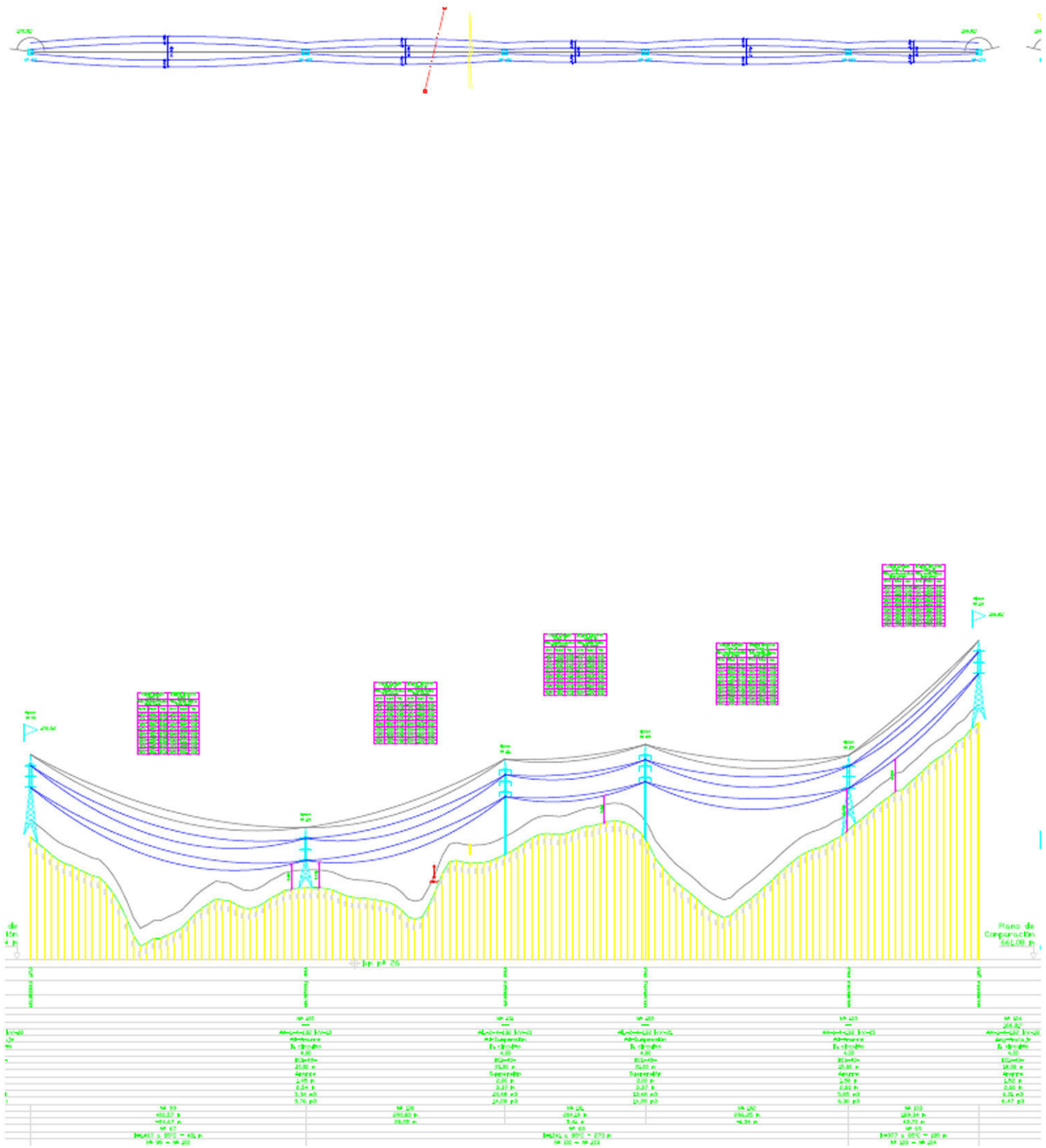
Escala	Perfil de la línea 132 kV por partes. Apoyo 70-79	Plano nº
H 1:2000 V 1:500		13



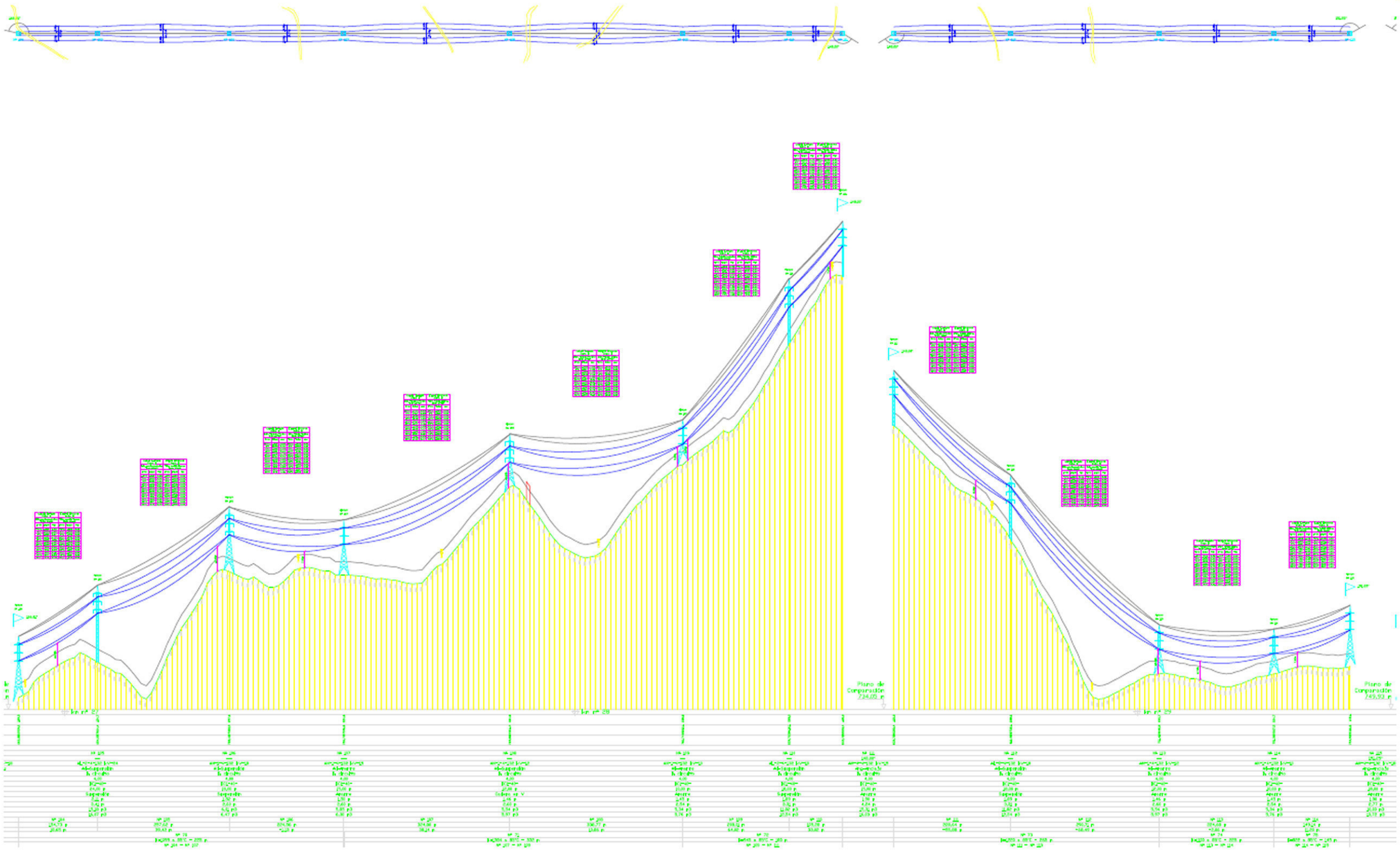
	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		
Escala H 1:2000 V 1:500	Perfil de la línea 132 kV por partes. Apoyo 79-88			Plano nº 14



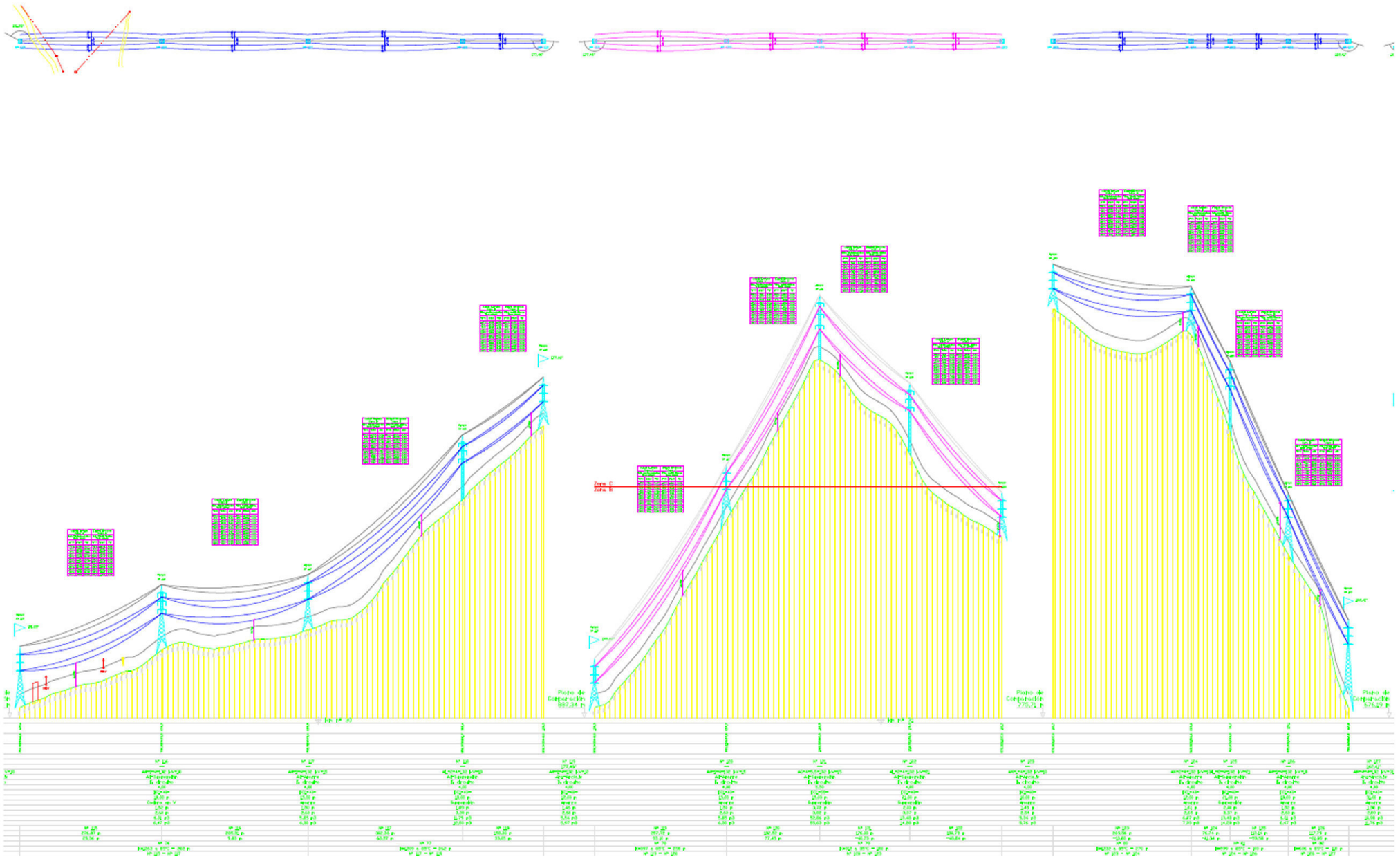
	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		
Escala H 1:2000 V 1:500	Perfil de la línea 132 kV por partes. Apoyo 88-99			Plano nº 15



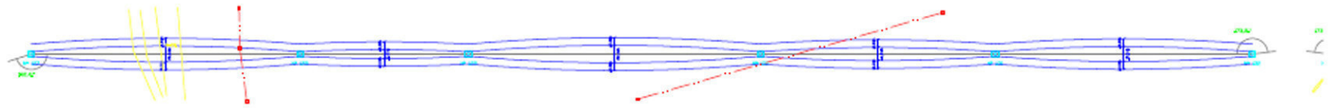
	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		
Escala H 1:2000 V 1:500	Perfil de la línea 132 kV por partes. Apoyo 99-104			Plano nº 16

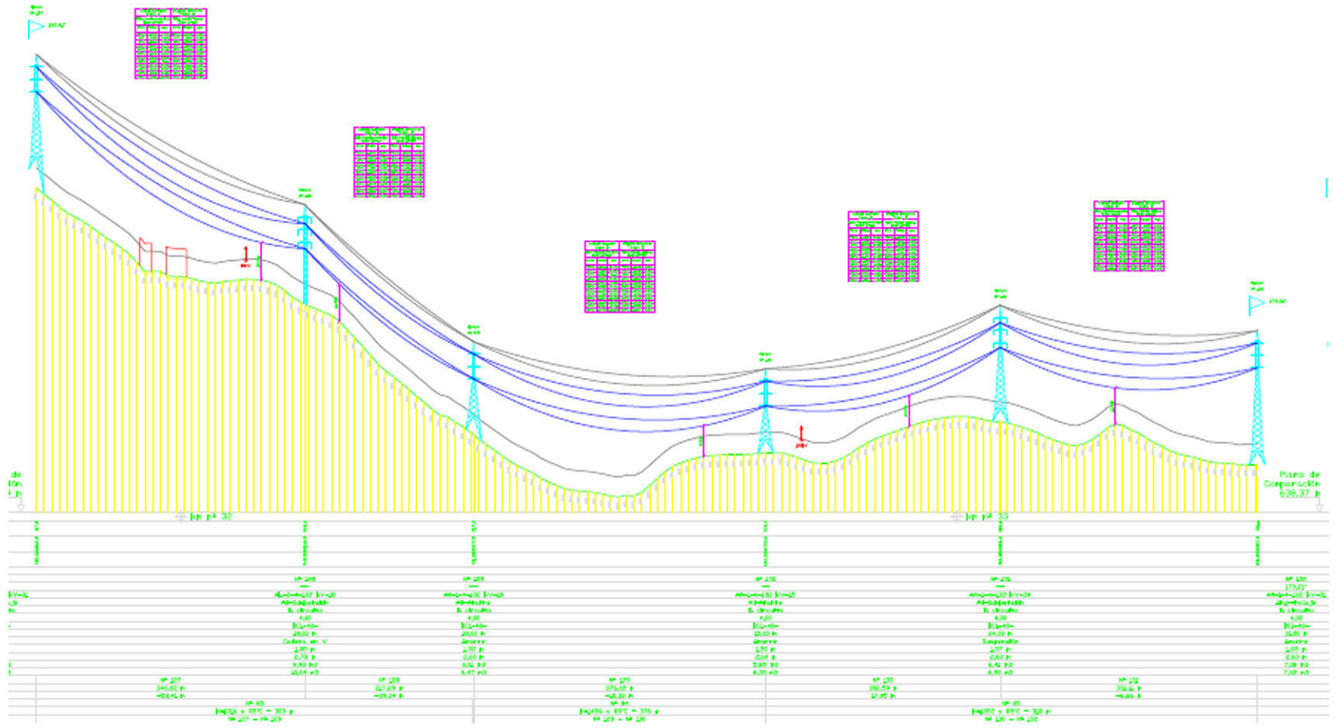


	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		
Escala H 1:2000 V 1:500	Perfil de la línea 132 kV por partes. Apoyo 104-115			Plano nº 17

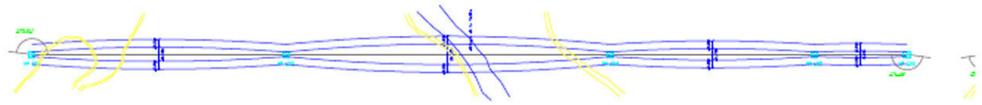


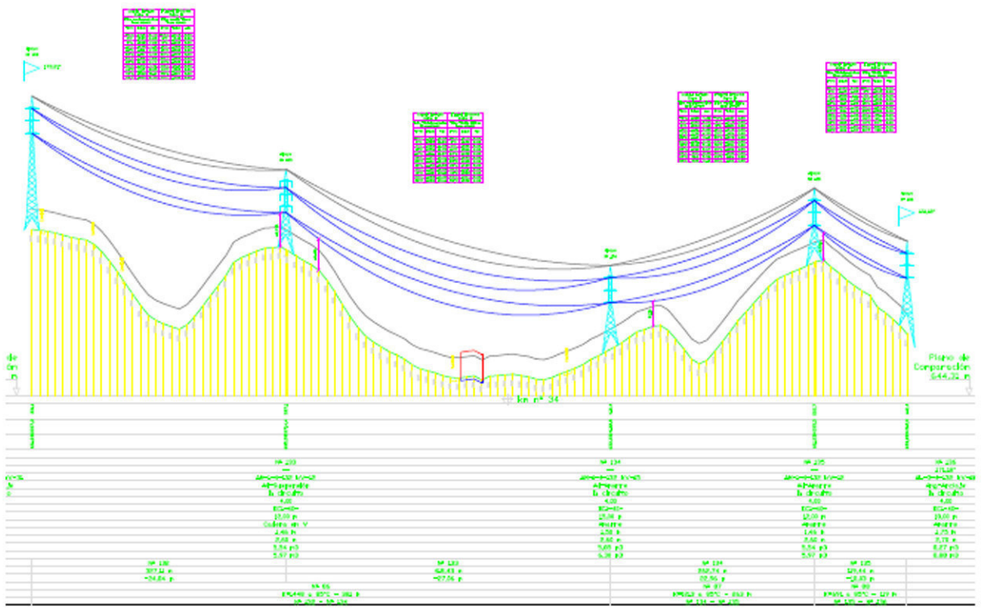
	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		
Escala H 1:2000 V 1:500	Perfil de la línea 132 kV por partes. Apoyo 115-127			Plano nº 18





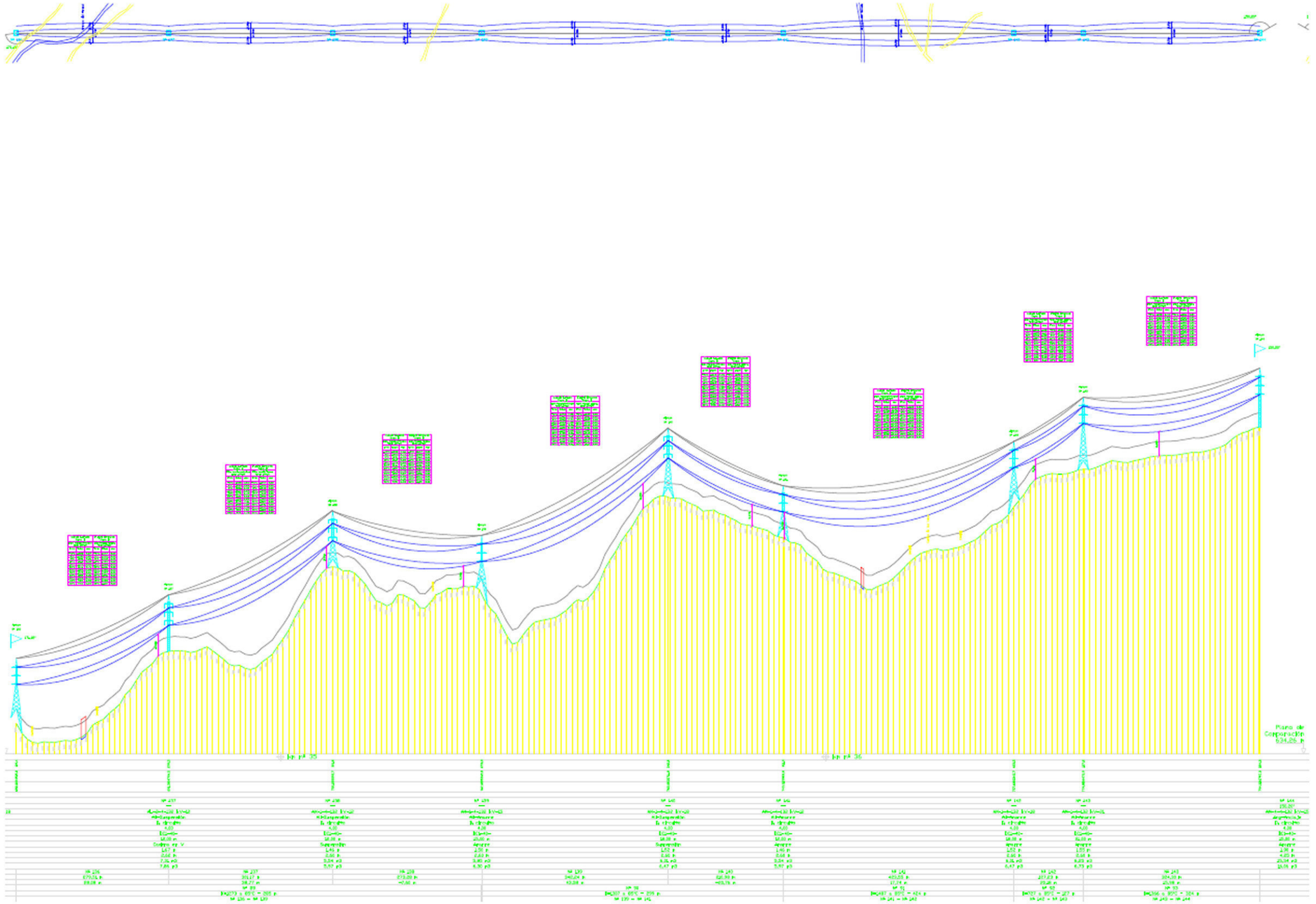
	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		
Escala H 1:2000 V 1:500	Perfil de la línea 132 kV por partes. Apoyo 127-132			Plano nº 19





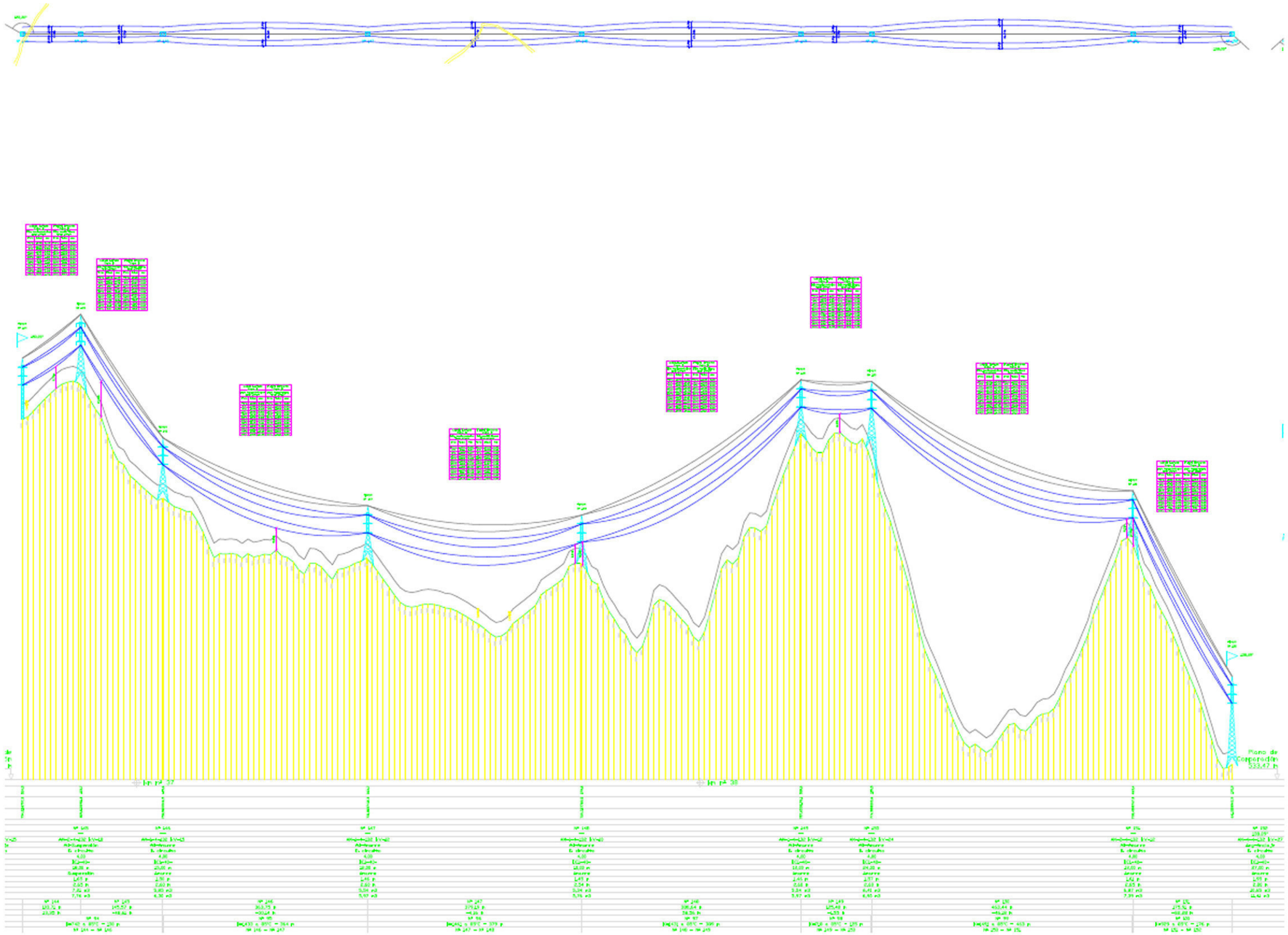
	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		

Escala	Perfil de la línea 132 kV por partes. Apoyo 132-136	Plano nº
H 1:2000 V 1:500		20



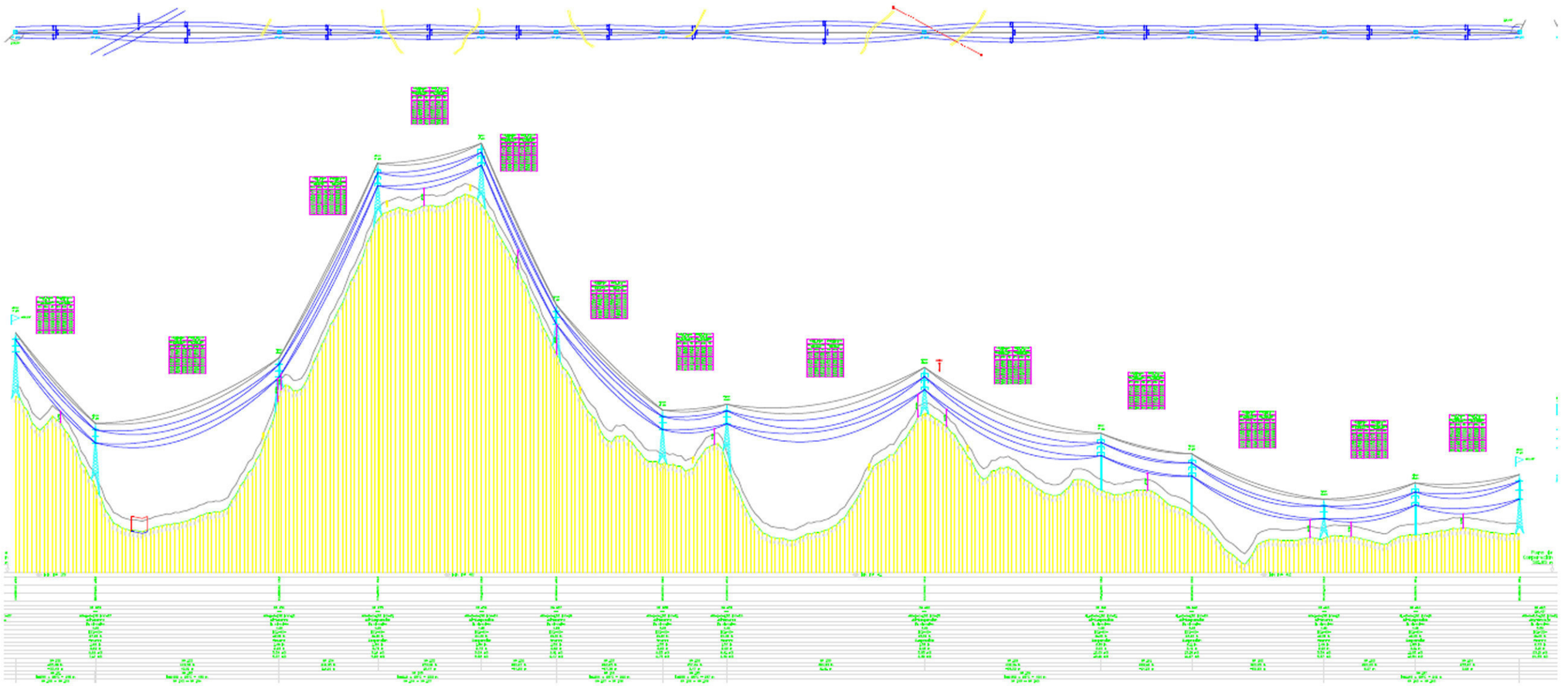
	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		

Escala		Plano nº
H 1:2000 V 1:500	Perfil de la línea 132 kV por partes. Apoyo 136-144	21

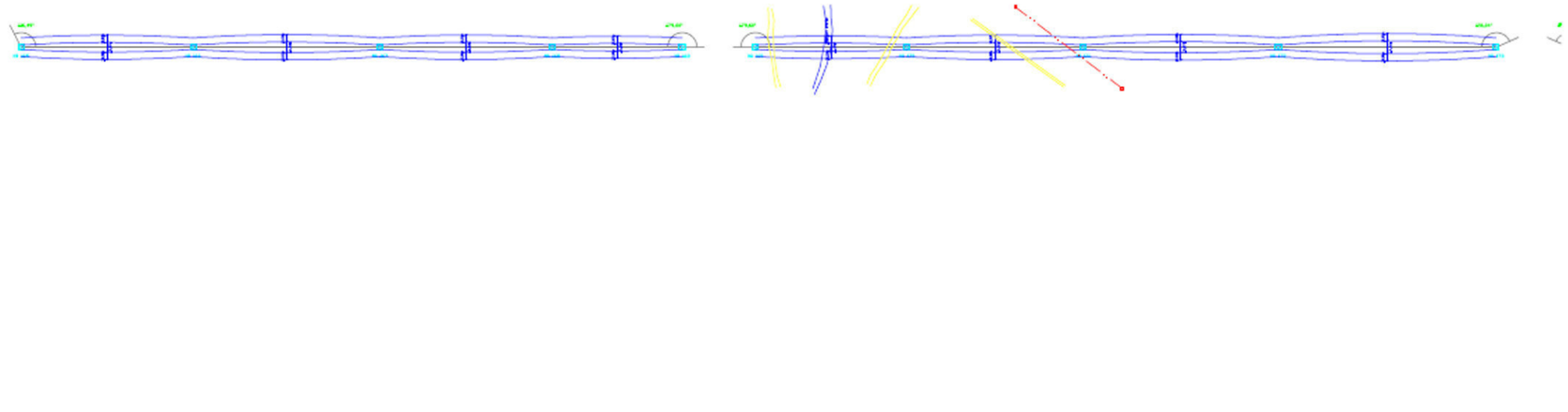


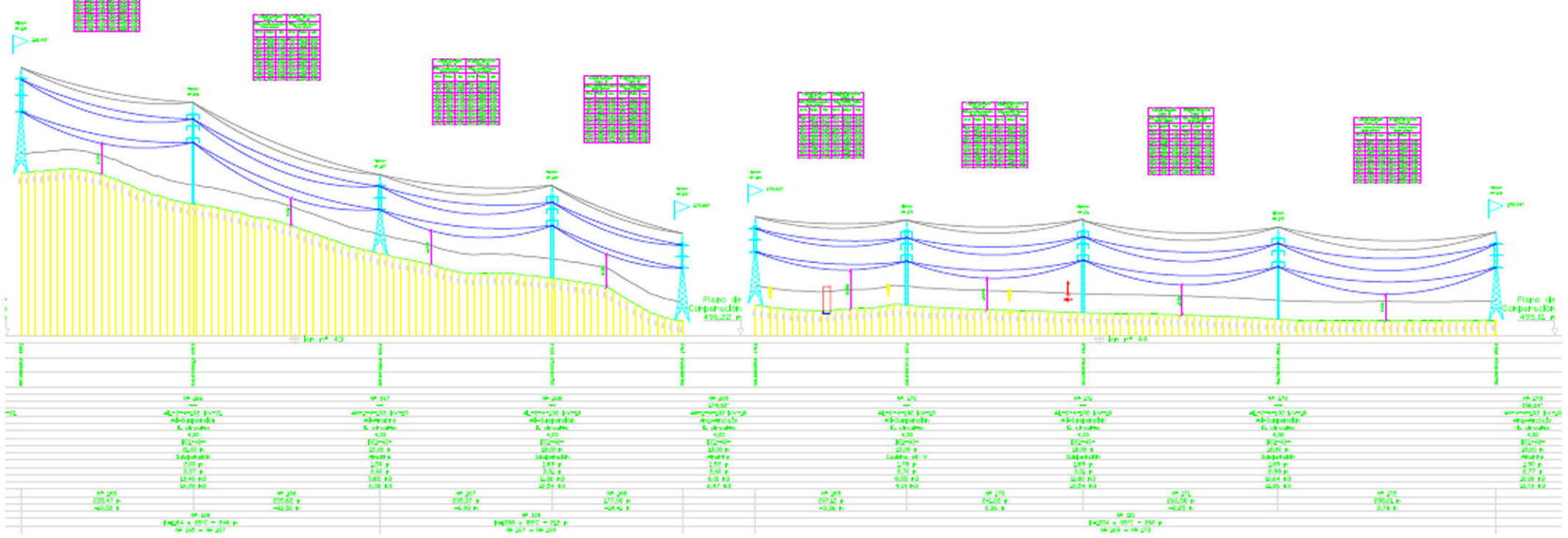
	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		

Escala	Perfil de la línea 132 kV por partes. Apoyo 144-152	Plano nº
H 1:2000 V 1:500		22

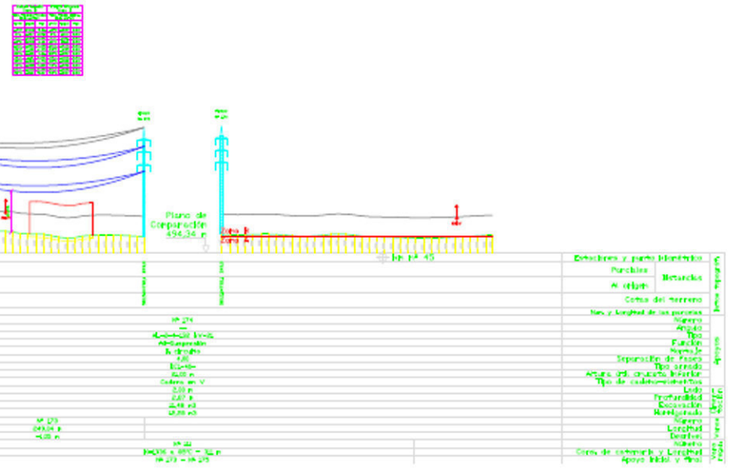


	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		
Escala H 1:2000 V 1:500	Perfil de la línea 132 kV por partes. Apoyo 152-165			Plano nº 23

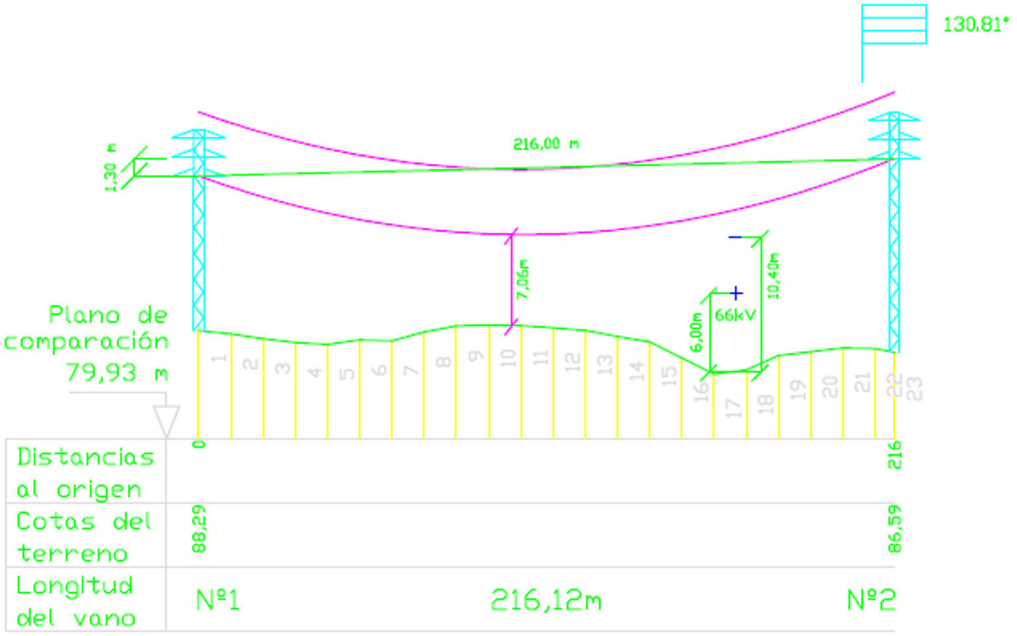




	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		
Escala H 1:2000 V 1:500	Perfil de la línea 132 kV por partes. Apoyo 165-173			Plano nº 24



	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		
Escala H 1:2000 V 1:500	Perfil de la línea 132 kV por partes. Apoyo 173-175			Plano nº 25

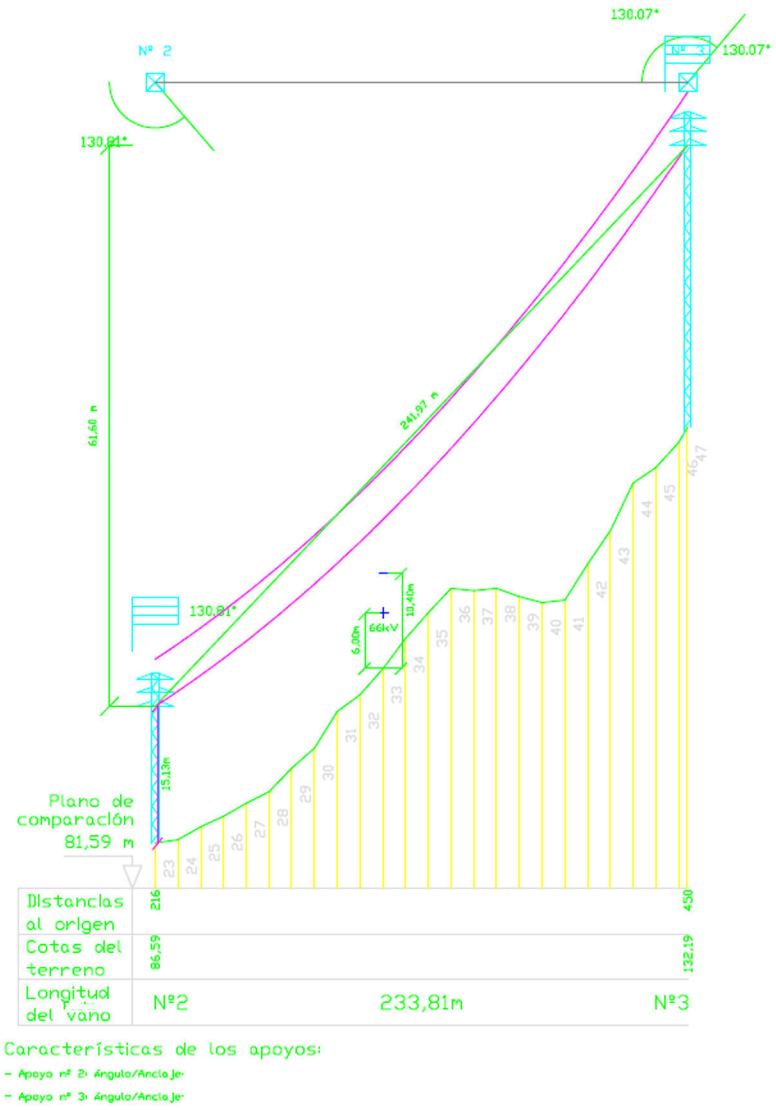


Características de los apoyos:

- Apoyo nº 1: Principio de línea
- Apoyo nº 2: Ángulo/Anclaje

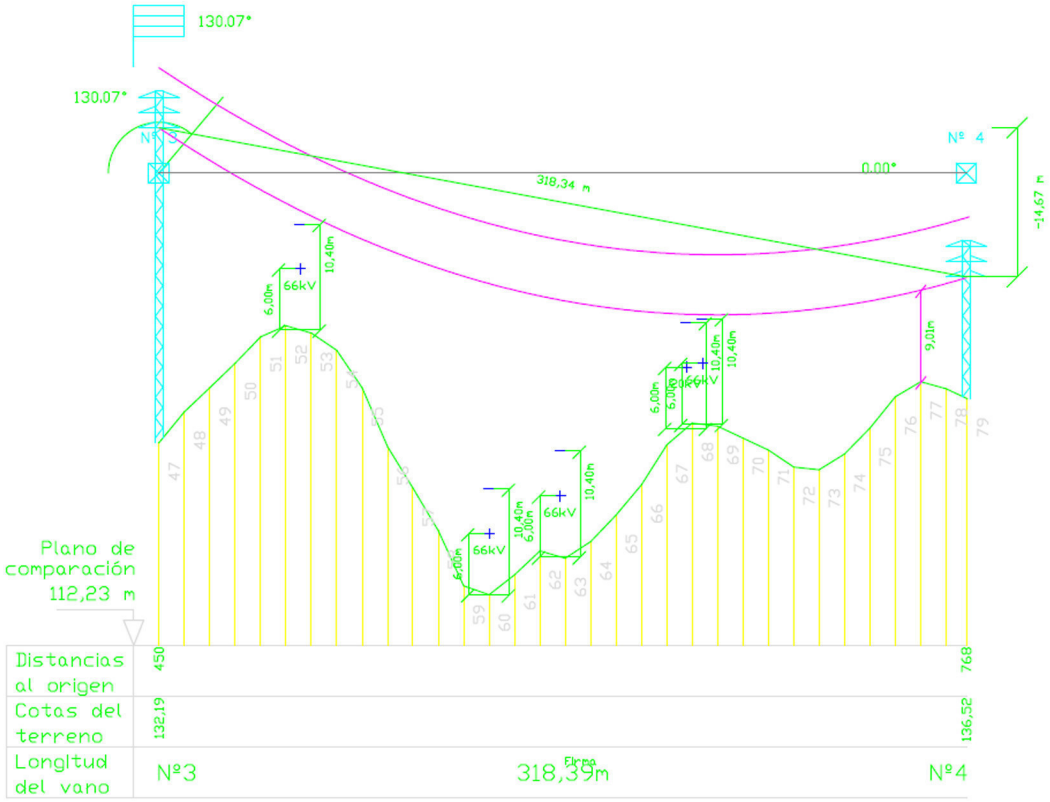
	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		

Escala	Separata vano nº1	Plano nº
H 1:2000 V 1:500		26



	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		

Escala	Separata vano nº2	Plano nº
H 1:2000 V 1:500		27

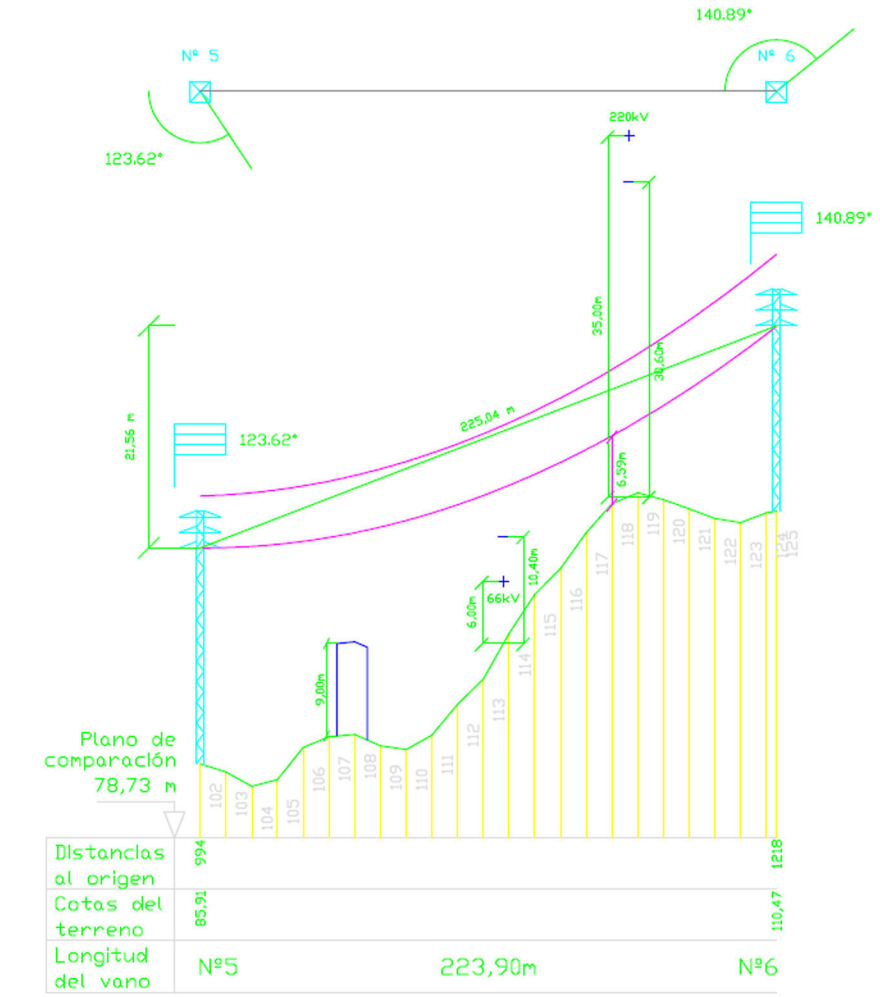


Características de los apoyos:

- Apoyo nº 3: Ángulo/Anclaje
- Apoyo nº 4: Alineación

	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		

Escala	Separata vano nº3	Plano nº
H 1:2000 V 1:500		28

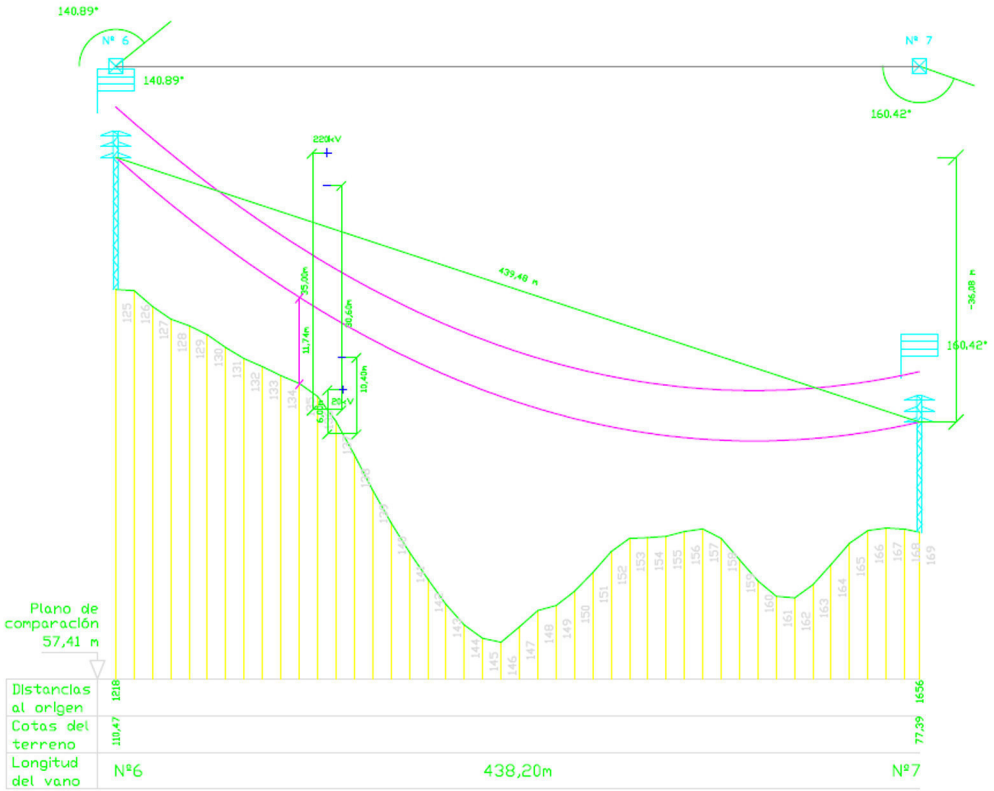


Características de los apoyos:

- Apoyo nº 5: Ángulo/Anclaje.
- Apoyo nº 6: Ángulo/Anclaje.

	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		

Escala		Plano nº
H 1:2000 V 1:500	Separata vano nº5	29

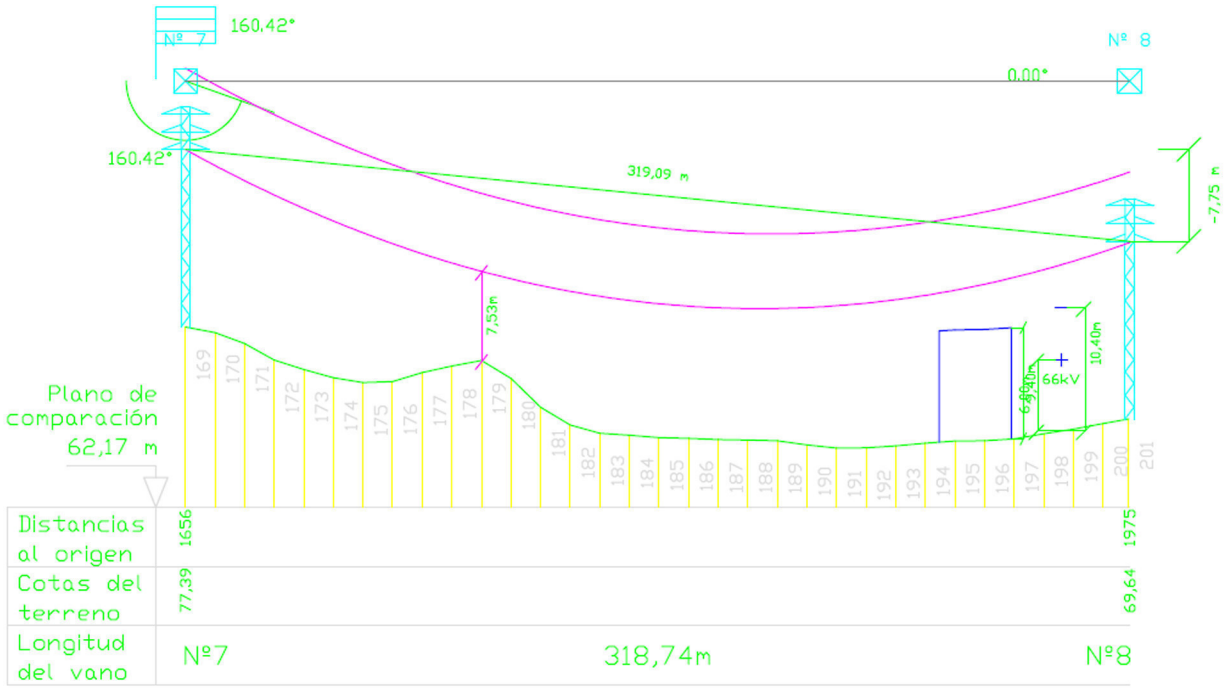


Características de los apoyos:

- Apoyo nº 6: Ángulo/Anclaje
- Apoyo nº 7: Ángulo/Anclaje

	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		

Escala	Separata vano nº6	Plano nº
H 1:2000 V 1:500		30



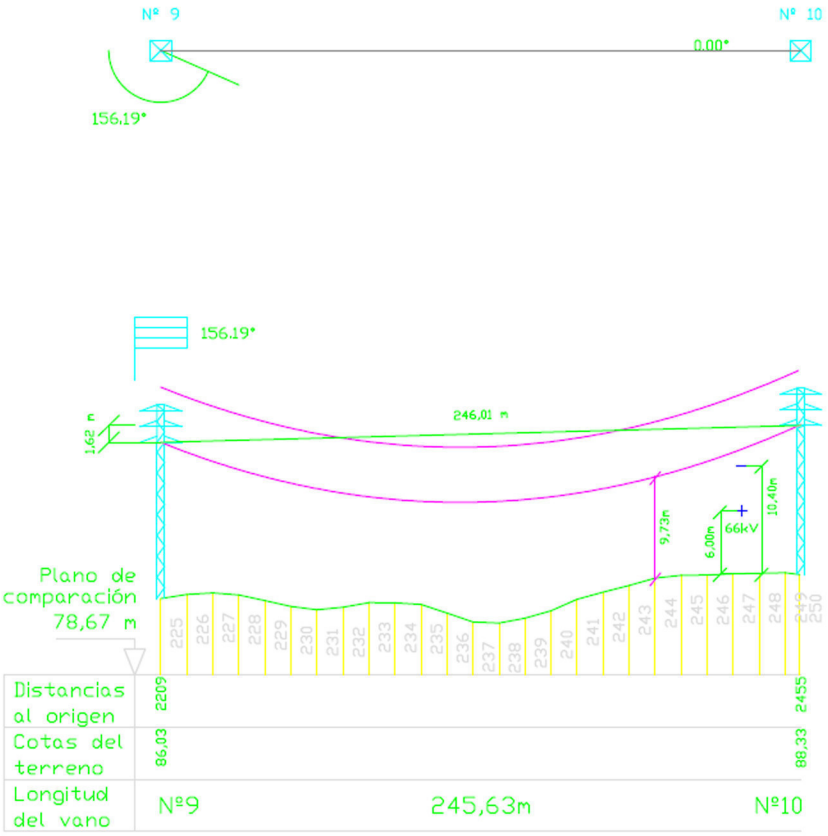
Características de los apoyos:

- Apoyo nº 7: Ángulo/Anclaje-

- Apoyo nº 8: Amarre

	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		

Escala	Separata vano nº7	Plano nº
H 1:2000 V 1:500		31

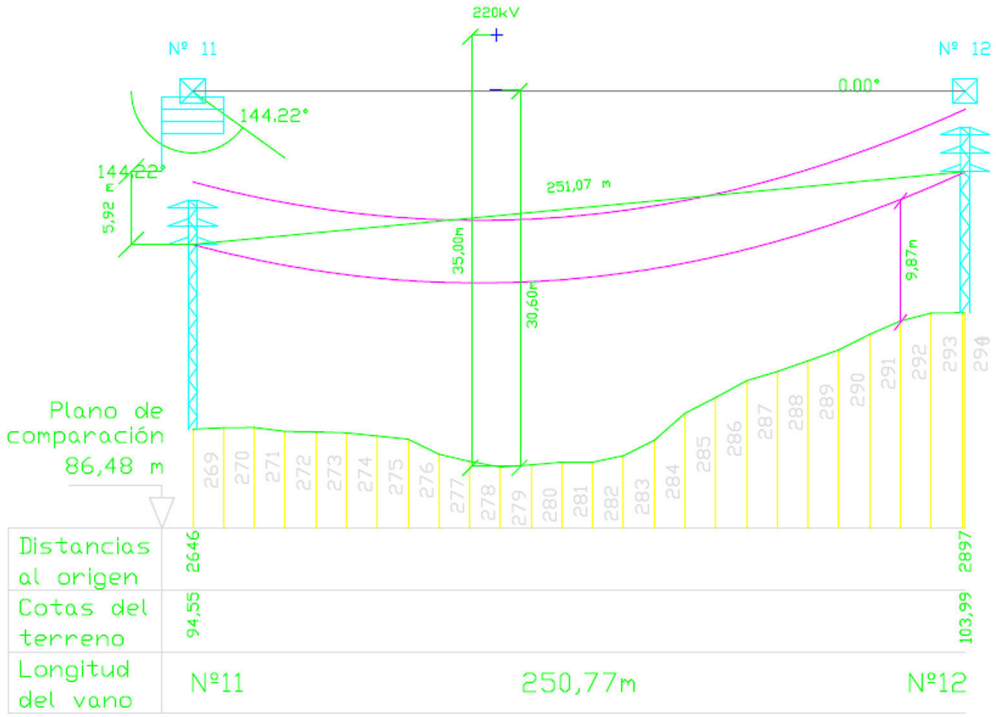


Características de los apoyos:

- Apoyo nº 9: Ángulo/Anclaje-
- Apoyo nº 10: Alineación-0daN

	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		

Escala		Plano nº
H 1:2000 V 1:500	Separata vano nº9	32

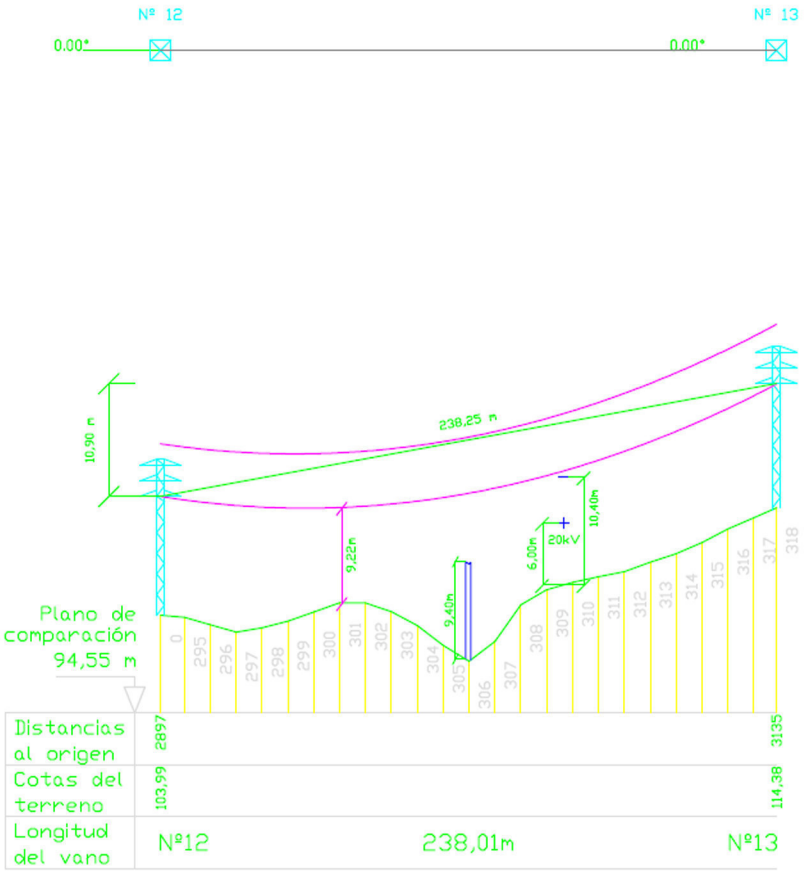


Características de los apoyos:

- Apoyo nº 11: Ángulo/Anclaje-
- Apoyo nº 12: Alineación

	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		

Escala	Separata vano nº11	Plano nº
H 1:2000 V 1:500		33

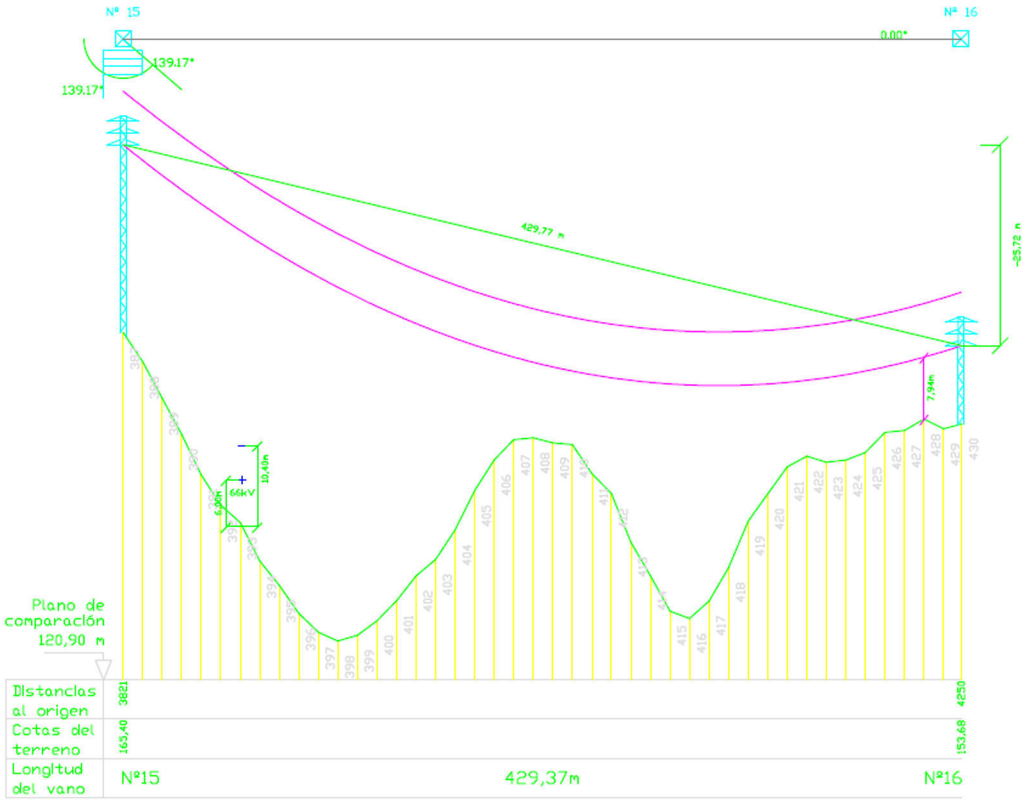


Características de los apoyos:

- Apoyo nº 12: Alineación-
- Apoyo nº 13: Alineación-

	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		

Escala		Plano nº
H 1:2000 V 1:500	Separata vano nº12	34

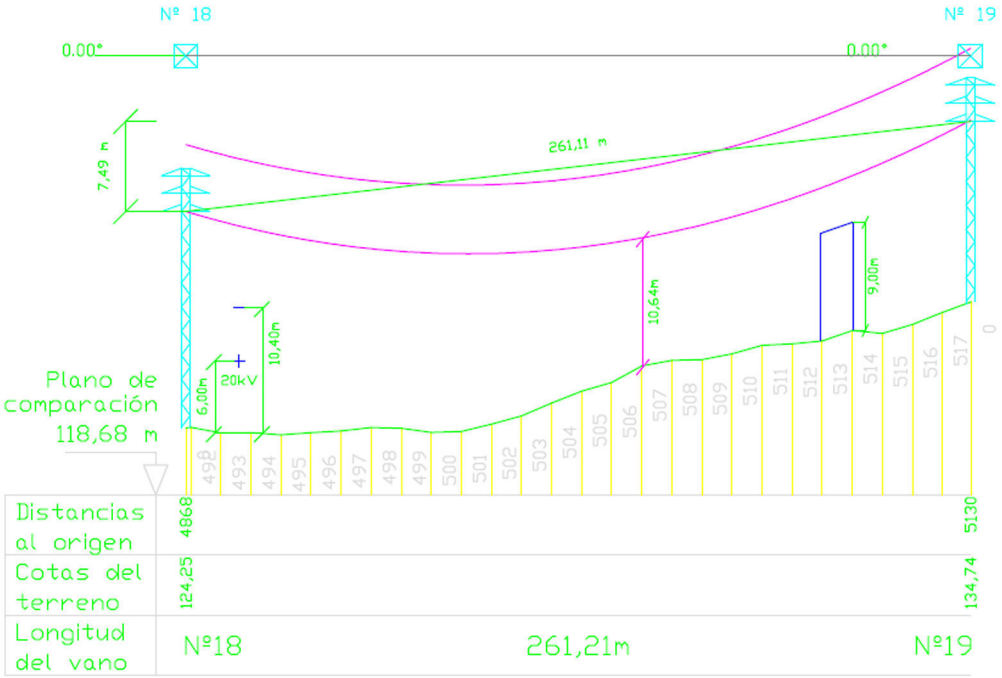


Características de los apoyos:

- Apoyo nº 15: Angulo/Anclaje
- Apoyo nº 16: Alineación

	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		

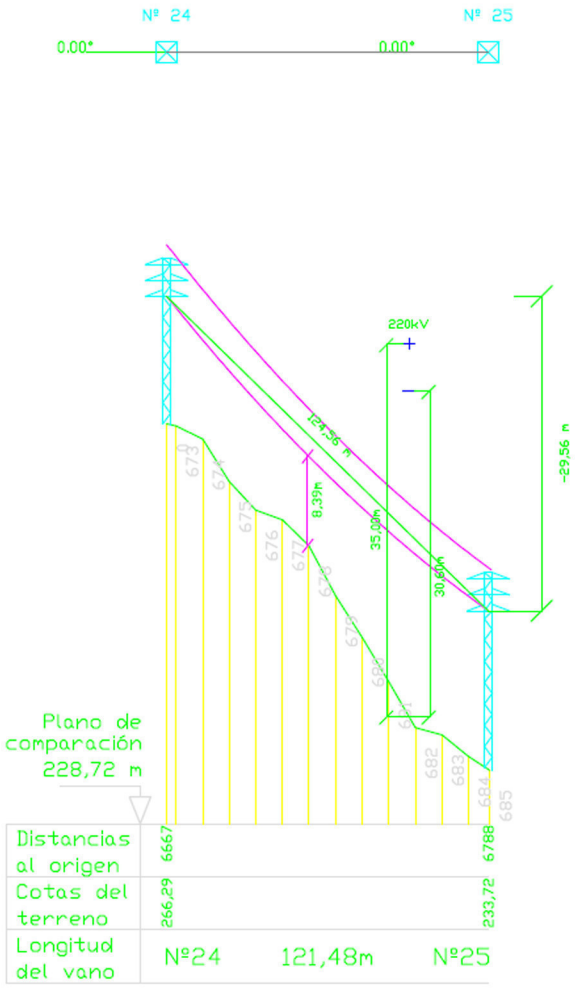
Escala	Separata vano nº15	Plano nº
H 1:2000 V 1:500		35



Características de los apoyos:

- Apoyo nº 18: Amarre
- Apoyo nº 19: Amarre

	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		
Escala H 1:2000 V 1:500	Separata vano nº18			Plano nº 36

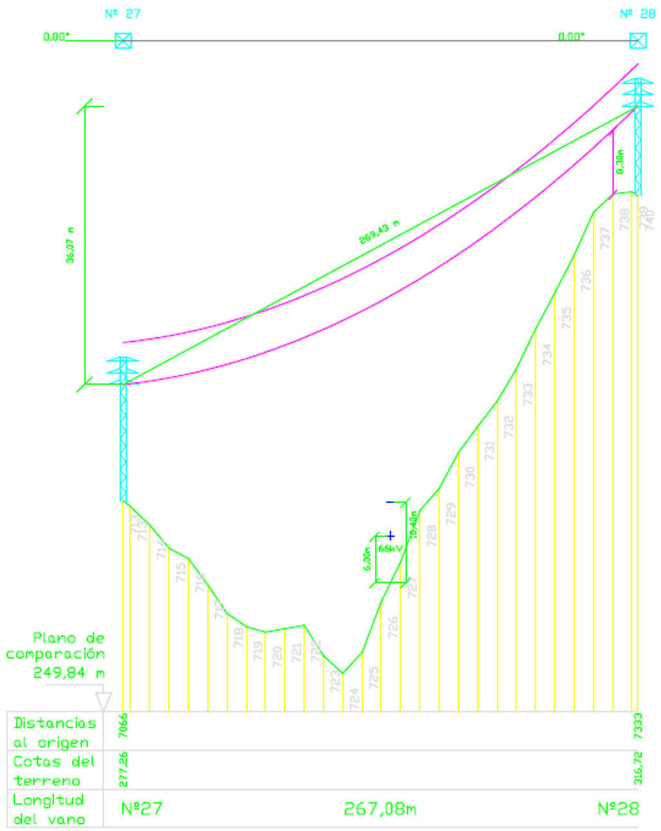


Características de los apoyos:

- Apoyo nº 24: Alineación
- Apoyo nº 25: Amarre

	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		

Escala		Plano nº
H 1:2000 V 1:500	Separata vano nº24	37

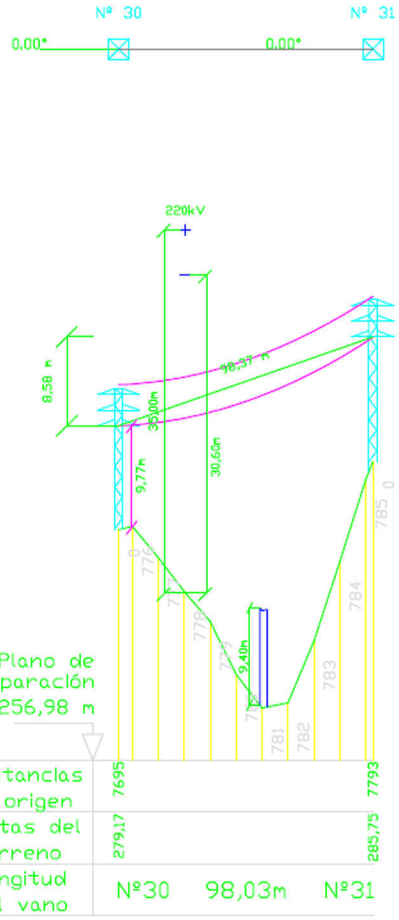


Características de los apoyos:

- Apoyo nº 27: Alineación
- Apoyo nº 28: Alineación

	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		

Escala	Separata vano nº27	Plano nº
H 1:2000 V 1:500		38

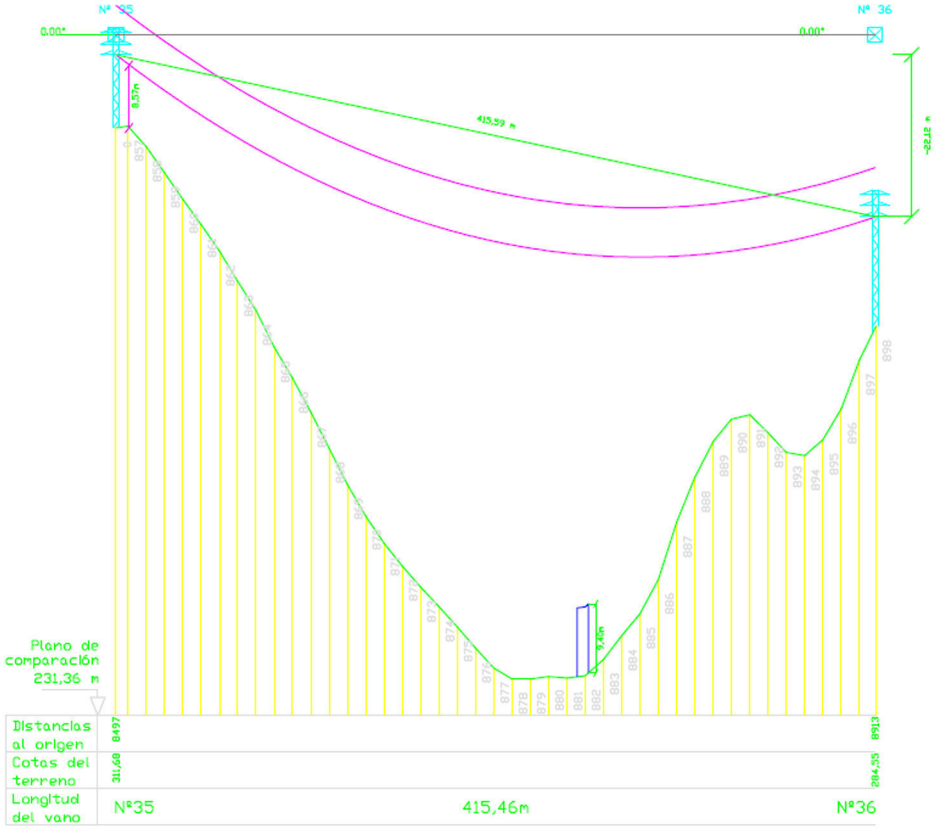


Características de los apoyos:

- Apoyo nº 30: Amarre
- Apoyo nº 31: Amarre

	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		

Escala		Plano nº
H 1:2000 V 1:500	Separata vano nº30	39

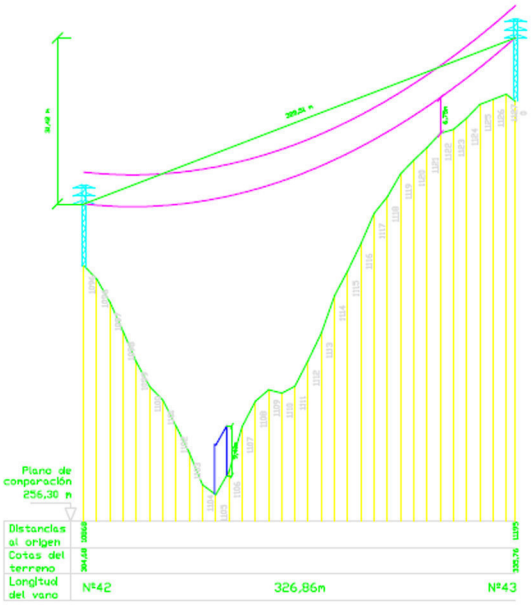


Características de los apoyos:

- Apoyo nº 35: Alineación
- Apoyo nº 36: Amarre

	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		

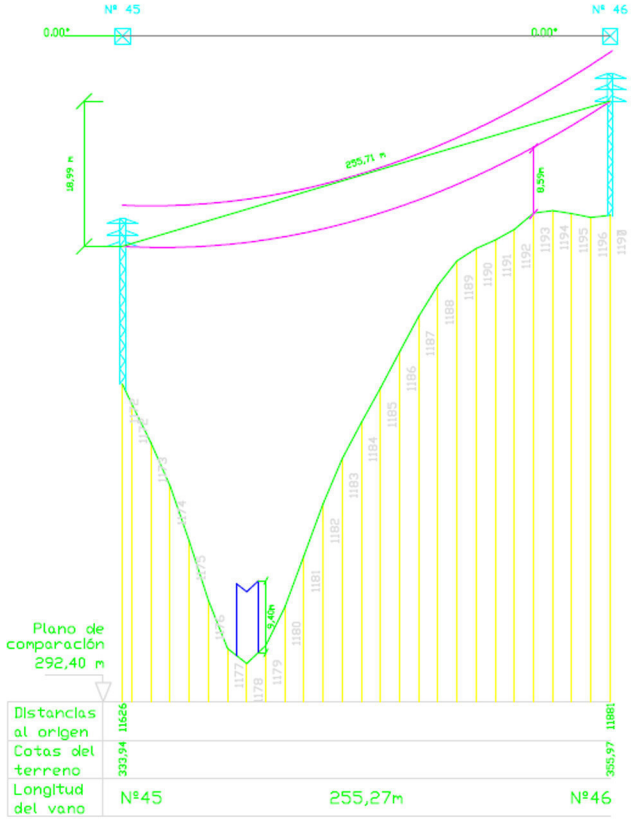
Escala	Separata vano nº35	Plano nº
H 1:2000 V 1:500		40



Características de los apoyos:
- Apoyo nº 42: Amarre
- Apoyo nº 43: Alineación

	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		

Escala		Plano nº
H 1:2000 V 1:500	Separata vano nº42	41

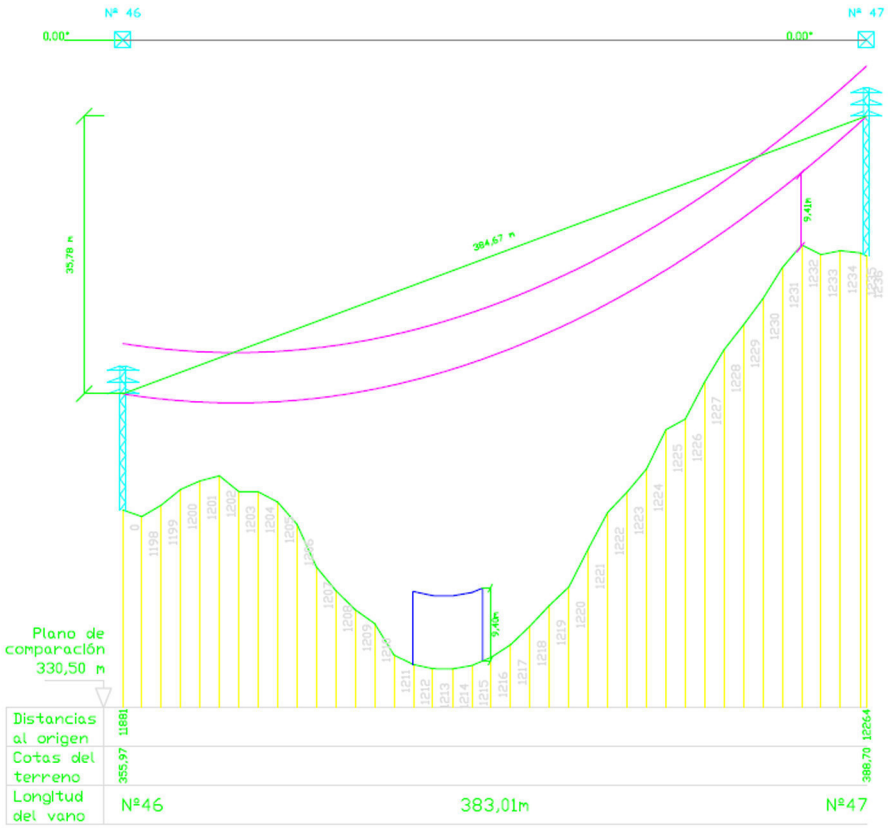


Características de los apoyos:

- Apoyo nº 45: Amarre
- Apoyo nº 46: Alineación

	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		

Escala	Separata vano nº45	Plano nº
H 1:2000 V 1:500		42

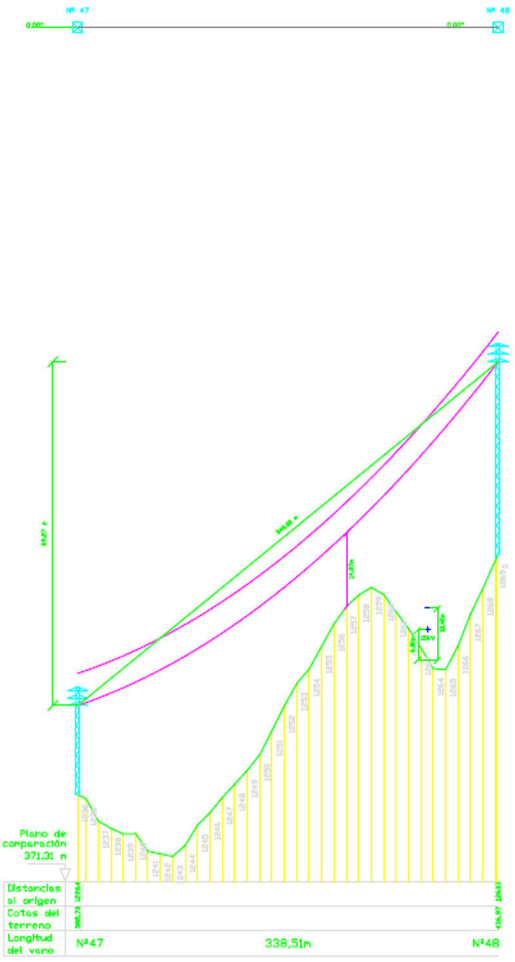


Características de los apoyos:

- Apoyo nº 46: Alineación
- Apoyo nº 47: Amarre

	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		

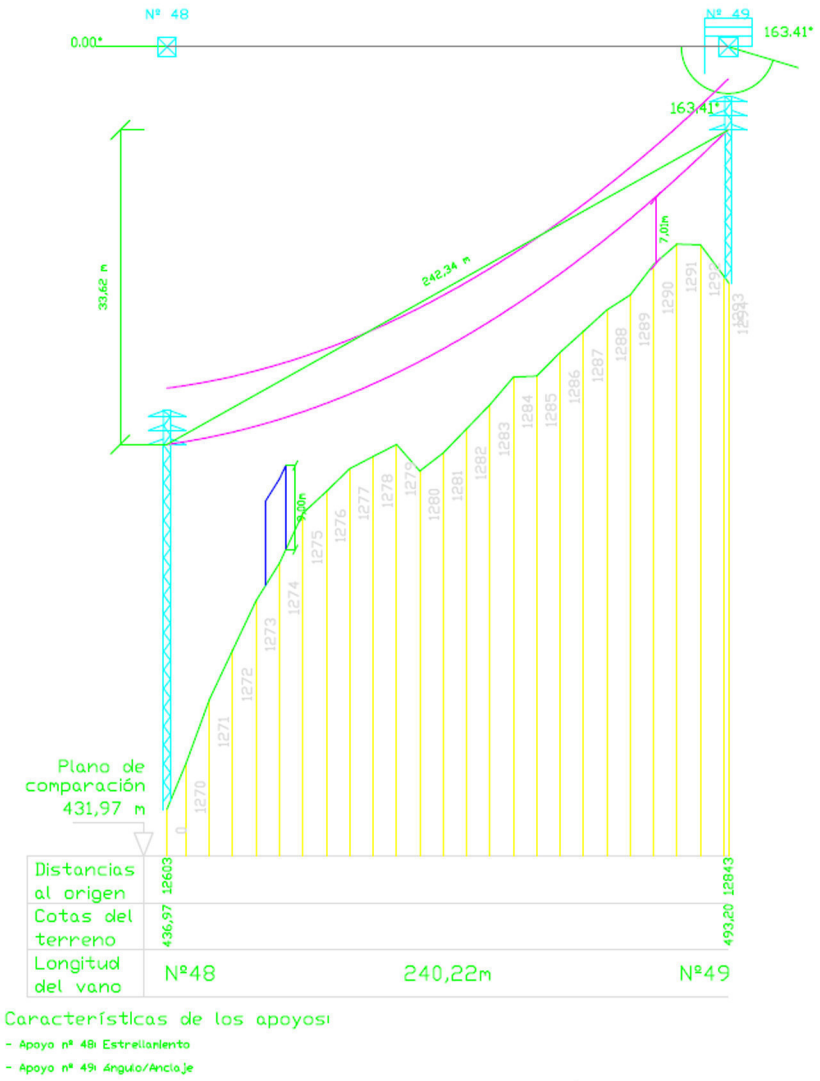
Escala	Separata vano nº46	Plano nº
H 1:2000 V 1:500		43



Características de los apoyos:

	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		

Escala	Separata vano nº47	Plano nº
H 1:2000 V 1:500		44

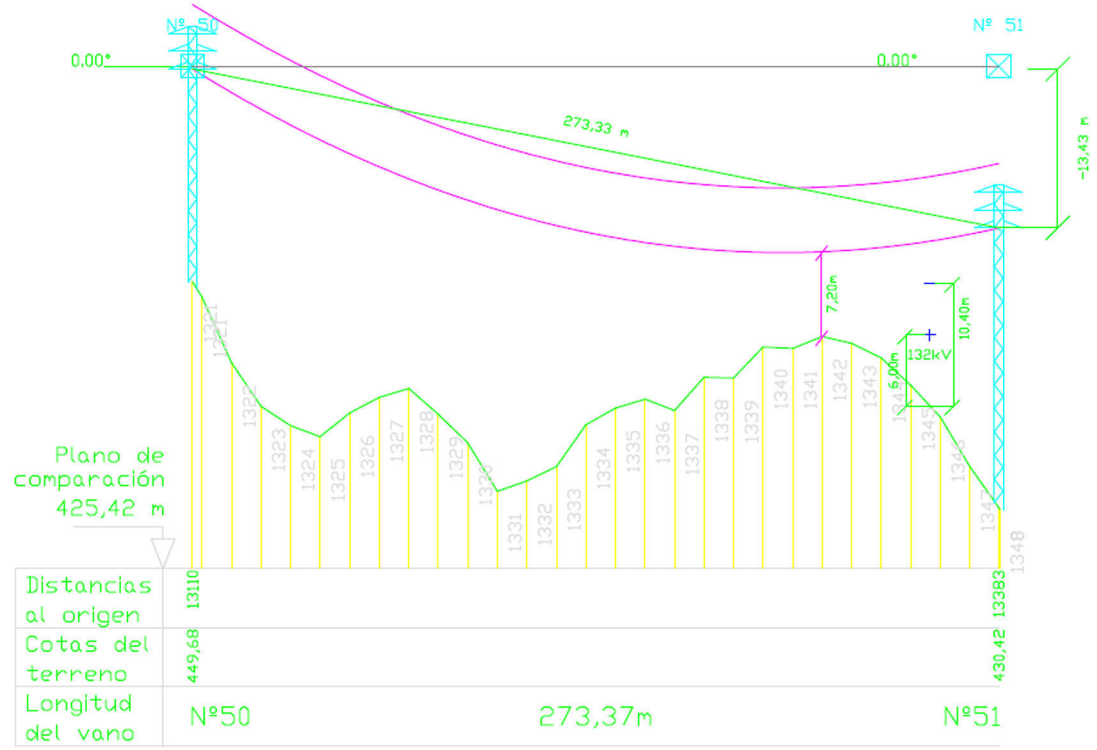


Características de los apoyos:

- Apoyo nº 48: Estrellamiento
- Apoyo nº 49: Ángulo/Anclaje

	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		

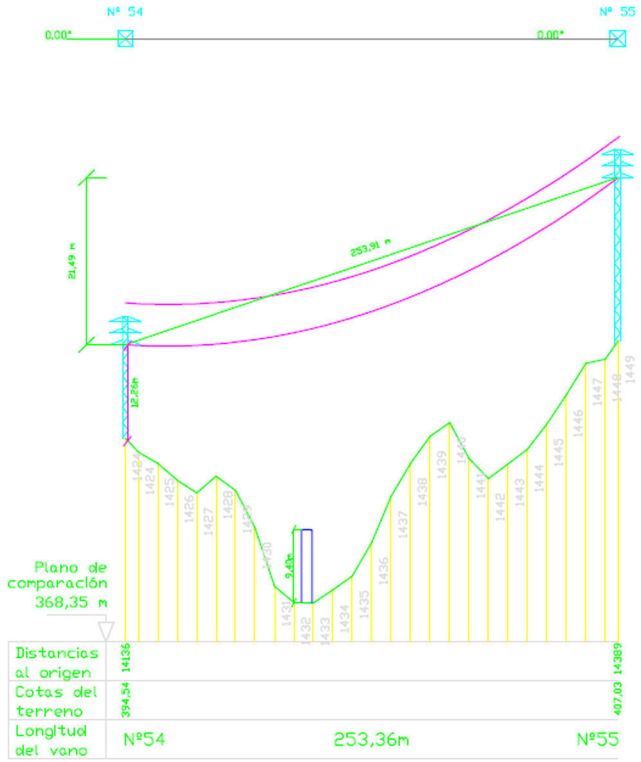
Escala	Separata vano nº48	Plano nº
H 1:2000 V 1:500		45



Características de los apoyos:

- Apoyo nº 50: Estrellamiento
- Apoyo nº 51: Amarre

	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		
Escala H 1:2000 V 1:500	Separata vano nº50			Plano nº 46

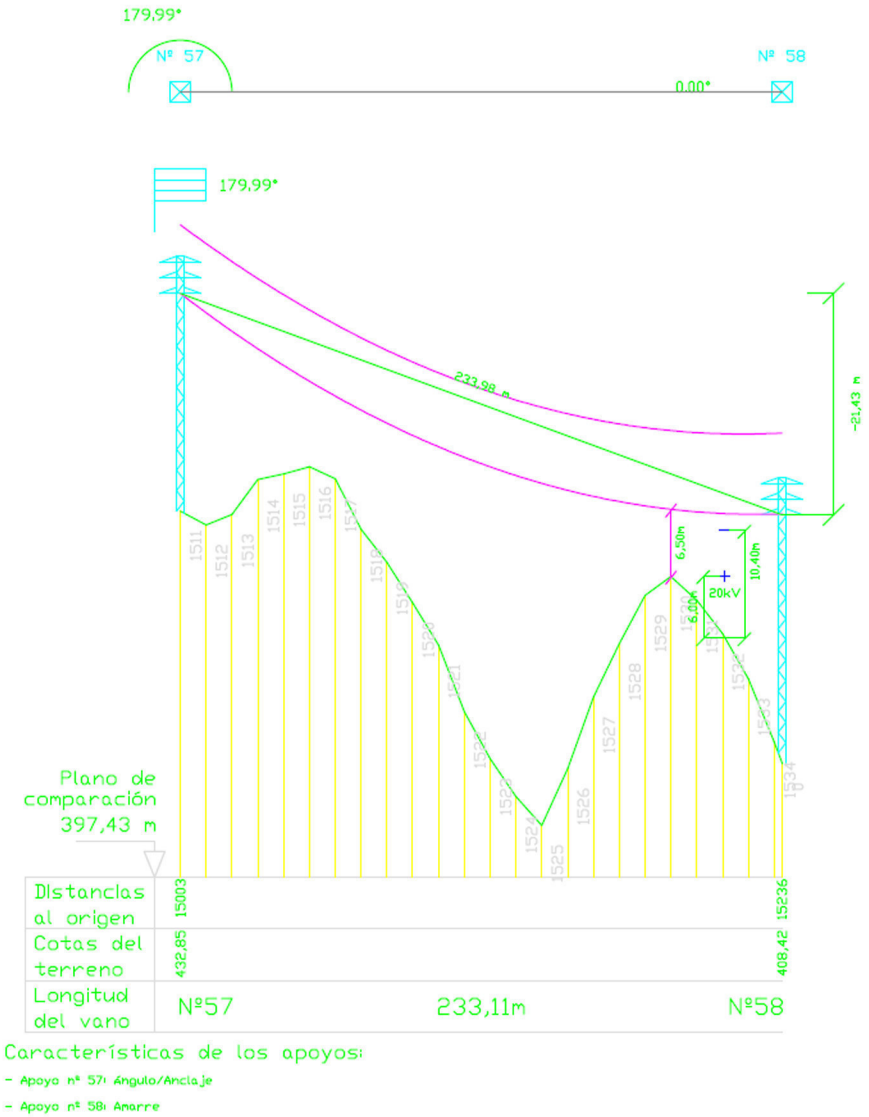


Características de los apoyos:

- Apoyo nº 54: Alineación
- Apoyo nº 55: Estrellamiento

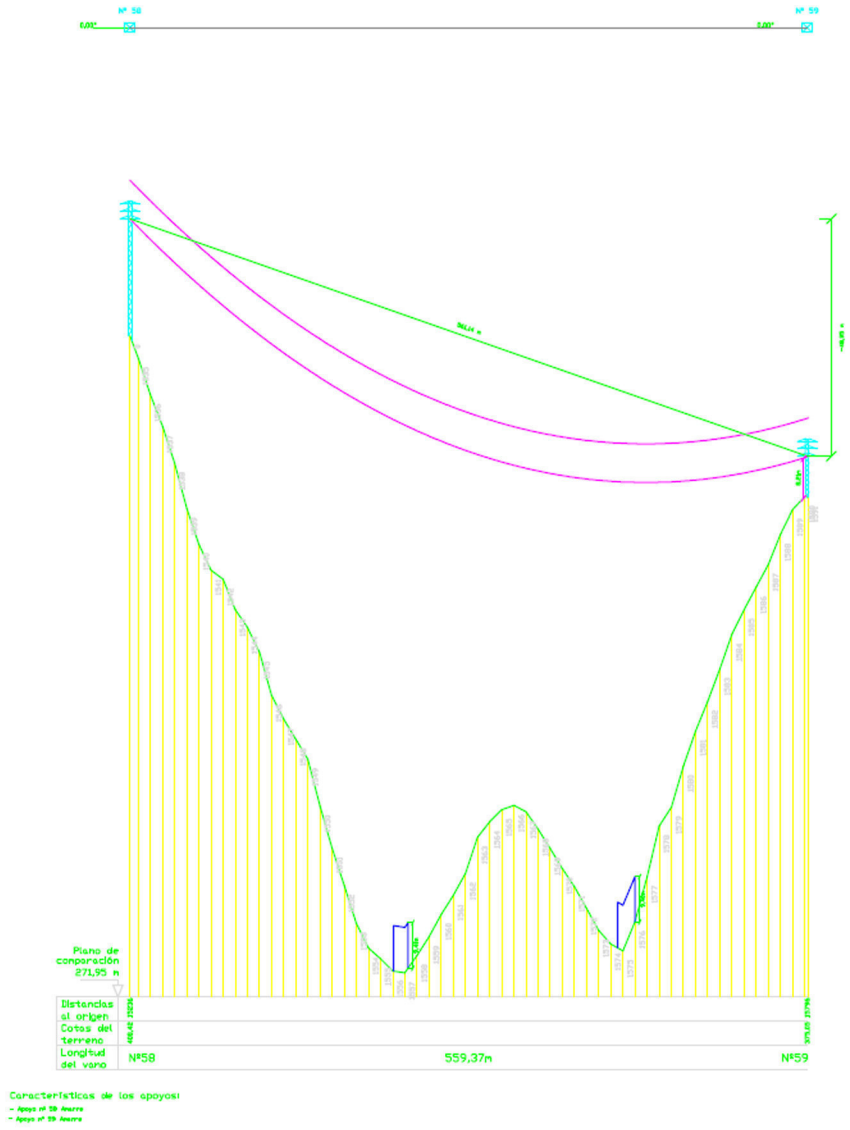
	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		

Escala	Separata vano nº54	Plano nº
H 1:2000 V 1:500		47



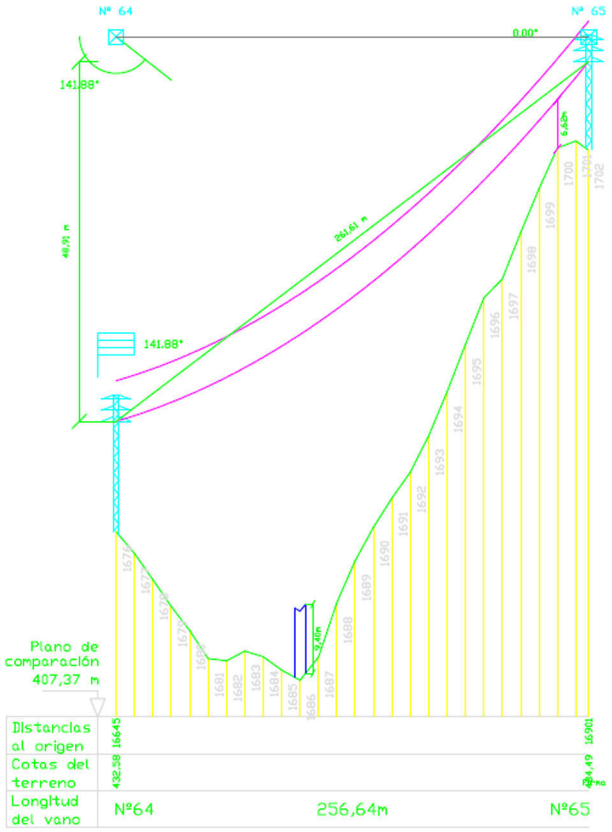
	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		

Escala		Plano nº
H 1:2000 V 1:500	Separata vano nº57	48



	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		

Escala		Plano nº
H 1:2000 V 1:500	Separata vano nº58	49

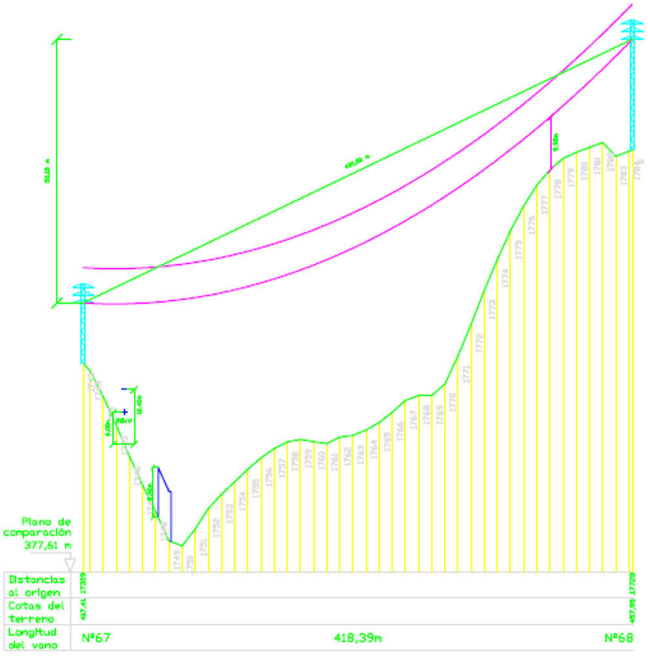


Características de los apoyos:

- Apoyo nº 64: Angulo/Anclaje
- Apoyo nº 65: Alineación

	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		

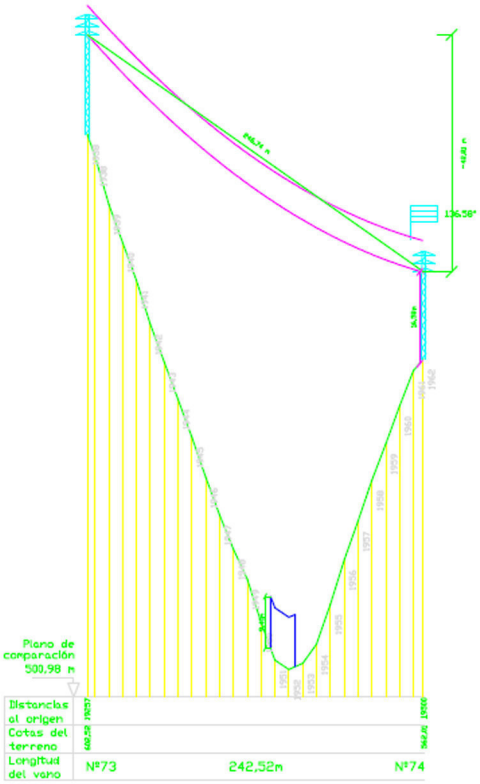
Escala	Separata vano nº64	Plano nº
H 1:2000 V 1:500		50



Características de los apoyos:
- Apoyo nº 67: Amarre
- Apoyo nº 68: Entramado

	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		

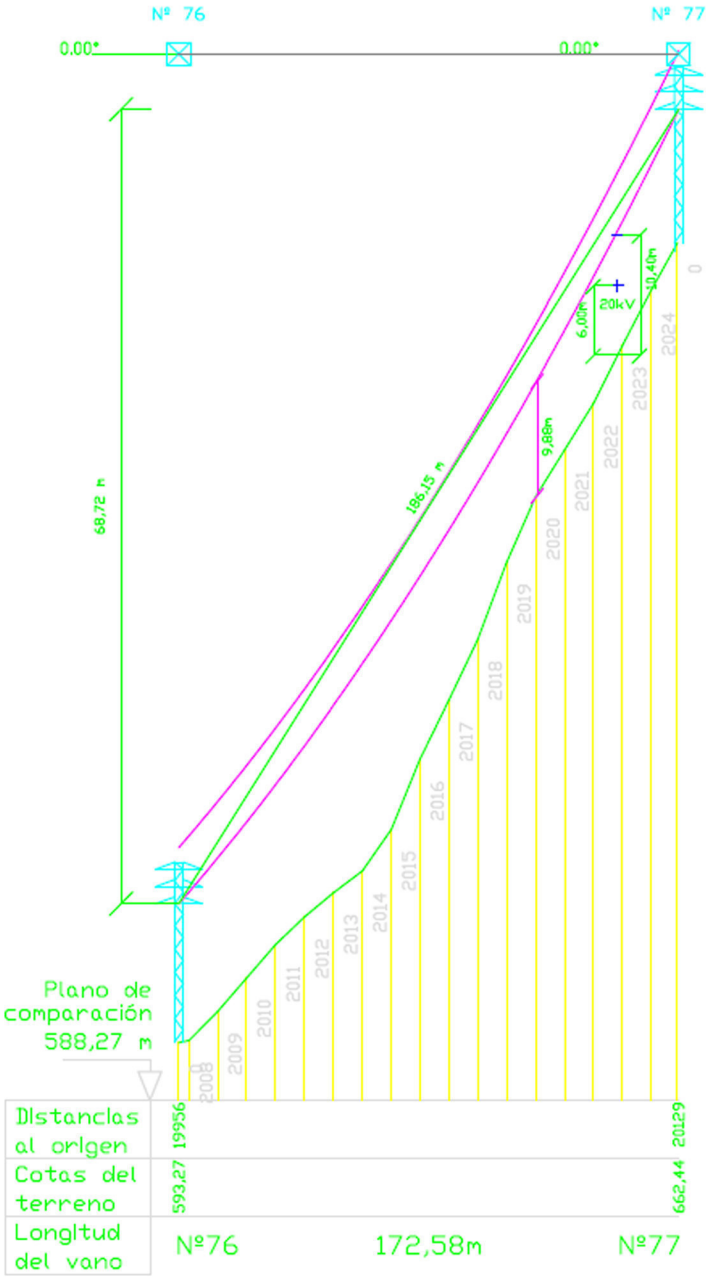
Escala	Separata vano nº67	Plano nº
H 1:2000 V 1:500		51



Características de los apoyos:
- Apoyo nº 73 Amarre
- Apoyo nº 74 Amarre/Anclaje

	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		

Escala	Separata vano nº73	Plano nº
H 1:2000 V 1:500		52

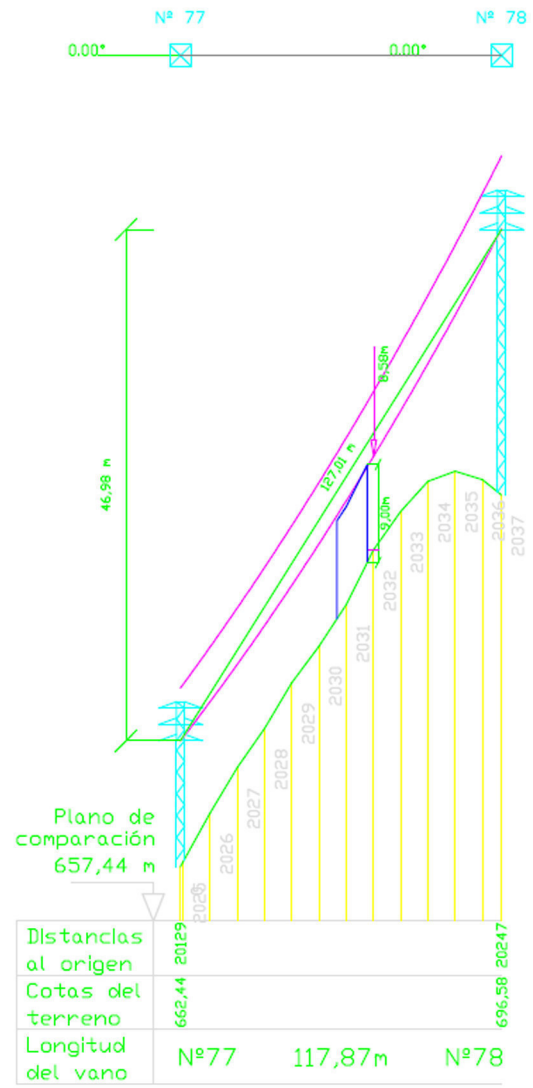


Características de los apoyos:

- Apoyo nº 76: Amarre
- Apoyo nº 77: Alineación

	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		

Escala		Plano nº
H 1:2000 V 1:500	Separata vano nº76	53

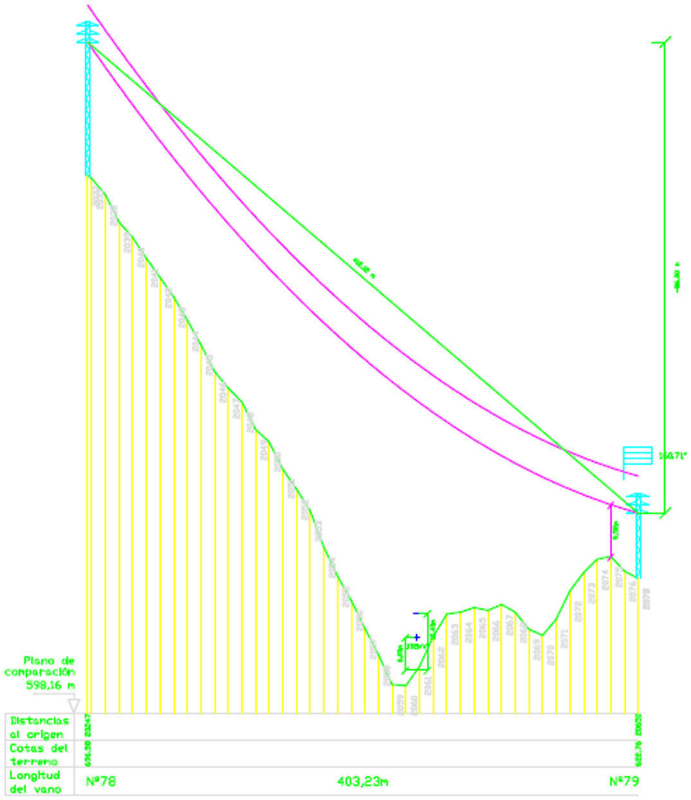


Características de los apoyos:

- Apoyo nº 77: Alineación
- Apoyo nº 78: Amarre

	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		

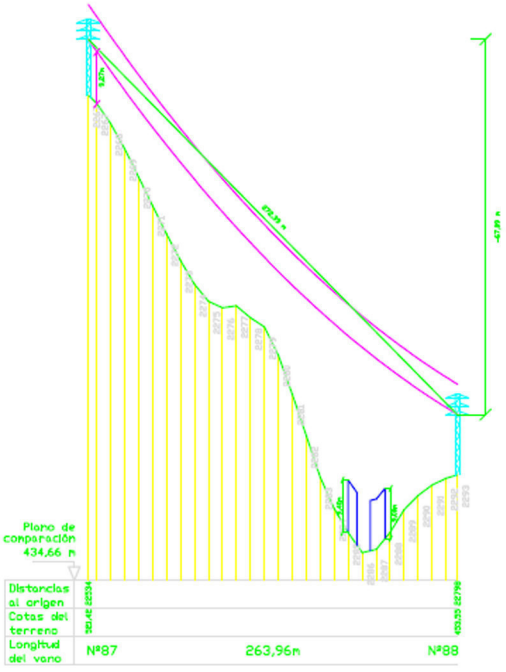
Escala		Plano nº
H 1:2000 V 1:500	Separata vano nº77	54



Características de los apoyos:

	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		

Escala	Separata vano nº78	Plano nº
H 1:2000 V 1:500		55

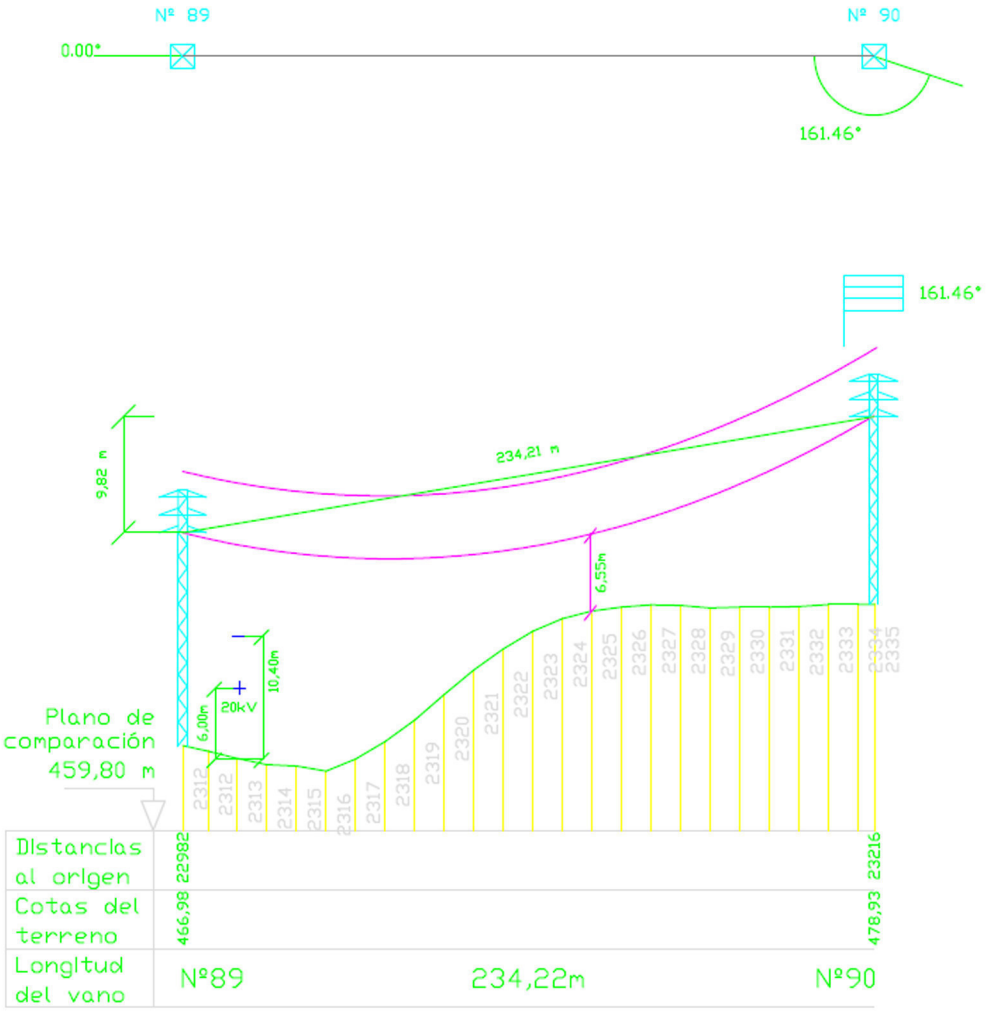


Características de los apoyos:

- Apoyo nº 87: Alineación
- Apoyo nº 88: Entronque

	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		

Escala	Separata vano nº87	Plano nº
H 1:2000 V 1:500		56

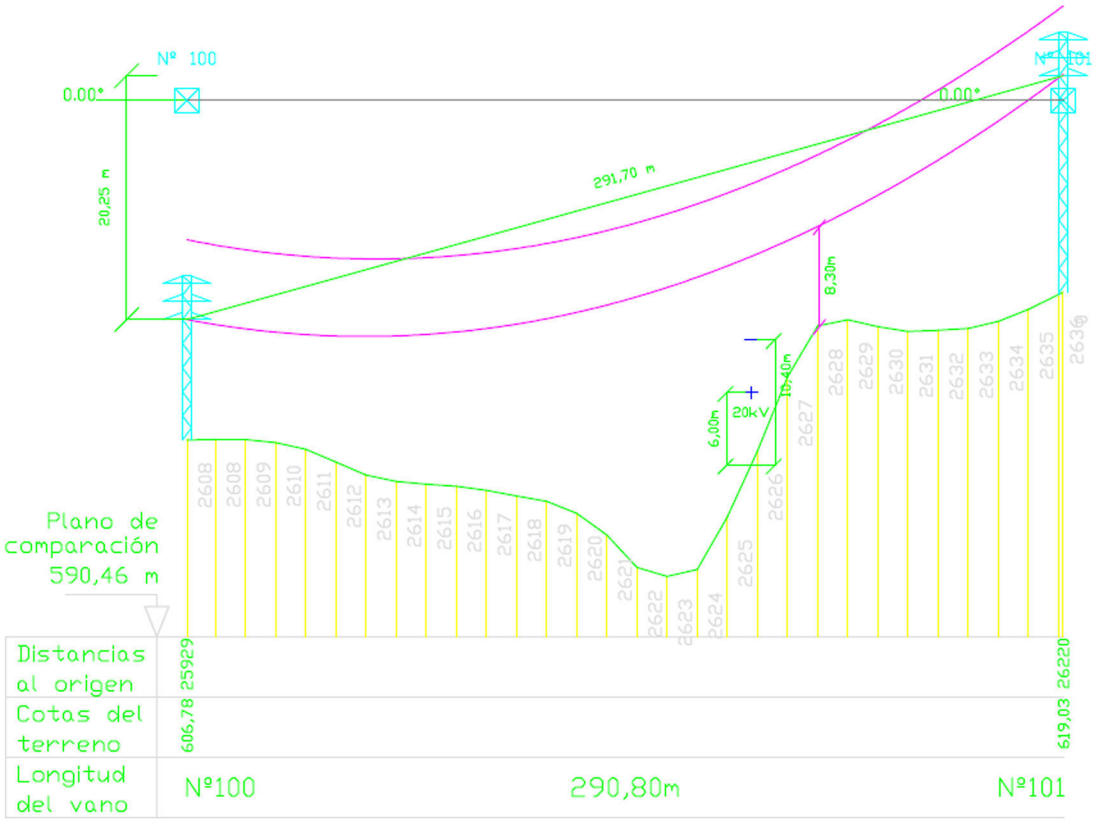


Características de los apoyos:

- Apoyo nº 89: Alineación
- Apoyo nº 90: Ángulo/Anclaje

	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		

Escala		Plano nº
H 1:2000 V 1:500	Separata vano nº89	57

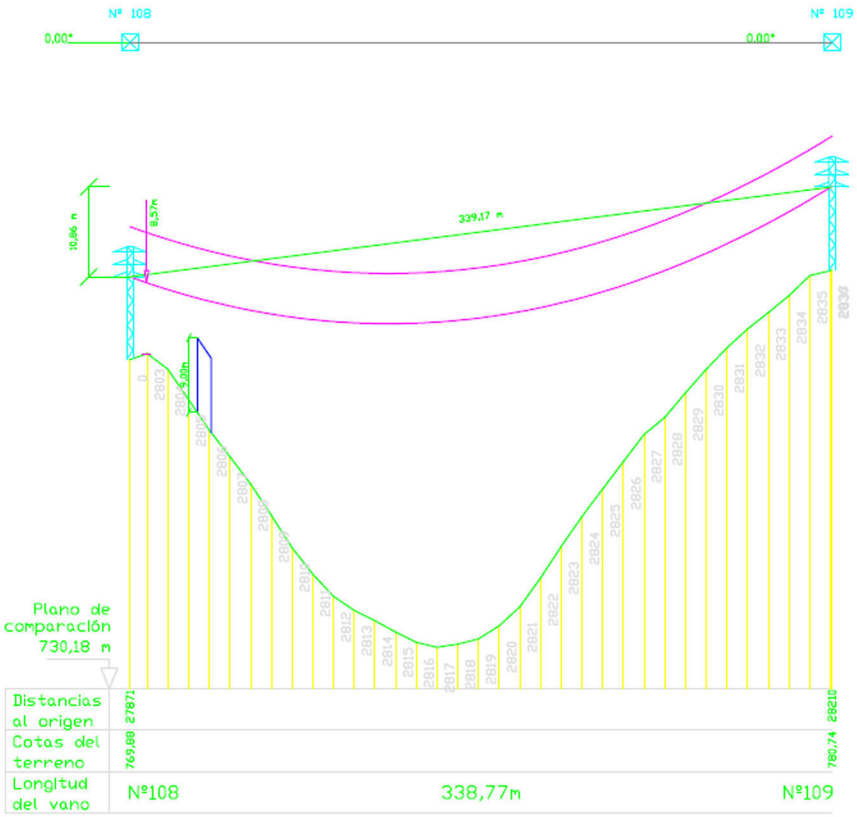


Características de los apoyos:

- Apoyo nº 100: Amarre
- Apoyo nº 101: Alineación

	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		

Escala	Separata vano nº100	Plano nº
H 1:2000 V 1:500		58

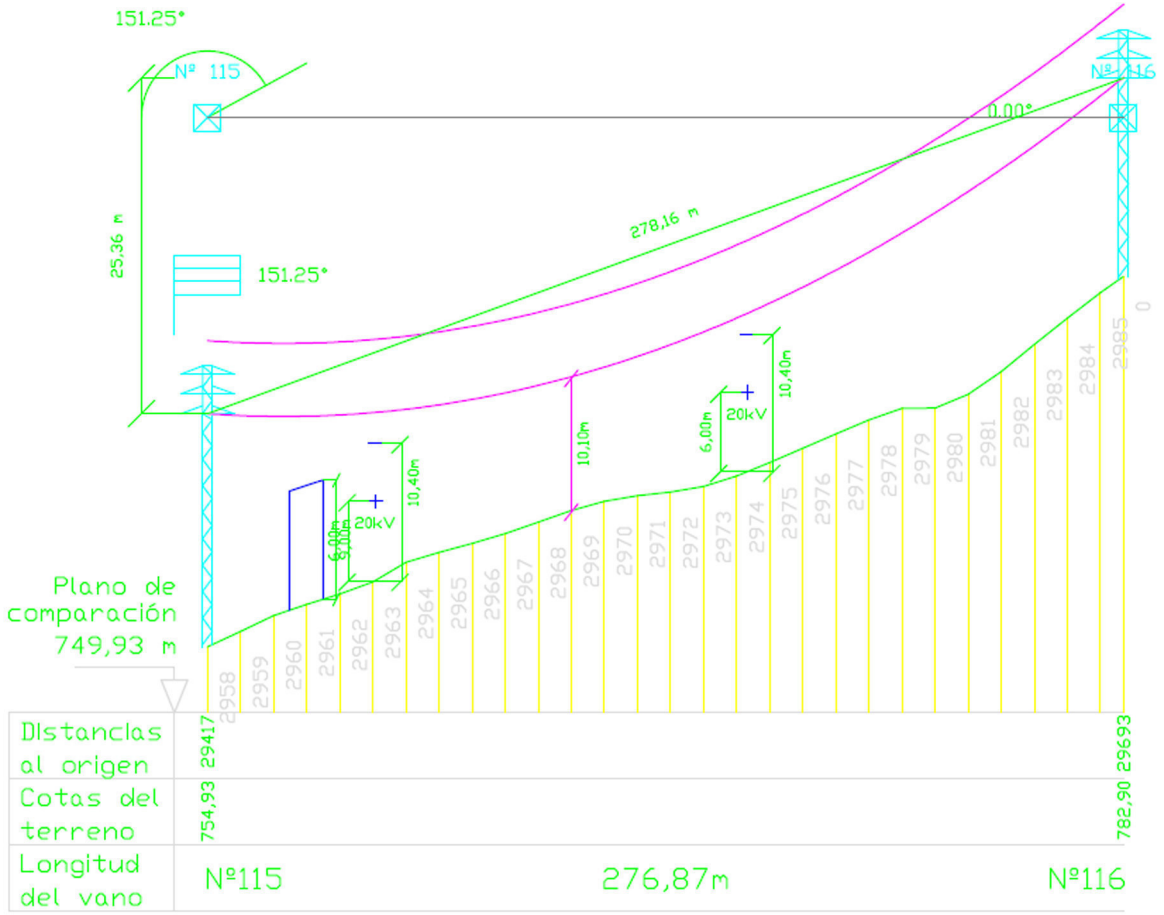


Características de los apoyos:

- Apoyo nº 108: Alineación
- Apoyo nº 109: Amarre

	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		

Escala	Separata vano nº108	Plano nº
H 1:2000 V 1:500		59

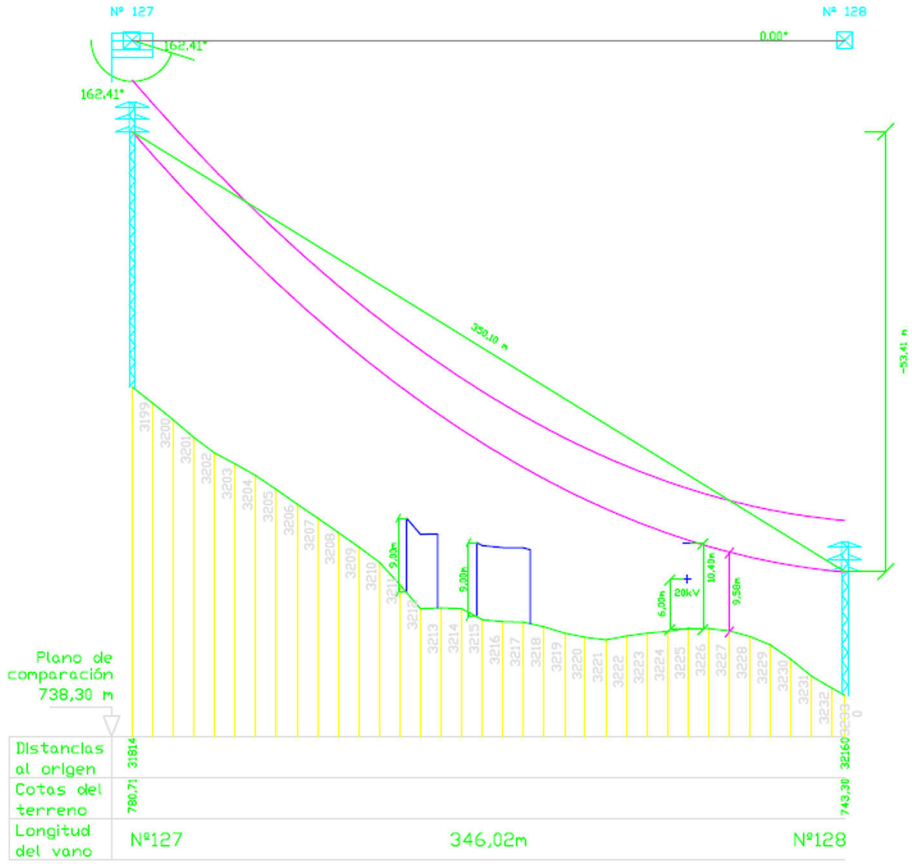


Características de los apoyos:

- Apoyo nº 115: Ángulo/Anclaje
- Apoyo nº 116: Alineación

	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		

Escala	Separata vano nº115	Plano nº
H 1:2000 V 1:500		60

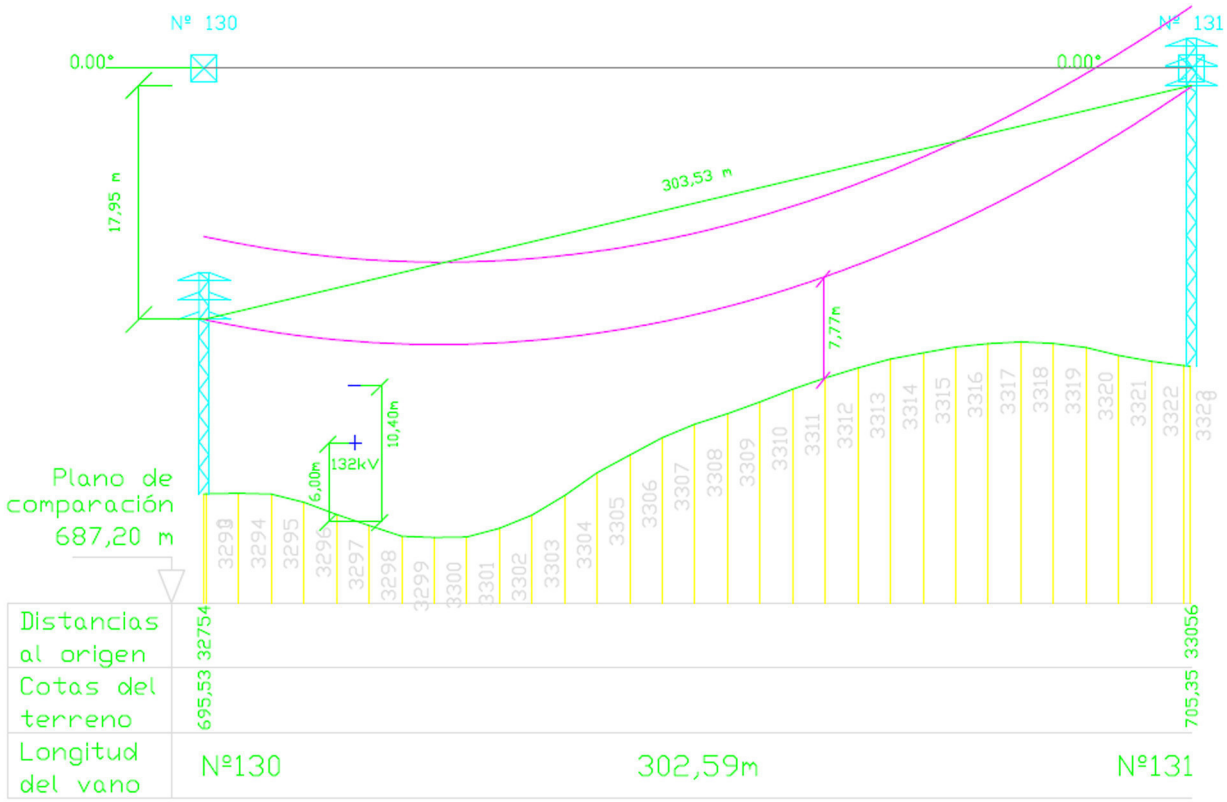


Características de los apoyos:

- Apoyo nº 127: Ángulo/Anclaje
- Apoyo nº 128: Alineación

	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		

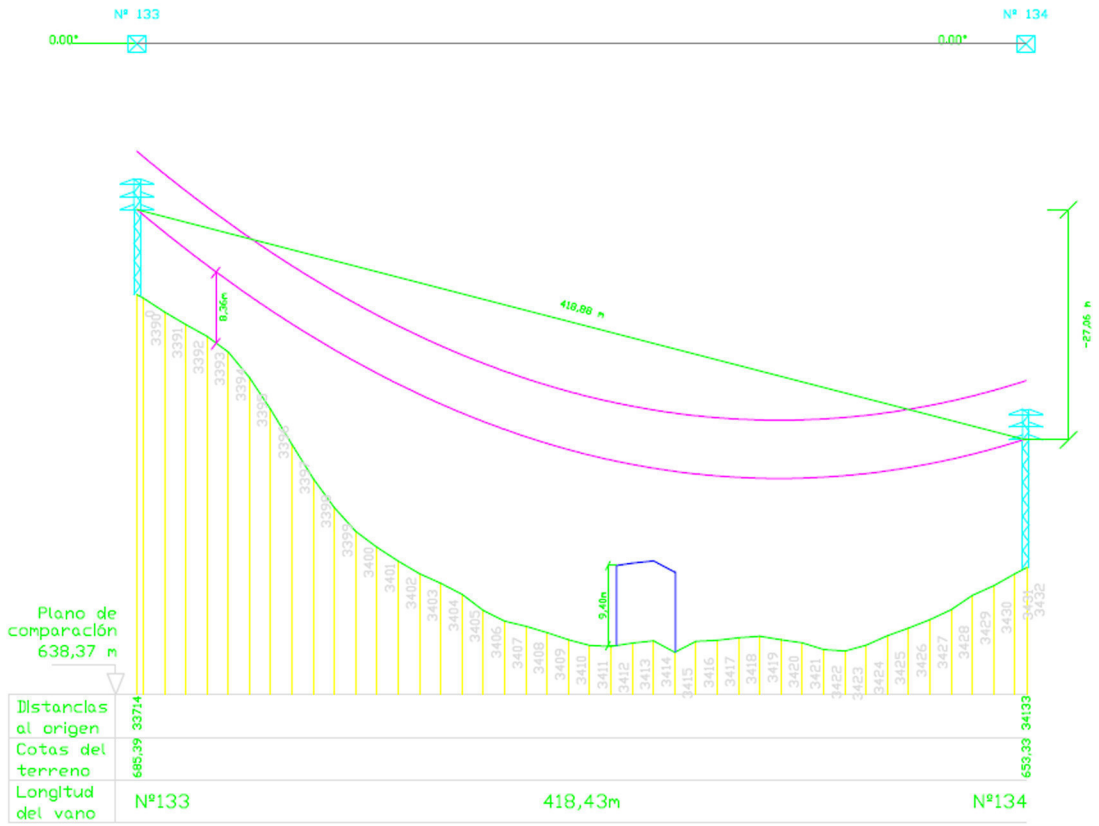
Escala	Separata vano nº127	Plano nº
H 1:2000 V 1:500		61



Características de los apoyos:

- Apoyo nº 130: Amarre
- Apoyo nº 131: Alineación

	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		
Escala H 1:2000 V 1:500	Separata vano nº130			Plano nº 62

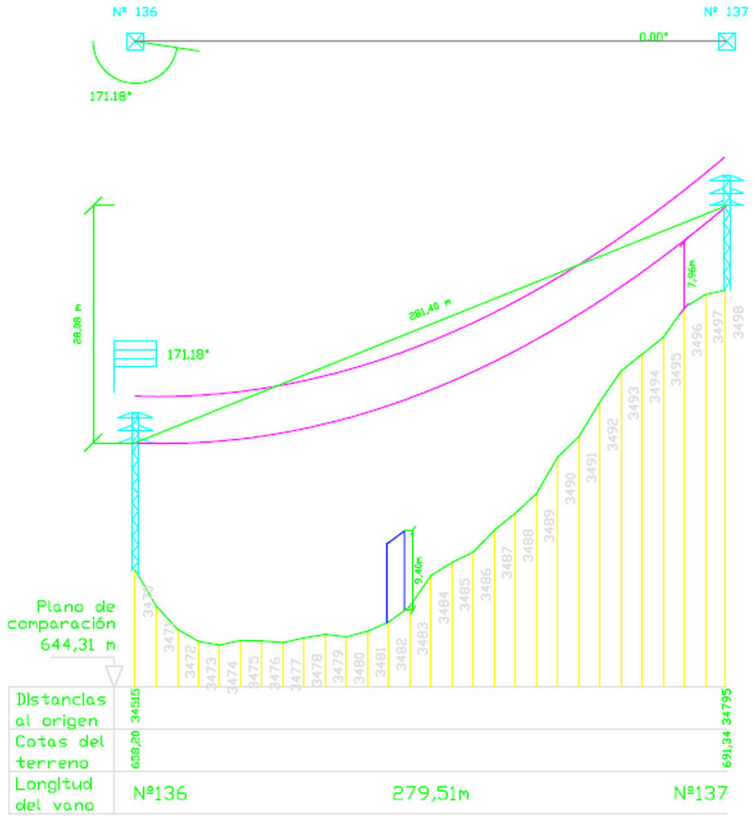


Características de los apoyos:

- Apoyo nº 133: Alineación
- Apoyo nº 134: Amarre

	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		

Escala	Separata vano nº133	Plano nº
H 1:2000 V 1:500		63

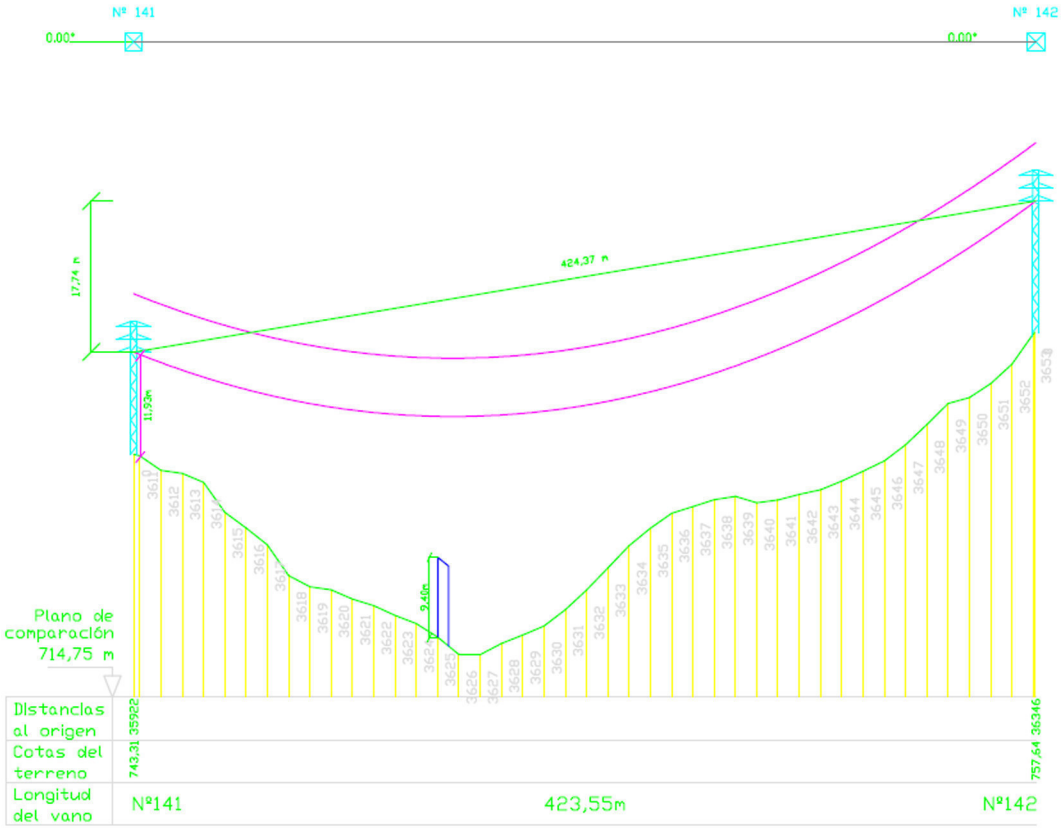


Características de los apoyos:

- Apoyo nº 136: Ángulo/Anclaje
- Apoyo nº 137: Alineación

	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		

Escala	Separata vano nº136	Plano nº
H 1:2000 V 1:500		64

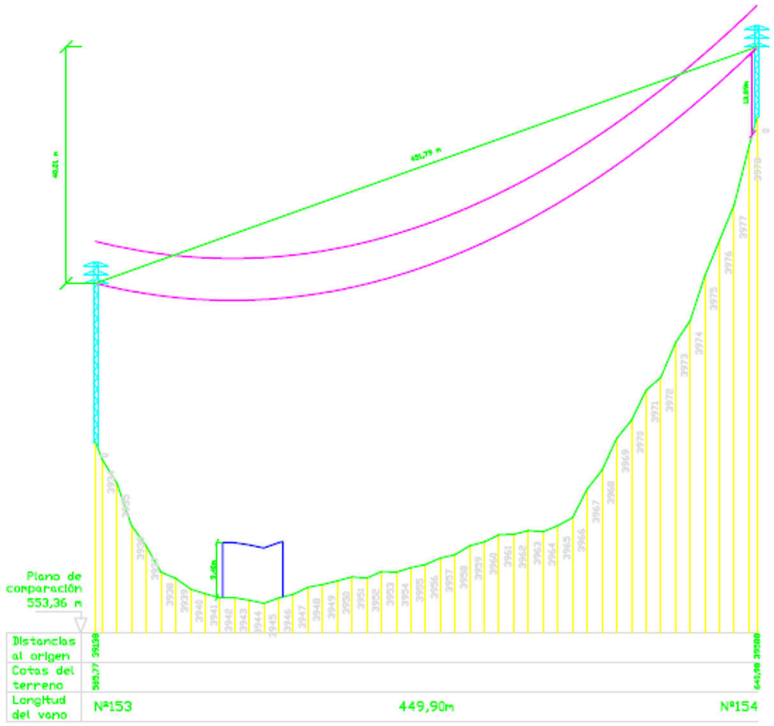


Características de los apoyos:

- Apoyo nº 141: Amarre
- Apoyo nº 142: Amarre

	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		

Escala	Separata vano nº141	Plano nº
H 1:2000 V 1:500		65

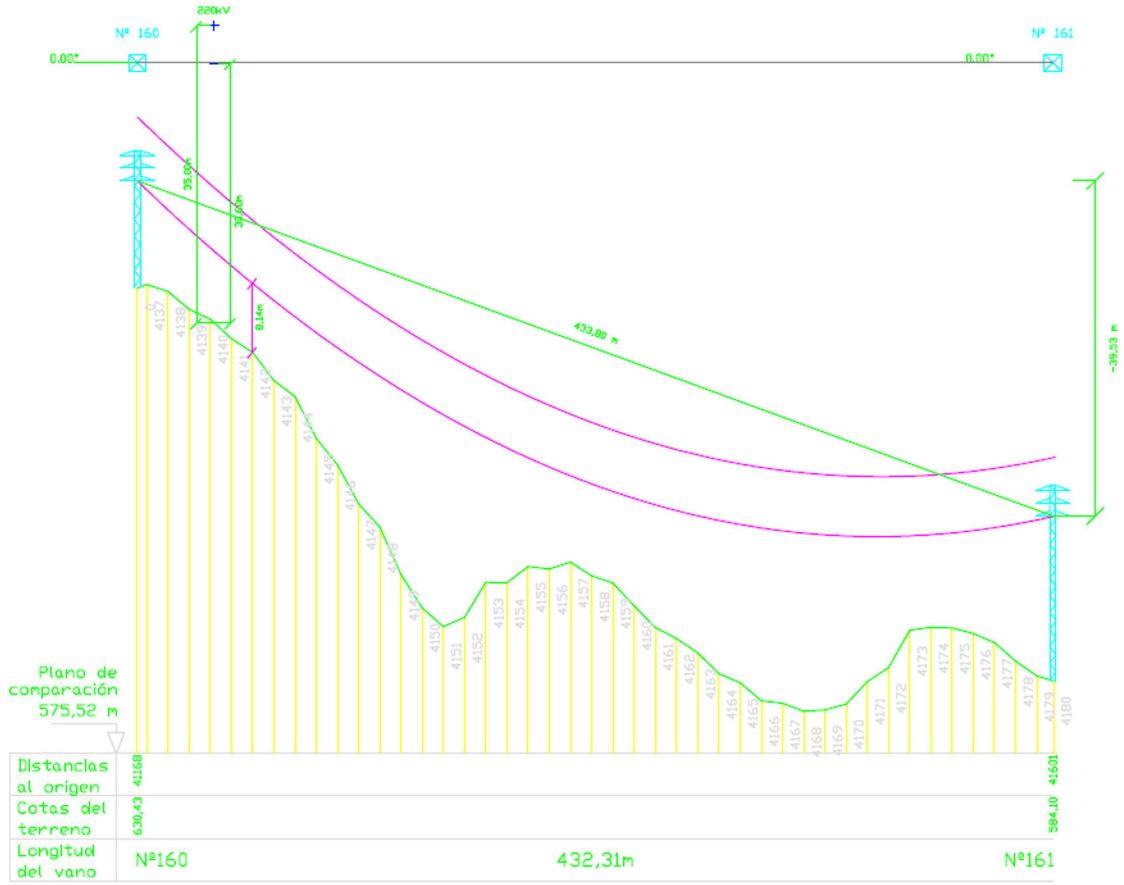


Características de los apoyos:

- Apoyo nº 153: Amarre
- Apoyo nº 154: Amarre

	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		

Escala	Separata vano nº153	Plano nº
H 1:2000 V 1:500		66

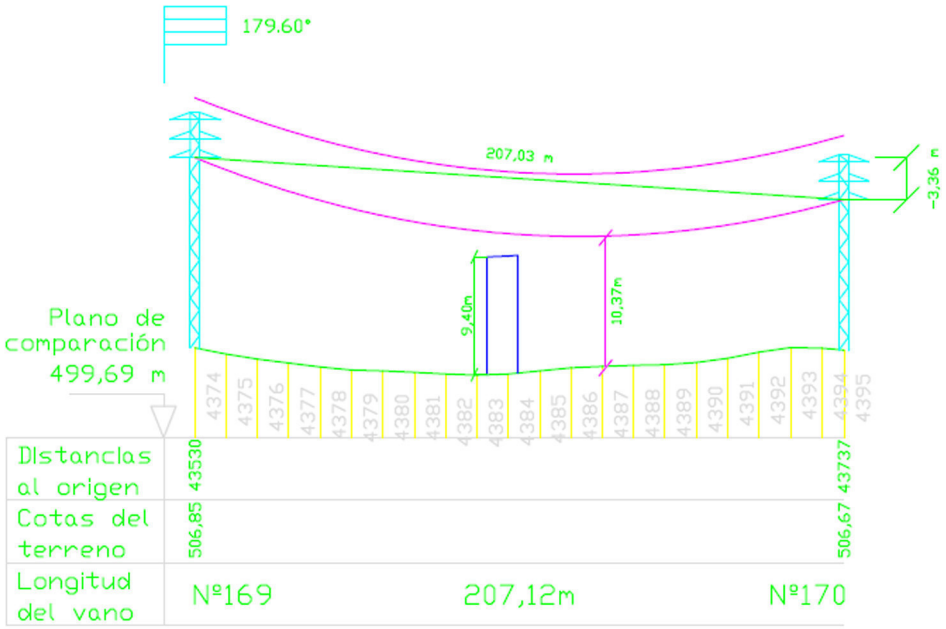


Características de los apoyos:

- Apoyo nº 160: Alineación
- Apoyo nº 161: Alineación

	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		

Escala	Separata vano nº160	Plano nº
H 1:2000 V 1:500		67

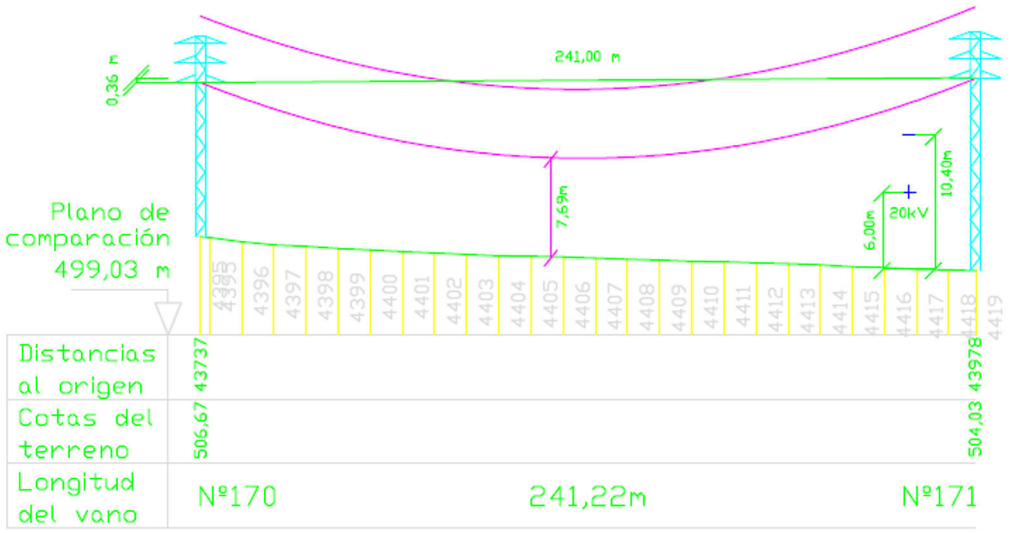


Características de los apoyos:

- Apoyo nº 169: Ángulo/Anclaje
- Apoyo nº 170: Alineación

	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		

Escala		Plano nº
H 1:2000 V 1:500	Separata vano nº169	68

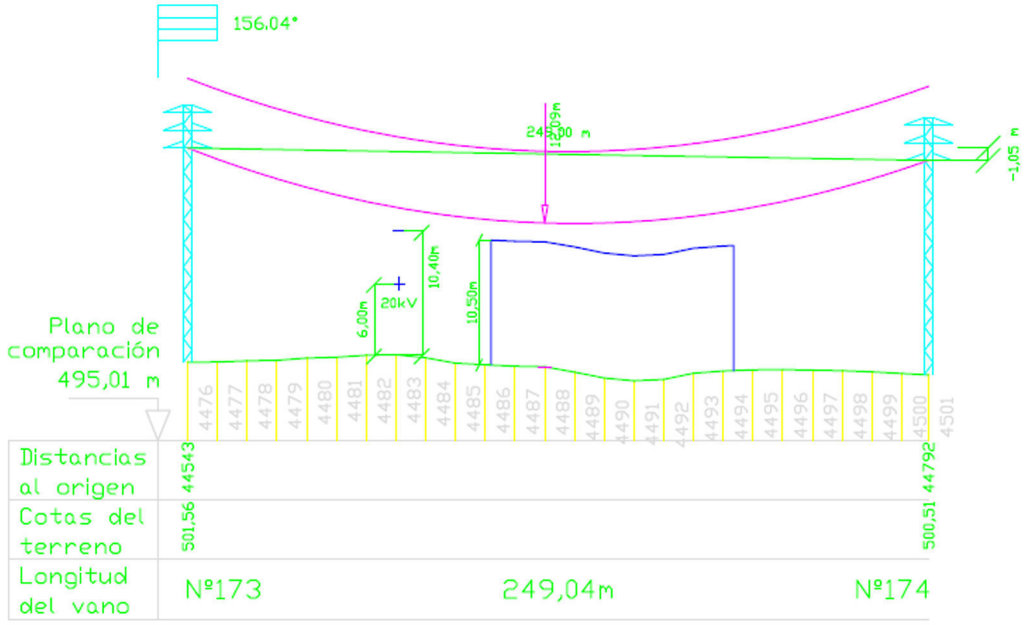


Características de los apoyos:

- Apoyo nº 170: Alineación
- Apoyo nº 171: Alineación

	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		

Escala	Separata vano nº170	Plano nº
H 1:2000 V 1:500		69

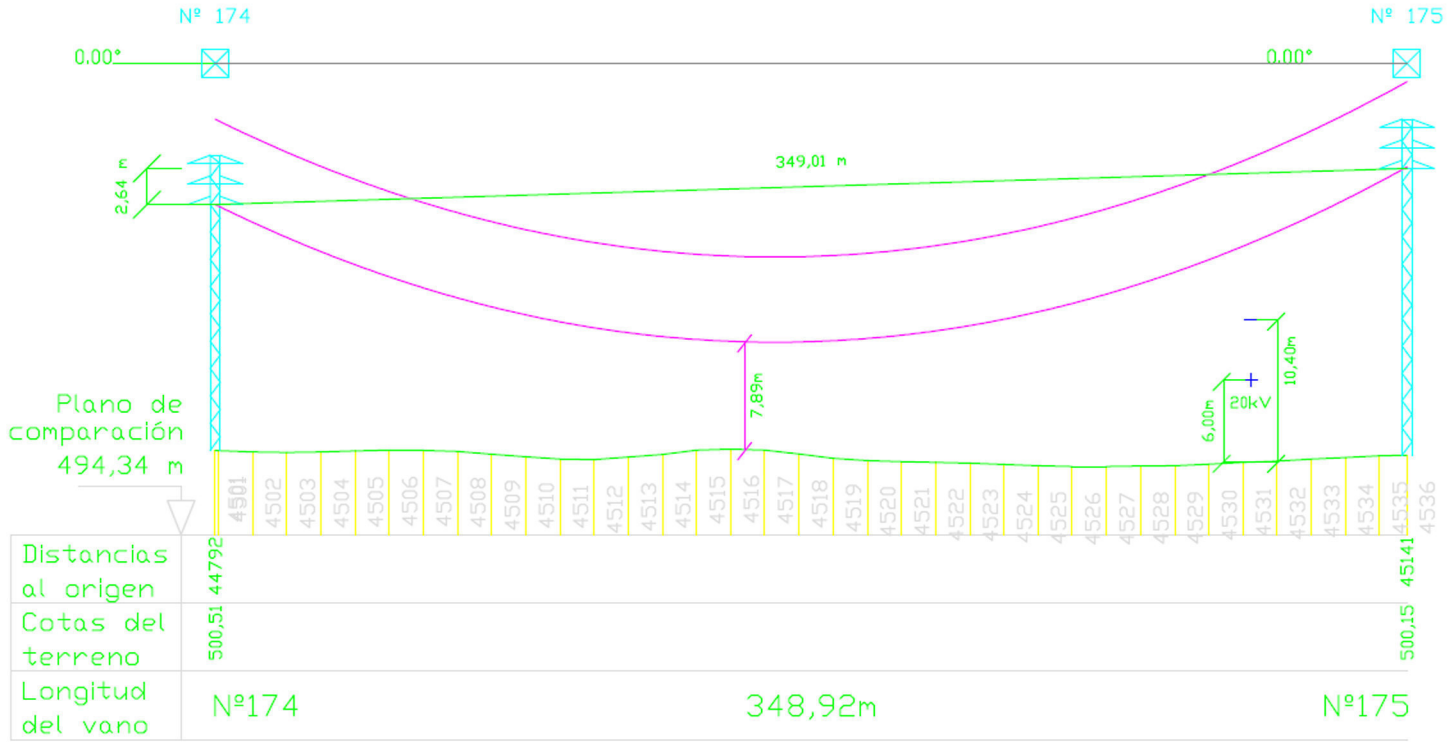


Características de los apoyos:

- Apoyo nº 173: Ángulo/Anclaje
- Apoyo nº 174: Alineación

	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		

Escala	Separata vano nº173	Plano nº
H 1:2000 V 1:500		70

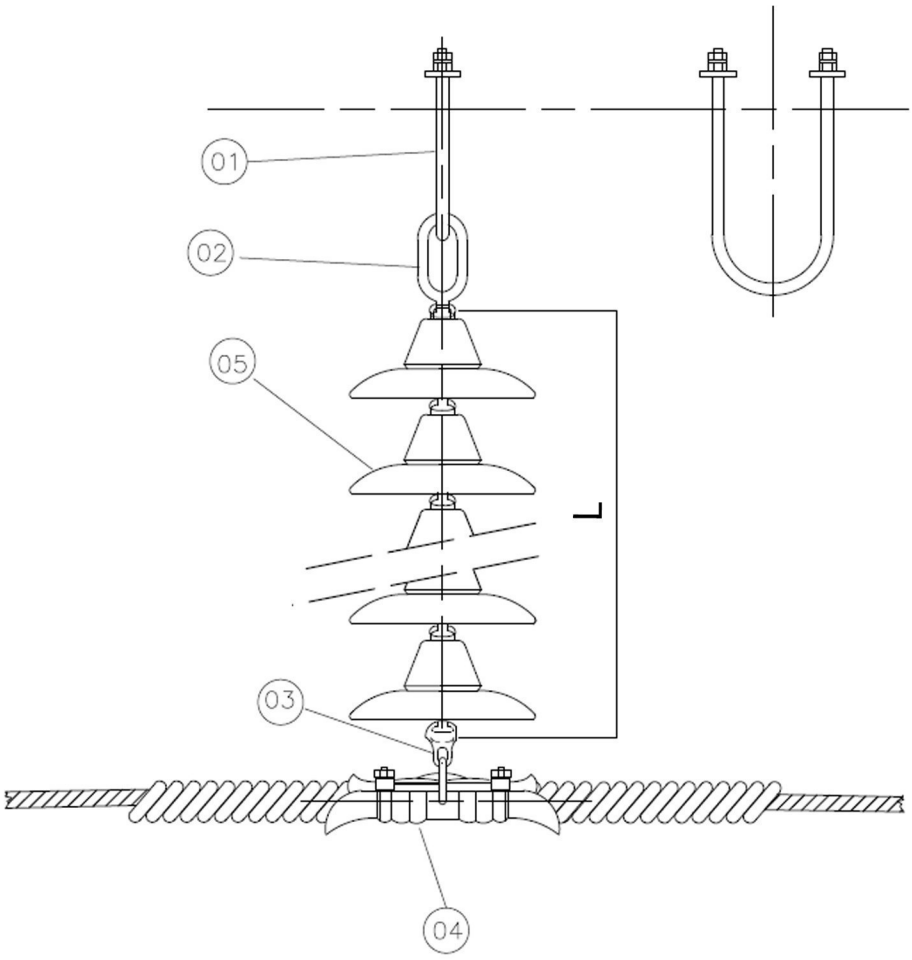


Características de los apoyos:

- Apoyo nº 174: Alineación
- Apoyo nº 175: Fin de línea

	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		

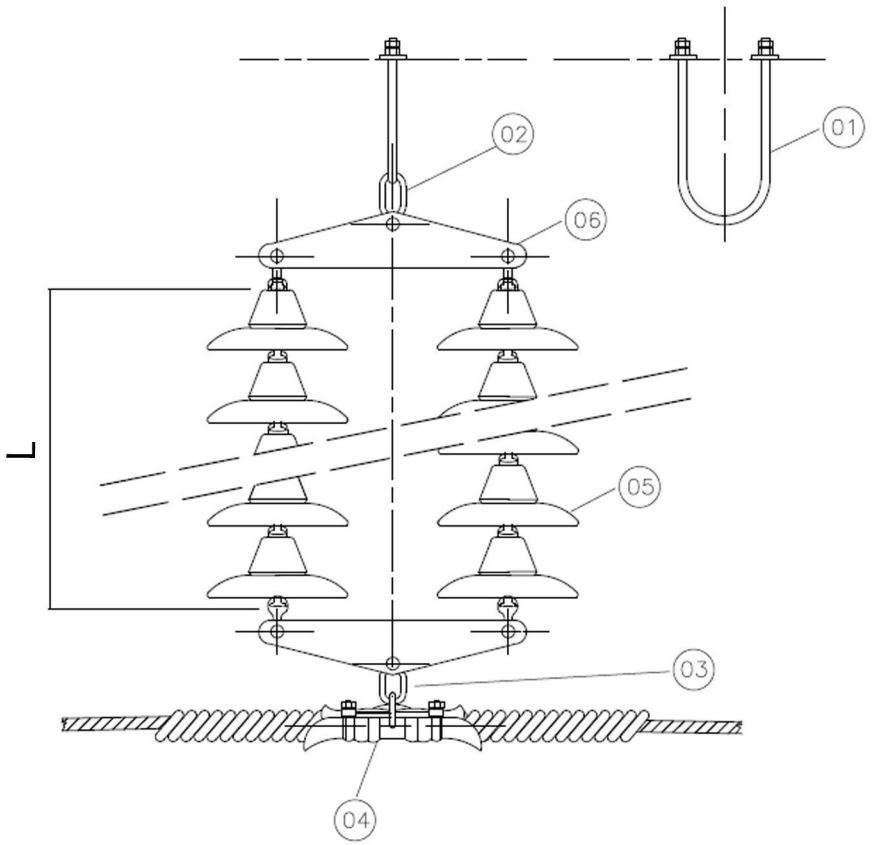
Escala	Separata vano nº174	Plano nº
H 1:2000 V 1:500		71



Nº	DENOMINACION
01	Grillete recto
02	Anilla bola
03	Rótula
04	Grapa de suspensión
05	Aislador de vidrio

	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		

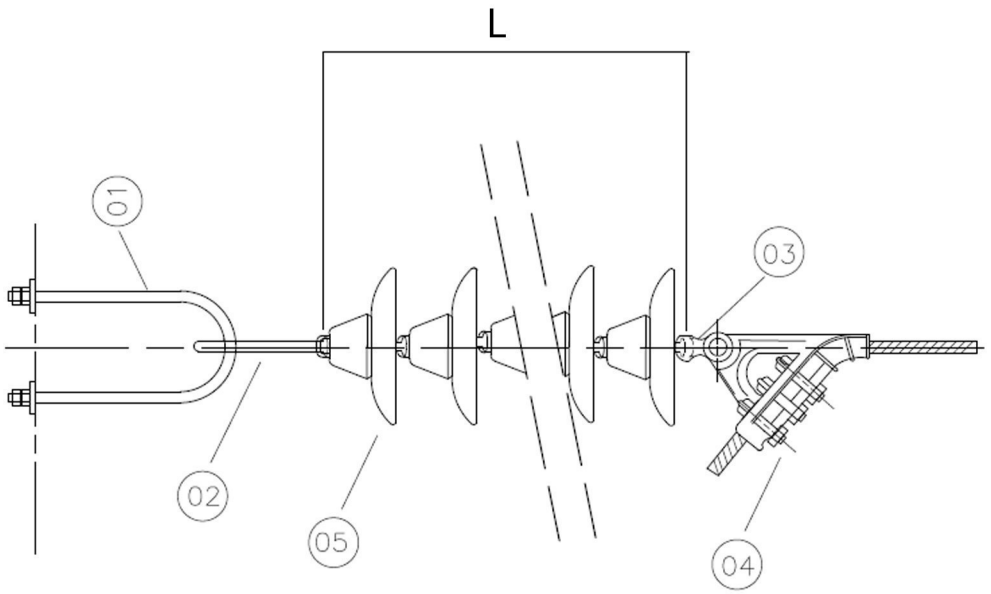
Escala	Cadena de suspensión simple vidrio	Plano nº 72



Nº	DENOMINACION
01	Grillete recto
02	Anillo bola
03	Rótula
04	Grapa de suspensión
05	Aislador de vidrio
06	Yugo triangular doble

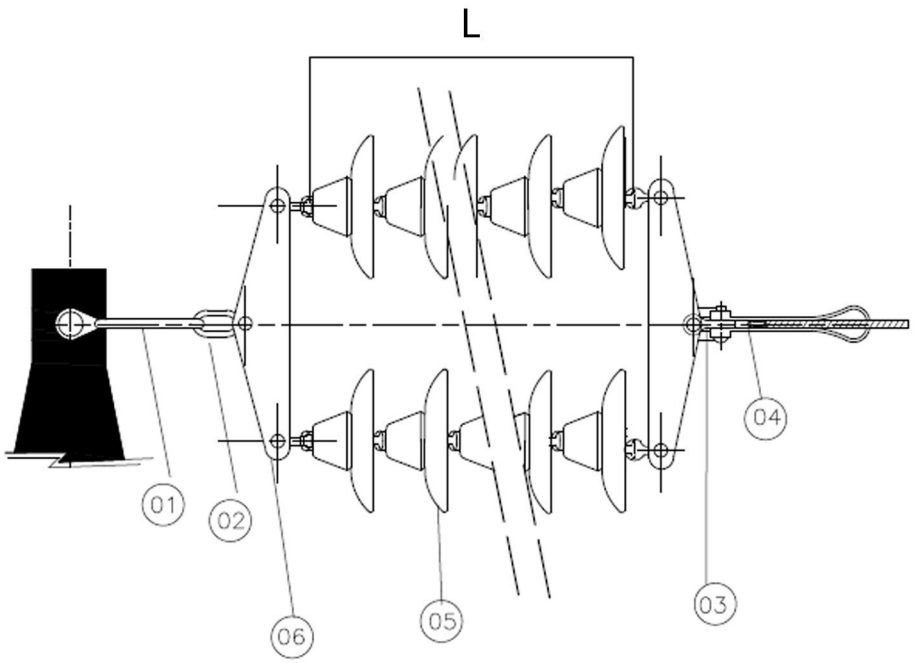
	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		

Escala	Cadena de suspensión doble vidrio	Plano nº 73



Nº	DENOMINACION
01	Grillete recto
02	Anilla bola
03	Rótula
04	Grapa de amarre
05	Aislador de vidrio

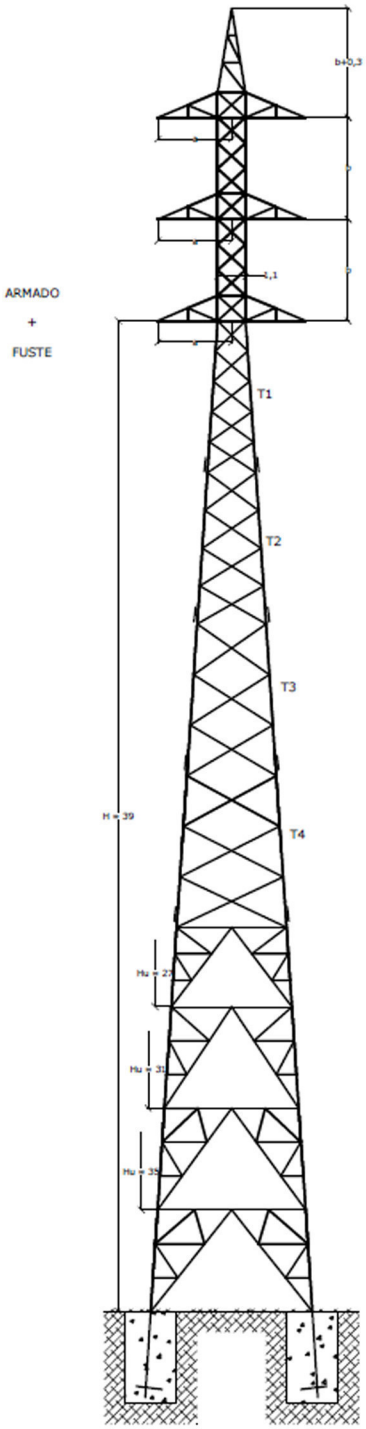
	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		
Escala	Cadena de amarre simple vidrio			Plano nº 74



Nº	DENOMINACION
01	Grillete recto
02	Anillo bola
03	Rótula
04	Grapa de amarre
05	Aislador de vidrio
06	Yugo triangular doble

	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		
Escala	Cadena de amarre doble vidrio			Plano nº 75

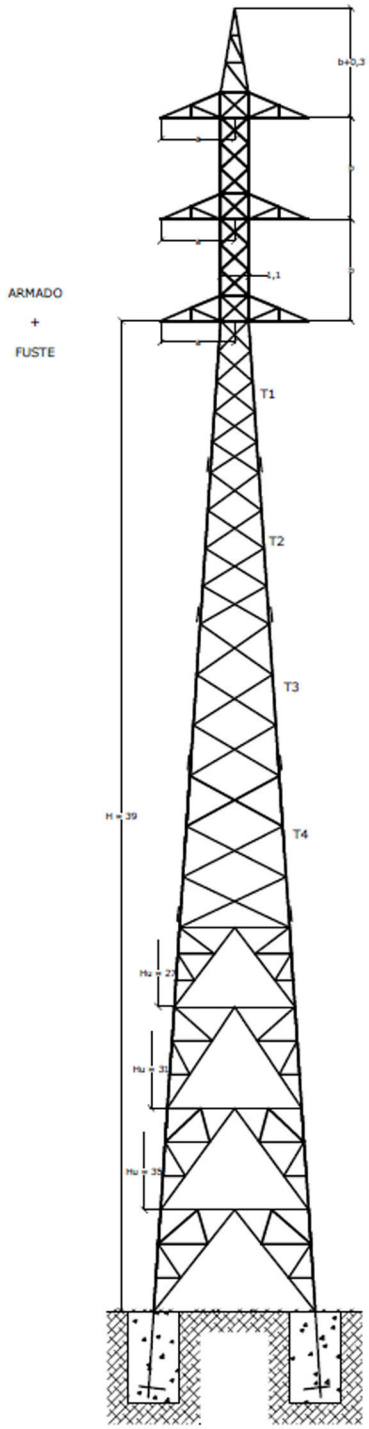
ESQUEMA Y COMPOSICIÓN



	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		

Escala		Plano nº
	Apoyo tipo AM 1	76

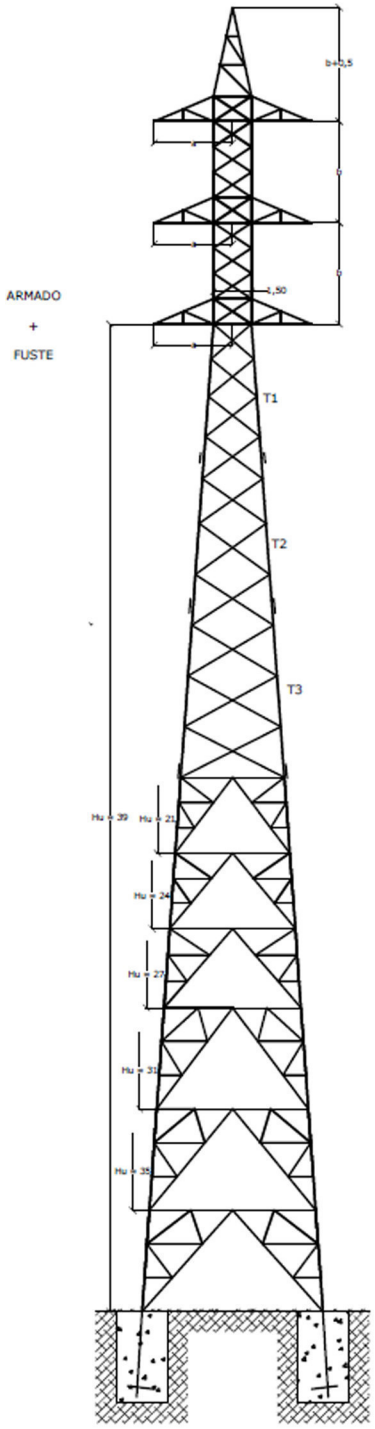
ESQUEMA Y COMPOSICIÓN



	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		

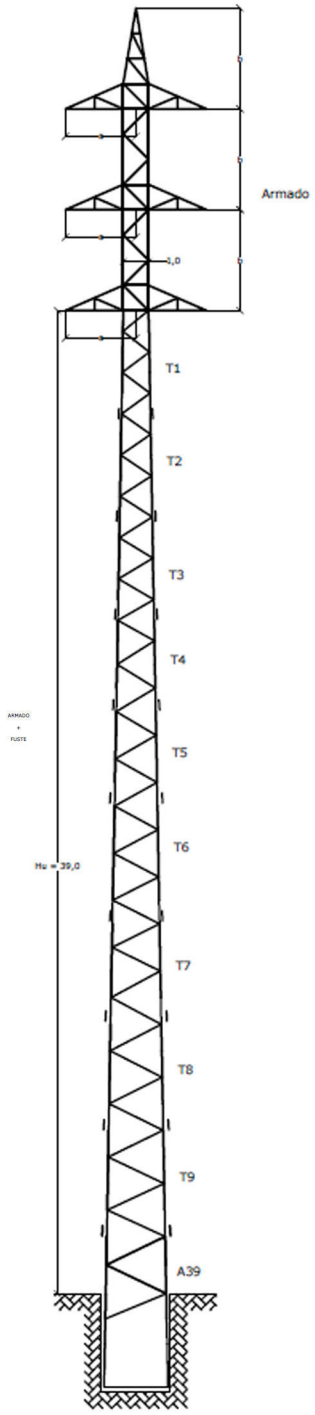
Escala		Plano nº
	Apoyo tipo AG 2	77

ESQUEMA Y COMPOSICIÓN



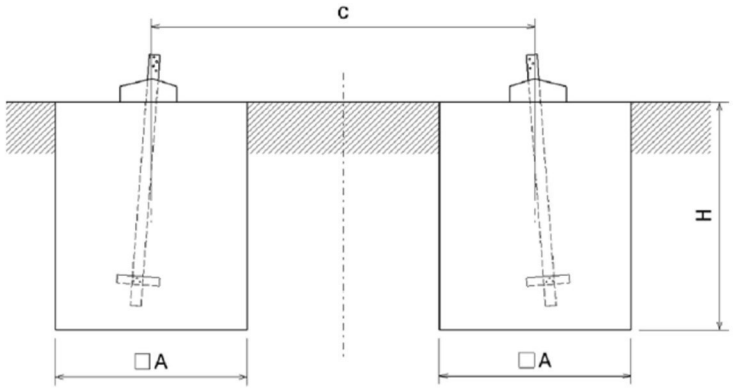
	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		
Escala	Apoyo tipo FL 2			Plano nº 78

ESQUEMA Y COMPOSICIÓN

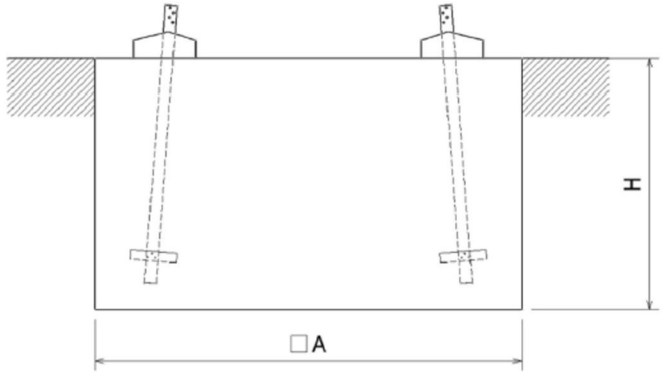


	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		

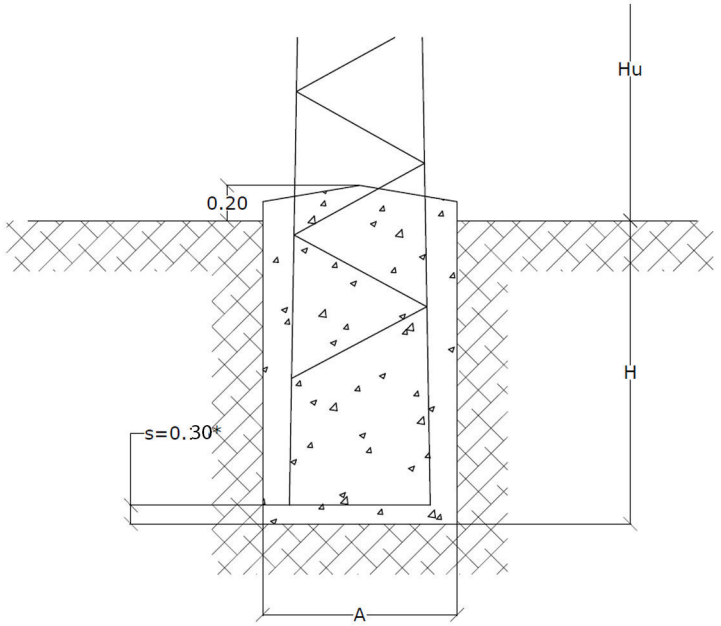
Escala		Plano nº
	Apoyo tipo AL 2	79



Esquema cimentación fraccionada sección cuadrada.

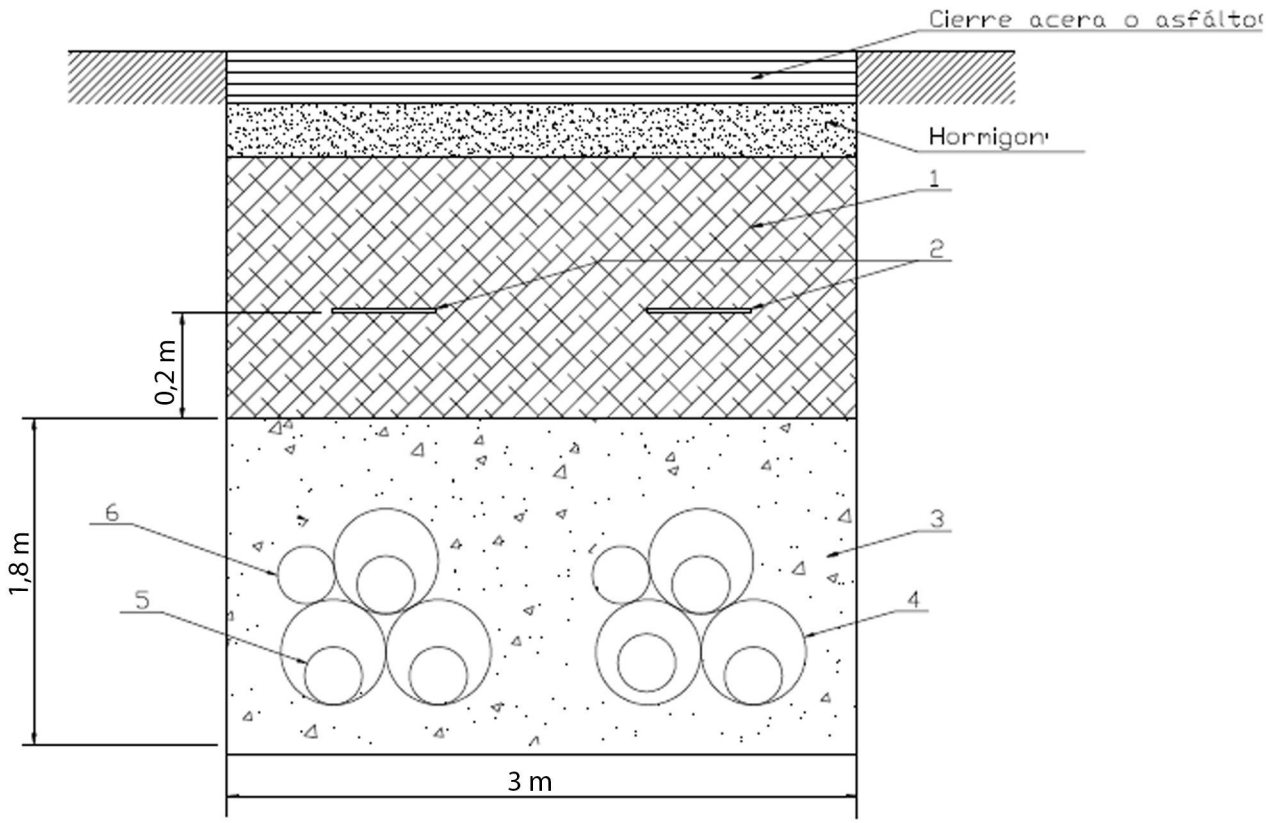


Esquema cimentación monobloque.



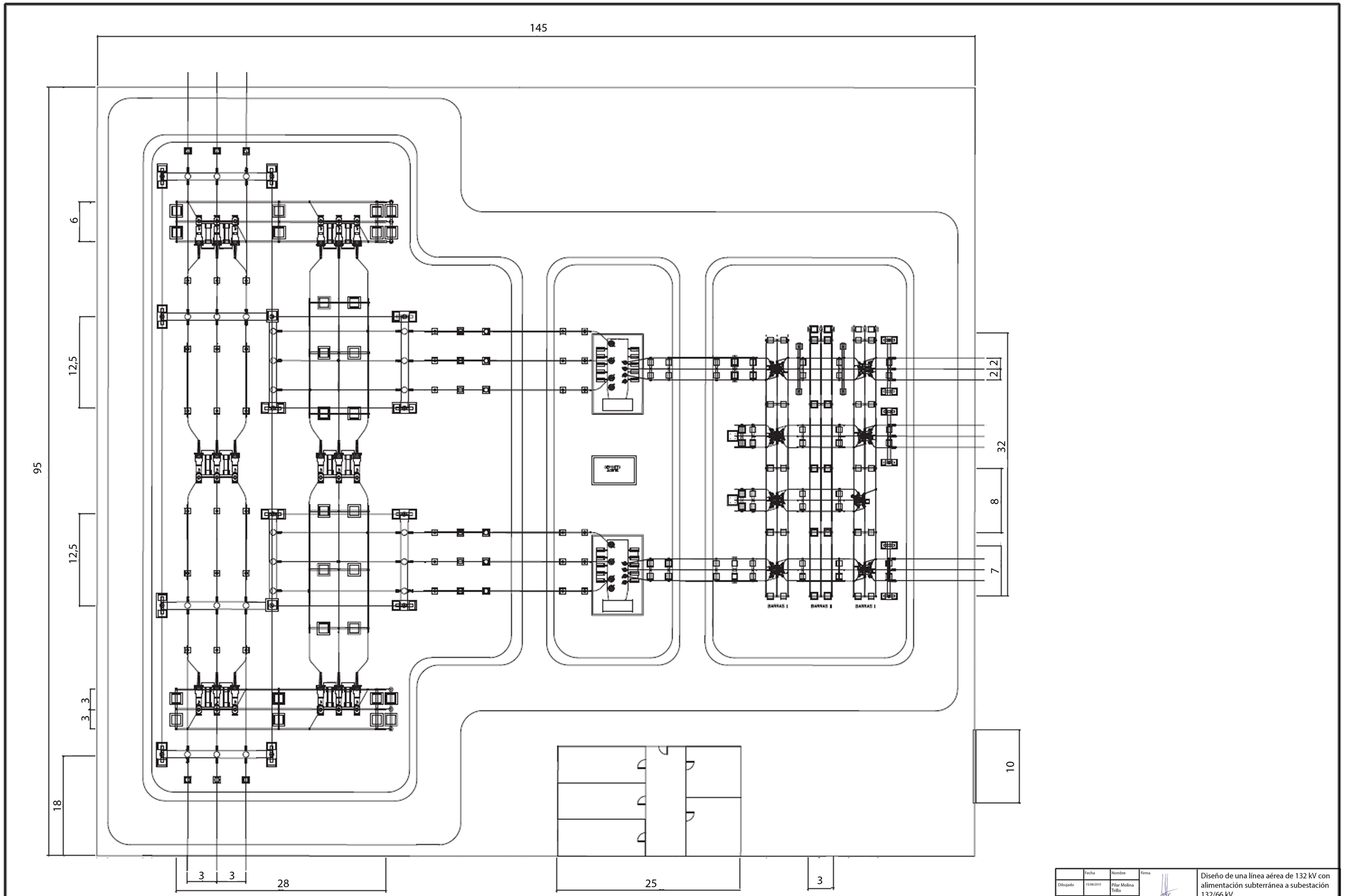
Esquema cimentación tipo monobloque.

	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		
Escala	Cimentaciones de los apoyos			Plano nº 80

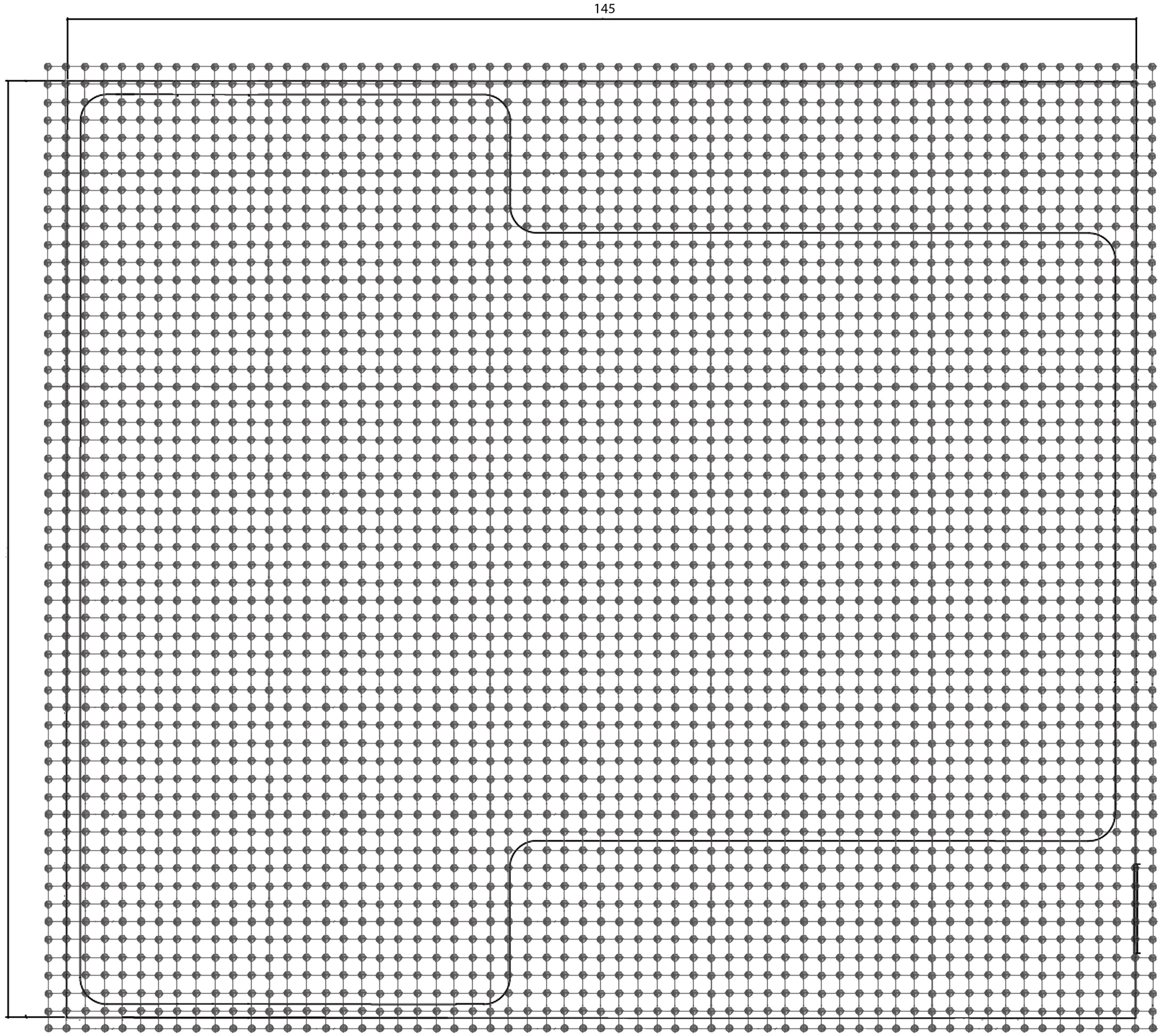


1 Tierra compactada al 95%
2 Bandas señalizadoras
3 Hormigón HM-20
4 Tubo de polietileno doble capa d=150mm
5 Cables de potencia
6 Tubo de polietileno doble capa d=50 mm

	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		
Escala	Canalización subterránea			Plano nº 81

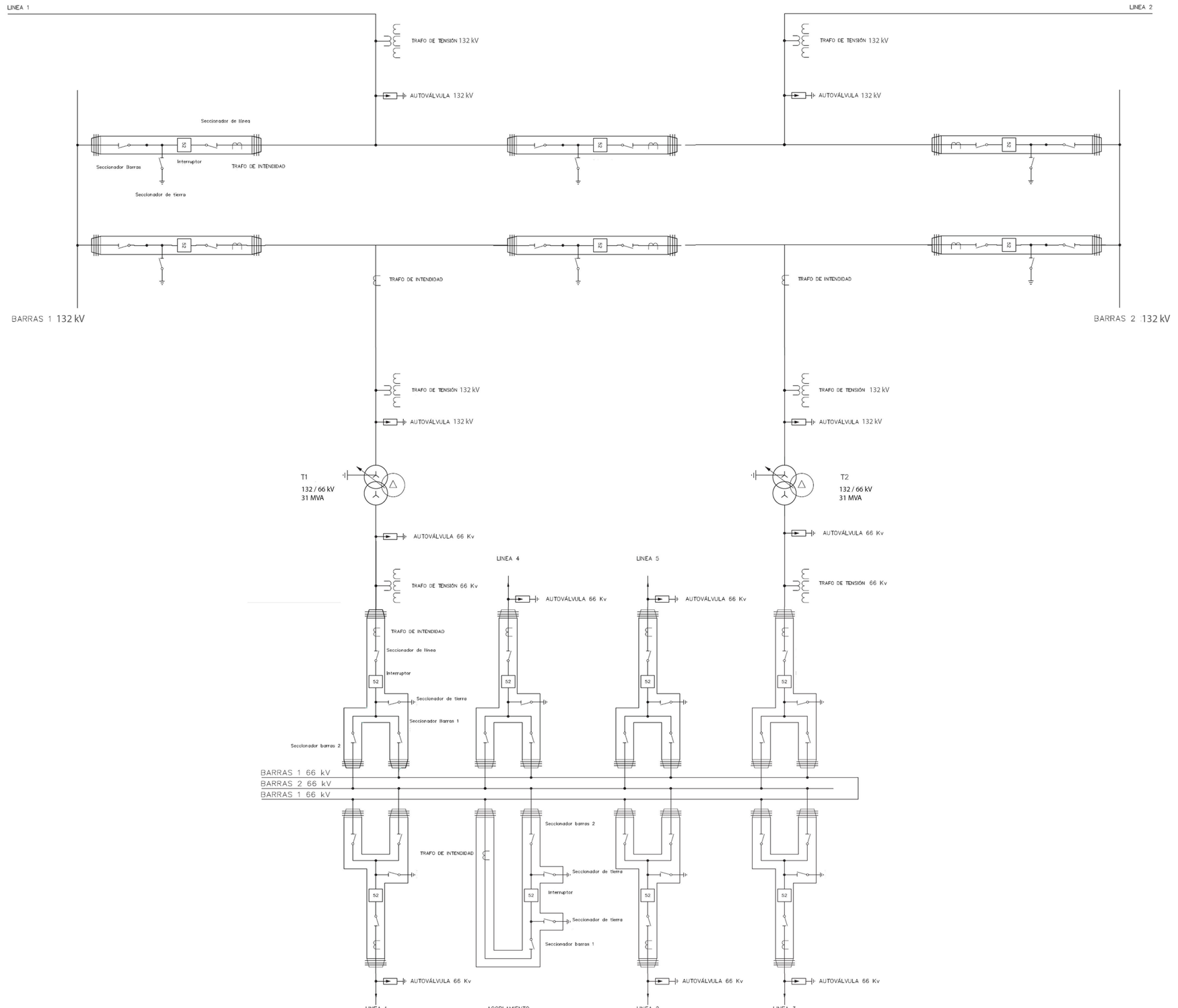


	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		
Escala		Planta de subestación 132/66 kV		Plano nº 82



Separación eje X: 2,4 m
Separación eje Y: 2,0 m

	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		
Escala		Red de tierras inferiores de la subestación 132/66 kV		Plano nº 83



	Fecha	Nombre	Firma	Diseño de una línea aérea de 132 kV con alimentación subterránea a subestación 132/66 kV
Dibujado	15/08/2015	Pilar Molina Trillo		
Escala	Esquema unifilar de la subestación 132/66 kV			Plano nº 84

4. PLIEGO DE CONDICIONES .

4.1. Condiciones generales

4.1.1. Objeto

Este Pliego de Condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de instalaciones para el transpote de energía eléctrica cuyas características técnicas estarán especificadas en el correspondiente Proyecto.

El presente proyecto cumple en todo momento con Instrucción Técnica Complementaria ITC-LAT 07 del REAL DECRETO 223/2008, de 15 de febrero, publicado en el BOE el 19 de Marzo 2008 y con el Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, aprobado por Real Decreto 3275/1982 de 12 Noviembre.

4.1.2. Campo de aplicación

Este pliego de condiciones se refiere a la construcción de redes aéreas de alta tensión de 132 kV, redes subterráneas de 132 kV y una subestación eléctrica de 132/66 kV.

4.1.3. Disposiciones generales

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 24042 "Contratación de Obras. Condiciones Generales ", siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

El Contratista deberá ser Instalador, provisto del correspondiente documento de calificación empresarial.

4.1.3.a. Condiciones facultativas legales

Las obras del Proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

- Reglamentación General de Contratación según Decreto 3410/75, de 25 de noviembre.

- Artículo 1588 y siguientes del Código Civil, en los casos que sea procedente su aplicación al contrato de que se trate.

- Decreto de 12 de marzo de 1954 por el que se aprueba el Reglamento de Verificaciones eléctricas y Regularidad en el suministro de energía.

- Real Decreto 3275/1982 de 12 de Noviembre, sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, así como las Órdenes de 6 de julio de 1984, de 18 de octubre de 1984 y de 27 de noviembre de 1987, por las que se aprueban y actualizan las Instrucciones Técnicas Complementarias sobre dicho reglamento.

- Instrucción Técnica Complementaria ITC-LAT 07 del REAL DECRETO 223/2008, de 15 de febrero**,** publicado en el BOE el 19 de Marzo 2008.

- Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, aprobado por Real Decreto 3275/1982 de 12 Noviembre.

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos laborales y RD 162/97 sobre Disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.

4.1.3.b. Seguridad en el trabajo

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones de la Ley 31/1995 sobre Prevención de Riesgos Laborares, y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc., que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en suelas, reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, banqueta aislante, etc., pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si estima que el personal de la Contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

4.1.3.c. Seguridad pública

El Contratista deberá tomar todas las precauciones máximas en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

4.1.4.Organización del trabajo

El Contratista ordenará los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de Obra, al amparo de las condiciones siguientes.

4.1.4.a. Datos de la obra

Se entregará al Contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra.

El Contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses, después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

4.1.4.b. Replanteo de la obra

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 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 de cuenta del Contratista.

4.1.4.c. Mejoras y variaciones del Proyecto

No se considerarán como mejoras ni variaciones del Proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por escrito por el Director de Obra y convenido precio antes de proceder a su ejecución.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del Contratista.

4.1.4.d. Recepción del material

El Director de Obra de acuerdo con el Contratista dará a su debido tiempo su aprobación sobre el material suministrado y confirmará que permite una instalación correcta.

La vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta del Contratista.

4.1.4.e. Organización

El Contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades correspondientes y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente están establecidas, y en general, a todo cuanto se legisle, decrete u ordene sobre el particular antes o durante la ejecución de la obra.

Dentro de lo estipulado en el Pliego de Condiciones, la organización de la Obra, así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo del Contratista a quien corresponderá la responsabilidad de la seguridad contra accidentes.

El Contratista deberá, sin embargo, informar al Director de Obra de todos los planes de organización técnica de la Obra, así como de la procedencia de los materiales y cumplimentar cuantas órdenes le de éste en relación con datos extremos.

4.1.4.f. Facilidades para la inspección

El Contratista proporcionará al Director de Obra o Delegados y colaboradores, toda clase de facilidades para los replanteos, reconocimientos, mediciones y pruebas de los materiales, así como la mano de obra necesaria para los trabajos que tengan por objeto comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas, permitiendo el acceso a todas las partes de la obra e incluso a los talleres o fábricas donde se produzcan los materiales o se realicen trabajos para las obras.

4.1.4.g. Ensayos

Los ensayos, análisis y pruebas que deban realizarse para comprobar si los materiales reúnen las condiciones exigibles, se verificarán por la Dirección Técnica, o bien, si ésta lo estima oportuno, por el correspondiente Laboratorio Oficial.

Todos los gastos de pruebas y análisis serán de cuenta del Contratista.

4.1.4.h. Limpieza y seguridad en las obras

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus inmediaciones de escombros y materiales, y hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean precisas, así como adoptar las medidas y ejecutar los trabajos necesarios para que las obras ofrezcan un buen aspecto a juicio de la Dirección técnica.

Se tomarán las medidas oportunas de tal modo que durante la ejecución de las obras se ofrezca seguridad absoluta, en evitación de accidentes que puedan ocurrir por deficiencia en esta clase de precauciones; durante la noche estarán los puntos de trabajo perfectamente alumbrados y cercados los que por su índole fueran peligrosos.

4.1.4.i. Medios auxiliaries

No se abonarán en concepto de medios auxiliares más cantidades que las que figuren explícitamente consignadas en presupuesto, entendiéndose que en todos los demás casos el costo de dichos medios está incluido en los correspondientes precios del presupuesto.

El Contratista, salvo aprobación por escrito del Director de Obra, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza tanto en la ejecución de la obra en relación con el Proyecto como en las Condiciones Técnicas especificadas, sin prejuicio de lo que en cada momento pueda ordenarse por el Director de Obra a tenor de los dispuesto en el último párrafo del apartado 4.1.4.a.

El Contratista no podrá utilizar en los trabajos personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo, salvo lo indicado en el apartado 4.1.4.c.

Igualmente, será de su exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo del mismo.

El Contratista deberá tener al frente de los trabajos un técnico suficientemente especializado a juicio del Director de Obra.

4.1.4.j. Subcontratación de las obras

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la Obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra.

La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

- Que se dé conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.

- Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal.

En cualquier caso el Contratista no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista, y cualquier subcontratación de obras no eximirá al Contratista de ninguna de sus obligaciones respecto al Contratante.

4.1.4.k. Plazo de ejecución

Los plazos de ejecución, total y parciales, indicados en el contrato, se empezarán a contar a partir de la fecha de replanteo.

El Contratista estará obligado a cumplir con los plazos que se señalen en el contrato para la ejecución de las obras y que serán improrrogables.

No obstante a lo anteriormente indicado, los plazos podrán ser objeto de modificaciones cuando así resulte por cambios determinados por el Director de Obra debidos a exigencias de la realización de las obras y siempre que tales cambios influyan realmente en los plazos señalados en el contrato.

Si por cualquier causa, ajena por completo al Contratista, no fuera posible empezar los trabajos en la fecha prevista o tuvieran que ser suspendidos una vez empezados, se concederá por el Director de Obra, la prórroga estrictamente necesaria.

4.1.4.l. Recepción provisional

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del Contratista se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si este es el caso. Dicha Acta será firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

En el caso de no hallarse la Obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del Contratista. Si el Contratista no cumpliese estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

La forma de recepción se indica en el Pliego de Condiciones Técnicas correspondiente.

4.1.4.m. Periodos de garantía

El periodo de garantía será el señalado en el contrato y empezará a contar desde la fecha de aprobación del Acta de Recepción.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es responsable de la conservación de la Obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

4.1.4.n. Recepción definitiva

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los seis meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y del representante del Contratista levantándose el Acta correspondiente, por duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista y ratificada por el Contratante y el Contratista.

4.1.4.o. Pago de obras

El pago de obras realizadas se hará sobre Certificaciones parciales que se practicarán mensualmente. Dichas Certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran.

Serán de cuenta del Contratista las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido al Director de Obra oportunamente para su medición, los gastos de replanteo, inspección y liquidación de las mismas, con arreglo a las disposiciones vigentes, y los gastos que se originen por inspección y vigilancia facultativa, cuando la Dirección Técnica estime preciso establecerla.

El Director de Obra expedirá las Certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las Certificaciones siguientes, no suponiendo por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas Certificaciones.

4.1.4.p. Abono de materiales acopiados

Cuando a juicio del Director de Obra no haya peligro de que desaparezca o se deterioren los materiales acopiados y reconocidos como útiles, se abonarán con arreglo a los precios descompuestos de la adjudicación. Dicho material será indicado por el Director de Obra que lo reflejará en el Acta de recepción de Obra, señalando el plazo de entrega en los lugares previamente indicados. El Contratista será responsable de los daños que se produzcan en la carga, transporte y descarga de este material.

La restitución de las bobinas vacías se hará en el plazo de un mes, una vez que se haya instalado el cable que contenían. En caso de retraso en su restitución, deterioro o pérdida, el Contratista se hará también cargo de los gastos suplementarios que puedan resultar.

4.1.5.Disposición final

La concurrencia a cualquier Subasta, Concurso o Concurso-Subasta cuyo Proyecto incluya el presente Pliego de Condiciones Generales, presupone la plena aceptación de todas y cada una de sus cláusulas.

4.2. Condiciones técnicas

4.2.1. Objeto y campo de aplicación

Este Pliego de Condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de montaje de la línea aérea de 132 kV, subterránea y subestación eléctrica 132/66 kV, especificadas en el correspondiente proyecto.

Estas obras se refieren al suministro e instalación de los materiales necesarios en la construcción de dichas obras.

4.2.2. Ejecución del trabajo

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

4.2.2.a. Replanteo de apoyos

Como referencia para determinar la situación de los ejes de las cimentaciones, se dará a las estaquillas la siguiente disposición:

- Tres estaquillas para todos los apoyos que se encuentren en alineación, aun cuando sean de amarre.

- Cinco estaquillas para los apoyos de ángulo; las estaquillas se dispondrán en cruz según las direcciones de las bisectrices del ángulo que forma la línea y la central indicará la proyección vertical del apoyo.

Se deberán tomar todas las medidas con la mayor exactitud, para conseguir que los ejes de las excavaciones se hallen perfectamente situados y evitar que haya necesidad de rasgar las paredes de los hoyos, con el consiguiente aumento en el volumen de la fundación que sería a cargo de la Contrata.

4.2.2.b. Apertura de hoyos

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.

- 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.

- Las dimensiones de las excavaciones se ajustarán lo más posible a las dadas en el Proyecto o en su defecto a 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 el menor tiempo posible abiertas 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 3 km. para las líneas con apoyos metálicos, 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 la naturaleza de la obra, esto no se pueda cumplir, deberá ser consultada la Dirección Técnica. Si a causa de la constitución del terreno o por causas atmosféricas los fosos amenazasen derrumbarse, deberán ser entibados, tomándose las medidas de seguridad necesarias para evitar 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 que no pueda ser utilizada en el relleno de los fosos, deberá quitarse allanando y limpiando el terreno que circunde el apoyo. Dicha tierra deberá ser transportada a un lugar donde al depositarla no ocasione perjuicio alguno.

- 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 30 cm., como mínimo, por fuera de la excavación, prolongándose después con el talud natural de la tierra circundante, con elfin de que los montantes del apoyo no queden recubiertos de tierra.

- Las excavaciones se realizarán 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 procederse a su desecado, procurando hormigonar después lo más rápidamente posible para evitar el riesgo de desprendimiento en las paredes del hoyo, aumentando así las dimensiones del mismo.

- Cuando se empleen explosivos para la apertura de los 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.

4.2.2.c. Transporte, acarreo y acopio a pie de hoyo

Los apoyos no serán arrastrados ni golpeados. Se tendrá especial 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 o arriostramiento.

4.2.2.d. 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 hoyo, el transporte y colocación de los anclajes y plantillas, así como la correcta nivelación de los mismos.

La cimentación de los apoyos se realizará de acuerdo con el Proyecto. Se empleará un hormigón cuya resistencia característica sea de 200 kg/cm^2.

El amasado del hormigón se hará con hormigonera o si no sobre chapas metálicas, procurando que la mezcla sea lo más homogénea posible. Tanto el cemento como los áridos serán medidos con elementos apropiados.

Para los apoyos metálicos, los macizos sobrepasarán el nivel del suelo en 20 cm. La parte superior de este macizo estará terminada en forma de punta de diamante, a base de mortero rico en cemento, con una pendiente de un 10 % como mínimo como vierteaguas.

Se tendrá la precaución de dejar un conducto para poder colocar el cable de tierra de los apoyos. Este conducto deberá salir a unos 30 cm bajo el nivel del suelo, y, en la parte superior de la cimentación, junto a un angular o montante.

- Arena

Puede proceder de ríos, arroyos y canteras. Debe ser limpia y no contener 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.

La determinación de la cantidad de arcilla se comprobará según el ensayo siguiente: De la muestra del árido mezclado se separará con el tamiz de 5 mm 100 cm^3 de arena, los cuales se verterán en una probeta de vidrio graduado hasta 300 cm^3.

Una vez llena de agua hasta la marca de 150 cm^3 se agitará fuertemente tapando la boca con la mano; hecho esto se dejará sedimentar durante una hora. En estas condiciones el volumen aparente de arcilla no superará el 8 %.

La proporción de materias orgánicas se determina mezclando 100 cm^3 de arena con una solución de sosa al 3 % hasta completar 150 cm^3. Después de 24 horas, el líquido deberá quedar sin coloración, o presentar como máximo un color amarillo pálido.

Los ensayos de las arenas se harán sobre mortero de la siguiente dosificación (en peso):

- 1 parte de cemento
- 3 partes de arena

Esta probeta de mortero conservada en agua durante siete días deberá resistir a la tracción en la romana de Michaelis un esfuerzo comprendido entre los 12 y 14 kg/cm^2. Toda arena que sin contener materias orgánicas no resista el esfuerzo de tracción anteriormente indicado, será desechada.

❖ Grava

Podrá proceder de canteras o de graveras de río, y deberá estar limpia de materias extrañas como limo o arcilla, no conteniendo más de un 3 % en volumen de cuerpos extraños inertes.

Se prohíbe el empleo de revoltón, o sea, piedra y arenas unidas sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos. Deberá ser de tamaño comprendido entre 2 y 6 cm., no admitiéndose piedras ni bloques de mayor tamaño.

❖ Cemento

Se empleará cualquiera de los cementos Portland de fraguado lento existentes en el mercado, en envases de papel de 50 kg netos.

En el caso de terreno yesoso se empleará cemento puzolánico.

Previa autorización de la Dirección Técnica podrán utilizarse cementos especiales, en aquellos casos que lo requieran.

❖ 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 empleo de aguas que procedan de ciénagas, o estén muy cargadas de sales carbonosas o selenitosas.

❖ Hormigón

El amasado de hormigón se efectuará en hormigonera o a mano, siendo preferible el primer procedimiento; en el segundo caso se hará sobre chapa metálica de suficientes dimensiones para evitar que se mezcle con la tierra y se procederá primero a la elaboración del mortero de cemento y arena, añadiéndose a continuación la grava, y entonces se le dará una vuelta a la mezcla, debiendo quedar ésta de color uniforme; si así no ocurre, hay que volver a dar otras vueltas hasta conseguir la uniformidad; una vez conseguida se añadirá a continuación el agua necesaria antes de verter al hoyo.

Se empleará hormigón cuya resistencia característica sea de 200 kg/m^2. La composición normal de la mezcla será:

- 1/10 Cemento
- 3/10 Arena
- 6/10 Grava

La dosis de agua no es un dato fijo, y varía según las circunstancias climatológicas y los áridos que se empleen.

El hormigón obtenido será de consistencia plástica, pudiéndose comprobar su docilidad por medio del cono de Abrams. Dicho cono consiste en un molde troncocónico de 30 cm. de altura y bases de 10 y 20 cm. de diámetro. Para la prueba se coloca el molde apoyado por su base mayor, sobre un tablero, llenándolo por su base menor,

y una vez lleno de hormigón y enrasado se levanta dejando caer con cuidado la masa. Se mide la altura H del montón formado y en función de ella se conoce la consistencia:

Consistencia	H (cm)
Seca	30 a 28
Plástica	28 a 20
Blanda	20 a 15
Fluida	15 a 10

En la prueba no se utilizará árido de más de 5 cm.

❖ Ejecución de las cimentaciones

La ejecución de las cimentaciones se realizará de acuerdo con el Proyecto.

Los encofrados serán mojados antes de empezar el hormigonado. En tiempos de heladas deberán suspenderse los trabajos de hormigonado; no obstante, si la urgencia de la obra lo requiere, puede proseguirse el hormigonado, tomando las debidas precauciones, tales como cubrir el hormigón que está fraguando por medio de sacos, paja, etc. Cuando sea necesario interrumpir un trabajo de hormigonado, al reanudar la obra, se lavará la parte construida con agua, barriéndola con escobas metálicas y cubriendo después la superficie con un enlucido de cemento bastante fluido.

La manera de ejecutar la cimentación será la siguiente:

- Se echará primeramente una capa de hormigón seco fuertemente apisonado, de 25 cm de espesor, de manera que teniendo el poste un apoyo firme y limpio, se conserve la distancia marcada en el plano desde la superficie del terreno hasta la capa de hormigón.

- En los siguientes días se colocará sobre él la base del apoyo o el apoyo completo, según el caso, nivelándose cuidadosamente el plano de unión de la base con la estructura exterior del apoyo, en el primer caso, o bien, se aplomará el apoyo completo, en el segundo caso, inmovilizando dichos apoyos por medio de vientos.

- Cuando se trate de apoyos de ángulo o final de línea, se dará a la superficie de la base o al apoyo una inclinación del 0,5 al 1 % en sentido opuesto a la resultante de las fuerzas producidas por los conductores.

- Después se rellenará de hormigón el foso, o bien se colocará el encofrado en las que sea necesario, vertiendo el hormigón y apisonándolo a continuación.

- Al día siguiente de hormigonada la fundación, y en caso de que tenga encofrado lateral, se retirará éste y se rellenará de tierra apisonada el hueco existente entre el hormigón y el foso, muevan durante su relleno. Estos recrecidos se realizarán de forma que las superficies vistas queden bien terminadas.

4.2.2.e. Armado e izado de los apoyos

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

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.

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 la obligación de proceder al cambio de los elementos rotos, previa autorización de la Dirección Técnica.

El criterio de montaje del apoyo será el adecuado al tipo del mismo, y una vez instalado dicho apoyo, deberá quedar vertical, salvo en los apoyos de fin de línea o ángulo, que se le dará una inclinación del 0,5 al 1 % en sentido opuesto a la resultante de los esfuerzos producidos por los conductores. En ambas posiciones se admitirá una tolerancia del 0,2 %. con la aprobación de la Dirección Técnica. Todas

las herramientas que se utilicen en el izado, se hallarán en perfectas condiciones de conservación y serán las adecuadas.

En el montaje e izado de los apoyos, como observancia principal de realización ha de tenerse en cuenta que ningún elemento sea solicitado por esfuerzos capaces de producir deformaciones permanentes.

Los postes metálicos con cimentación, por tratarse de postes pesados, se recomienda que sean izados con pluma o grúa, evitando que el aparejo dañe las aristas o 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. El tornillo deberá sobresalir de la tuerca por lo menos tres pasos de rosca. Una vez que se haya comprobado el perfecto montaje de los apoyos, se procederá al graneteado de los tornillos, con el fin de impedir que se aflojen, recepcionados por la Dirección Técnica.

4.2.2.f. Tendido, tensado y engrapado de los conductores

Los trabajos comprendidos en este epígrafe son los siguientes:

- Colocación de los aisladores y herrajes de sujeción de los conductores.
- Tendido de los conductores, tensado inicial, regulado y engrapado de los mismos.
- Comprende igualmente el suministro de herramental y demás medios necesarios para estas operaciones, así como su transporte a lo largo de la línea.

❖ Colocación de aisladores

La manipulación de aisladores y de los herrajes auxiliares de los mismos se hará con el mayor cuidado.

Cuando se trate de cadenas de aisladores, se tomarán todas las precauciones para que éstos no sufran golpes, ni entre ellos ni contra superficies duras, y su manejo se hará de forma que no flexen.

En el caso de aisladores rígidos se fijará el soporte metálico, estando el aislador en posición vertical invertida.

- Tendido de los conductores

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 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 susceptible de estropear los cables, así como tampoco deben colocarse en lugares con polvo o cualquier otro cuerpo extraño que pueda introducirse entre los conductores.

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 arriostramiento, 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 la protecciones necesarias de manera que exista la máxima seguridad y que no se dañen los conductores durante su cruce. Cuando hay que dejar sin tensión una línea para ser cruzada, deberán estar preparadas todas las herramientas y materiales con elfin 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 (A. T. y B. T.), una vez conseguido del propietario de la línea de 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 las 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 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 hará 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.

- Tensado, regulado y engrapado de los conductores

Previamente al tensado de los conductores, 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 Contrata 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 150º.

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, en el caso más desfavorable de toda la línea, indicando la temperatura a que fué medida. Iguales datos facilitará en todos los vanos de cruzamiento.

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

En el caso de cantones de varios vanos, después del tensado y regulado de los conductores, 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.

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 debe 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 hará 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 hará, 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.

4.2.2.g. Reposición del terreno

Las tierras sobrantes, así como los restos del hormigonado, deberán ser extendidas si el propietario del terreno lo autoriza, o retiradas a vertedero en caso contrario, todo lo cuál será a cargo del Contratista.

4.2.2.h. Numeración de los 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 quitar desde el suelo. Deberá cumplir las características señaladas en la Recomendación UNESA 0203.

4.2.2.i. Tomas de tierra

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

Cuando los apoyos soporten interruptores, seccionadores u otros aparatos de maniobra, deberán disponer de tomas de tierra de tipo de anillos cerrados.

- Anillo cerrado

La resistencia de difusión no será superior a 25 ohmios, para lo cual se dispondrá de tantos electrodos de difusión como sean necesarios con un mínimo de dos electrodos.

El anillo de difusión estará realizado con cable de cobre de 50 mm^2. Igual naturaleza y sección tendrán los conductores de conexión al apoyo.

El anillo estará enterrado a 50 cm. de profundidad y de forma que cada punto del mismo quede distanciado 1 m., como mínimo, de las aristas del macizo de cimentación.

- Comprobación de los valores de resistencia de difusión

El Contratista facilitará a la Dirección Técnica, para su comprobación, los valores de resistencia de puesta a tierra de todos y cada uno de los apoyos.

4.2.2.j. Apertura de zanja

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el terreno las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se contendrá el terreno.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán catas 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, viviendas, comercios, garajes, establos, fincas, etc., así como las chapas de hierro que vayan a colocarse sobre la zanja para el paso de peatones, vehículos o animales.

Se procurará dejar un paso de 50 cm. entre la zanja y las tierras extraídas, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierras los registros de gas, teléfono, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Todos los servicios descubiertos deberán de quedar perfectamente identificados y soportados para evitar todos los daños posibles. Si durante los trabajos se ocasionan averías en canalizaciones ajenas, se repararán de forma provisional y con carácter urgente, para luego, y siguiendo las instrucciones de la compañía propietaria, proceder a la reparación definitiva.

La excavación se realizará mediante pala mecánica con cuchara retroexcavadora provista de martillo rompedor o similar, de acuerdo con la naturaleza del subsuelo.

4.2.2.k. Colocación de tubos

Los tubos serán rígidos suministrados en barras (tramos rectos) de longitud no inferior a 6 metros con guía.

Los empalmes de los distintos tramos de tubos se realizarán mediante manguitos con junta tórica, que garanticen su estanqueidad, para evitar la entrada de hormigón en su interior. Los manguitos de unión llevan un pequeño abocardamiento para facilitar la entrada del tubo en los mismos, siendo rápida y sencilla su unión.

4.2.2.l. Relleno, cierre de zanjas y reposición de pavimentos

Una vez colocados los soportes se instalarán abrazaderas si se necesitaran, verificado que los tubos quedan perfectamente alineados rectilíneamente, que no existen cambios de dirección (ni en vertical ni en horizontal).

Si al efectuar la excavación se observa que la tierra está constituida por cascotes y escombros o tiene abundancia de piedras de aristas vivas, no se utilizarán dichas tierras para el relleno de la zanja, sino que deberán aportarse nuevas tierras limpias.

El cierre de la zanja se hará por capas sucesivas de 200 mm de espesor, con el fin de que el terreno quede suficientemente consolidado.

Se colocaran encima de los tubos las correspondientes cintas de señalización a una distancia mínima al suelo de 0,10 m y a 0,30 m de la parte superior de los tubos.

La placa de protección y cinta de señalización siempre deberán cubrir la proyección horizontal de los cables.

Todas las superficies serán repuestas a su estado original.

4.2.2.m. Explanación plataforma

La explanación a realizar debe cumplir simultáneamente las características mecánicas y eléctricas necesarias para conseguir los criterios de funcionalidad exigidos. El objeto de la realización de una explanación en una Subestación, es el de constituir una plataforma horizontal para alojar los diversos elementos que constituyen la misma como Edificios, Parque, Trafos, etc.

La explanación se proyectará de tal forma que la cota definitiva, si las condiciones topográficas del terreno lo permiten sea la adecuada para que las tierras procedentes de la excavación permitan compensar al máximo las zonas de relleno.

Se realizará la explanación de la Subestación hasta los 60 cm por debajo de la cota de rasante de la misma, con objeto de proceder a la colocación de la malla de la red de tierras.

Estos 80 cm se completarán posteriormente con zahorras para facilitar una resistividad óptima.

4.2.2.n. Drenaje parque

El objetivo de este drenaje es evitar el encharcamiento e inundación de las aguas pluviales en los parques de intemperie.

Las funciones a realizar por el sistema de drenaje serán algunas de las siguientes:

- Sanear las capas superficiales
- Interceptar o desviar corrientes subterráneas antes de que lleguen a la plataforma de la subestación
- Hacer descender el nivel freático

El sistema de drenajes y desagües dispondrán de la capacidad suficiente para evacuar las aguas pluviales.

Se preverá una red general de drenajes, compuesta por zanjas de gravas, tubos de PVC u hormigón, arquetas de recogida de zanjas de gravas y pozos colectores, etc.

4.2.2.o. Malla de tierras

La Subestación deberá disponer de una instalación de tierra de forma que proteja al personal y al equipo instalado, limitando las tensiones respecto a tierra que puedan presentarse en el interior y exterior de la instalación en ocasión de un defecto.

El sistema de puesta a tierra elegido, es el de una red general enterrada a una profundidad de 60 cm que cubra normalmente la totalidad de la superficie del terreno.

A esta red general de tierra, se conectarán todas las tierras de protección y servicio de la Subestación.

4.2.2.p. Cubetos para transformadores

Con el fin de evitar el vertido involuntario de residuos industriales al terreno, alcantarillado o cauces públicos, es por lo que se realiza el cubeto sobre el que va alojado cada transformador; cada cubeto va provisto de una arqueta de desagüe, la cuál conexiona dicho cubeto con el sistema de desagüe de cubetos hasta el depósito de recogida de aceite. En sí cada cubeto es una piscina estanca por lo que las paredes y los conductos asociados de los mismos deben ser resistentes al aceite y al agua.

Dado que el desplazamiento de los Trafos, se realiza mediante vigas carrileras de rodadura por la carga que representa el peso de los mismos, dichas vigas quedan ubicadas en el interior del cubeto dividiendo a éste en tres senos, por lo que se deberá facilitar el desagüe de los mismos. Dichas vigas carrileras, conforman la parte estructural del cubeto calculándose las mismas como vigas flotantes.

4.2.2.q. Depósito de recogida de aceite

El depósito de aceite será estanco y con capacidad suficiente para contener el volumen total de aceite de un Trafo, más el volumen de agua que pueda recibir del sistema de contraincendios y la propia de la lluvia. Este volumen adicional, equivaldrá al 20% del volumen total de un Trafo, por lo tanto el volumen total del depósito, será el equivalente a 1,2 veces el volumen del Trafo.

El depósito recolector, se construirá totalmente estanco sin desagüe. El vaciado del mismo se realizará mediante una bomba de accionamiento manual, que desaguará a una arqueta construida en la parte exterior del depósito recolector. Ésta arqueta dispondrá de un desagüe que permita el vaciado del depósito recolector en el caso que el líquido contenido no contenga elementos contaminantes.

El depósito recolector estará equipado con indicadores de nivel y bomba sumergible de accionamiento manual. La bomba dispondrá de paro automático mediante un indicador de nivel mínimo que emitirá la señal correspondiente cuando en el proceso de vaciado del depósito recolector se alcance el nivel mínimo de funcionamiento. También se instalará otro indicador de nivel máximo situado en una cota que impedirá que el nivel de agua sobrepase el 15% de la capacidad total del depósito, de tal forma que cuando se supere este nivel se emitirá una señal luminosa en la consola de control de la instalación y el operador de la Subestación, sabrá que ha de vaciar el depósito recolector, accionando manualmente la bomba.

El depósito recolector, estará enterrado en su totalidad.

4.2.2.r. Cimentaciones, estructuras y aparamenta

- Cimentaciones para soportes metálicos

Las fundaciones de la parte correspondiente al parque, es decir, fundaciones para soportes de aparamenta de intemperie y pórticos serán de tipo "zapata aislada". Serán de hormigón en masa y llevarán las placas de anclaje de las estructuras sobre sus peanas.

No se admitirá un ángulo de giro de la cimentación, cuya tangente sea superior a 0,01 para alcanzar el equilibrio de las acciones que produzcan el máximo momento de vuelco.

El coeficiente de seguridad al vuelco, relación entre el momento estabilizador y el momento de vuelco no será inferior a 1,5.

- Cimentación del edificio prefabricado

Al ser un edificio más pesado, la cimentación del edificio prefabricado se realizará mediante pilotes prefabricados de hormigón. Las cabezas de los encepados están arriostradas mediante vigas de atado en ambas direcciones.

Se preverán en las cimentaciones todo tipo de canalización o tubo que permita facilitar el trazado de los cables de la red de tierras o los correspondientes a los circuitos de control de las instalaciones.

Debido al anclaje previsto para las estructuras a utilizar, tales como soportes de la aparamenta o bien de los pórticos de amarre de líneas, las cimentaciones correspondientes deberán estar previstas de pernos que faciliten el montaje de las mencionadas estructuras sobre las mismas.

El hormigón utilizado en ambos casos será un HM-20.

- Saneamientos y drenajes

El drenaje de la Subestación se realizará mediante una red de desagüe formada por tubos perforados colocados en el fondo de zanjas de gravas y rellenas de material filtrante adecuadamente compactado.

En la explanación del terreno se preverán unas ligeras pendientes, no inferior el 0,5%, conformando distintas cuencas hacia las zanjas de cables.

Los colectores colocados en las zanjas de gravas evacuaran las aguas hacia una arqueta general de desagües que se conectará con la red de saneamiento separada perteneciente al polígono.

El desagüe general exterior estará protegido contra la entrada de animales por medio de una malla metálica.

La conexión de los bajantes de los edificios se realizará mediante arquetas a pie de bajante que conectarán con la red general antes mencionada.

4.2.2.s. Urbanización parque

Viales: para permitir el acceso con vehículos en el interior de la Subestación, se construirán los necesarios.

El pavimento de los viales, estará conformado por una losa de hormigón en masa tipo HM- 20, configurando en su superficie pendientes a dos aguas del 2% hacia ambos laterales.

Dicha losa se realizará sobre una base de grava-cemento de 15 cm de espesor compactada al 95% del P.M. y esta base se realizará sobre una sub-base suelocemento de 16 cm de espesor.

La rasante del vial sobresaldrá de la del parque 5 cm, facilitando el desagüe del mismo.

Zanjas de cables: Se utilizarán las zanjas de cables de tipo prefabricado cuando no deban soportar el paso de vehículos, éstas se colocarán sobre hormigón o lecho de arena.

Para el cubrimiento de las mismas se utilizarán tapas de "Polietileno de alta densidad y alto peso molecular".

Las zanjas de cables para el paso de vehículos, será realizada in situ de hormigón armado.

Arquetas: Se utilizarán en lo posible arquetas prefabricadas.

Parque: Una vez concluida la obra civil del parque, se procederá al engravado del mismo, mediante grava de machaca de tamaño 30/40 mm, extendiéndose la misma sobre la superficie de tierra resultante y con un espesor de 10 cm.

4.2.2.t. Cerramiento parque

Al objeto de obstaculizar y disuadir el acceso a la instalación a posibles intrusos, se dispondrá de un vallado perimetral en la totalidad de las instalaciones, todo ello en base a:

- Evitar que personas ajenas a las instalaciones lleguen a estar próximas a elementos en tensión, protegiéndolas de su integridad física.
- Proteger las instalaciones de posibles daños intencionados.
- Evitar posibles robos en las instalaciones y edificios.
- El vallado será utilizado igualmente para delimitar las propiedades de la propiedad.

El vallado estará constituido por postes metálicos galvanizados de perfil circular y una malla también metálica galvanizada simple torsión. A lo largo del trazado de la valla se utilizarán postes intermedios.

Para disponer de una buena fijación de los postes, éstos quedarán anclados sobre su cimentación que será un dado de hormigón en masa de 0,4x0,4 m^2 de superficie y 0,8 m como mínimo de profundidad. El cerramiento tendrá una altura mínima según el Reglamento Eléctrico de Alta Tensión de 2,20 m.

Para permitir el paso de personas y vehículos autorizados en el interior del recinto de la Subestación, e impedir el acceso de los no autorizados, se dispondrá una puerta integrada sobre el vallado perimetral, anclada sobre dos pilares de hormigón armado de 0,3x0,3 m de sección.

Se instalará una puerta metálica, de apertura automática con motor eléctrico, para acceder a la subestación. Las dimensiones serán 10 metros de ancho y 2 de alto con puerta de 1 metro de ancho para la entrada de personal.

4.2.2.u. Montaje electromecánico

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según clase 2 de la norma UNE 21.022. Las uniones entre estos conductores se realizarán mediante soldadura aluminotérmica.

1. El montaje electromecánico se realizará de acuerdo al alcance definido en las unidades de medición que forman parte del presente pliego, lo indicado en los planos de montaje y las Instrucciones de los Fabricantes.

2. El Contratista se dotará de los medios adecuados, para llevar un control exhaustivo del montaje y facilitará a la Dirección Facultativa cuantos datos solicite sobre mano de obra, maquinaria y situación de los trabajos.

3. Como norma general el Contratista deberá comprobar:

- Que la placa de características del equipo está de acuerdo con el equipo especificado e identificado en el Proyecto.
- La ausencia de roturas, grietas y deformaciones en el equipo o sus partes.
- La ausencia de oxidaciones así como depósitos y materiales extraños.

4.2.3.Material

Los materiales empleados en la instalación serán entregados por el Contratista.

4.2.3.a. Reconocimiento y admisión de materiales

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.

4.2.3.b. Apoyos

Los apoyos de hormigón cumplirán las características señaladas en la Recomendación UNESA 6703 y en la Norma UNE 21080. Llevarán borna de puesta a tierra.

4.2.3.c. Herrajes

Serán del tipo indicado en el Proyecto. Todos estarán galvanizados.

Los soportes para aisladores rígidos responderán a la Recomendación UNESA 6626.

Los herrajes para las cadenas de suspensión y amarre cumplirán con las Normas UNE 21009, 21073 y 21124G76.

En donde sea necesario adoptar disposiciones de seguridad se emplearán varillas preformadas de acuerdo con la Recomendación UNESA 6617.

4.2.3.d. Aisladores

Los aisladores rígidos responderán a la Recomendación UNESA 6612.

Los aisladores empleados en las cadenas de suspensión o anclaje responderán a las especificaciones de la Norma UNE 21002.

En cualquier caso el tipo de aislador será el que figura en el Proyecto.

4.2.3.e. Conductores

Serán los que figuran en el Proyecto y deberán estar de acuerdo con la Recomendación UNESA 3403 y con las especificaciones de la Norma UNE 21016.

4.2.4. 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. Esta verificación se realizará por cuenta del Contratista.

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.

4.2.4.a. Calidad de cimentaciones

El Director de Obra podrá encargar la ejecución de probetas de hormigón de forma cilíndrica de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura; con objeto de someterlas a ensayos de compresión. El Contratista tomará a su cargo las obras ejecutadas con hormigón que hayan resultado de insuficiente calidad.

4.2.4.b. Tolerancias de ejecución

- Desplazamiento de apoyos 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, es decir la distancia entre el eje de dicho apoyo y la alineación real, debe ser inferior a D/100 + 10, expresada en centímetros.
- Desplazamiento de un apoyo sobre el perfil longitudinal de la línea en relación a su situación prevista. Las distancias de los conductores respecto al terreno deben permanecer como mínimo iguales a las previstas en el Reglamento y no deben aparecer riesgos de ahorcamientos, ni esfuerzos longitudinales superiores a los previstos en alineación.
- Verticalidad de los apoyos. En apoyos de alineación se admite una tolerancia del 0,2 % sobre la altura del apoyo.

5. MEDICIONES .

A continuación se muestra las mediciones de la línea aérea y subterránea y de la subestación.

5.1. Mediciones Línea aérea y subterránea

	Ud
Línea aérea AT	
001 Conductor LA-180	300.000 m.l
002 Conductor fibra óptica OPGW48	50.000 m.l
003 Apoyo AL-2-4-132kV	50 ud
004 Apoyo Al-3-4-132KV	2 ud
005 Apoyo AM-1-4-132kV	68 ud
006 Apoyo Am-2-4-132kV	1 ud
007 Apoyo AM-3-4-132kV	8 ud
008 Apoyo AM 4-4-132kV	7 ud
009 Apoyo AG-1-4-132kV	3 ud
010 Apoyo AG-2-4-132kV	16 ud
011 Apoyo AG-3-4-132kV	2 ud
012 Apoyo FL-2-4-132kV	11 ud
013 Apoyo AM-1-5,5-132kV	4 ud
014 Apoyo AG-1-5,5-132kV	1 ud
015 Apoyo AG-2-5,5-132kV	1 ud
016 Apoyo AG-3-5,5-132kV	1 ud
017 Cadena Anclaje Simple Vidrio	70 ud
018 Cadena Anclaje Doble Vidrio	33 ud
019 Cadena Suspensión Simple Vidrio	54 ud
020 Cadena Suspensión Doble Vidrio	18 ud

Linea subterránea AT

		Ud
021	Conductor SILEC RHZ1-RA+2OL AL H120	90 m.l.
022	Terminales APECB 1452P	1 ud
023	Montaje autoválvulas	6 ud

Obra civil y montaje

		Ud
024	Replanteo apoyos	175 ud
025	Desbroce y retirada de terreno, eliminación de tocones. Compactado del terreno hasta alcanzar el 75%	4400 m2
026	Excavación de apoyos	8595,2 m3
027	Hormigonado de apoyo	9095 m3
028	Puesta a tierra de apoyos	175 ud
029	Tendido de conducto fase tierra	44 km
030	Protección Avifauna	1 ud
031	Canalización subterránea incluida parte proporcional de tubo, hormigonado y acabado superficial	25 m.l

5.2. Mediciones Subestación

Bancada de transformadores y depósitos de recogida de aceite

		Ud
001	Bancada de transformador de potencia 132/66 kV	2 ud
002	Depósito recogida aceite	1 ud

		Ud
	Suministro de equipos estratégicos	
003	Transformador de potencia de 31MVA de relación 132/66kV	2 ud

		Ud
	Suministro de equipos principales	
004	Transformador de tensión de 132kV	12 ud
005	Transformador de tensión de 66kV	6 ud
006	Autoválvula 132 kV	12 ud
007	Autoválvula 66 kV	6 ud
008	Aislador de 132kV	18 ud
009	Aislador de 66kV	22 ud
010	Armario de servicios auxiliares	4 ud
011	Armario de control y protección	4 ud
012	Armario de servicios generales	1 ud
013	Armario de comunicaciones	1 ud
014	Módulo Híbrido PAS M0145	6 ud
015	Módulo Híbrido	6 ud

		Ud
	Suministros de conductores y piezas de conexión	
016	Conductor de Tubo Embarrado principal 132kV	168 m.l
017	Conductor de Tubo Embarrado secundario 132kV	100 m.l
018	Conductor de Tubo Embarrado principal 66kV	192 m.l
019	Conductor de Tubo Embarrado secundario 66kV	35 m.l
020	Cadena de aislador para cable SIMPLEX	27 ud
021	Cadena de aislador para cable DUPLEX	24 ud

Suministro de estructuras

		Ud
022	Pilar de pórtico de línea de 132kV	16 ud
023	Pilar de pórtico de línea de 66kV	6 ud
024	Dintel de pórtico de línea de 132kV	8 ud
025	Dintel de pórtico de línea de 66kV	3 ud
026	Sopórte metálico para autoválvula de 132kV	12 ud
027	Sopórte metálico para autoválvula de 66kV	12 ud
028	Sopórte metálicoo para transformador de tensión de 132kV	12 ud
029	Sopórte metálicoo para transformador de tensión de 66kV	12 ud
030	Soporte metálico para aisladores de barras principales de 132kV	14 ud
031	Soporte metálico para aisladores de barras principales de 66kV	12 ud
032	Soporte metálico para aisladores de barras secundarias de 132kV	36 ud
033	Soporte metálico para aisladores de barras secundarias de 66kV	320 ud

Sistema de red de tierras

		Ud
034	Cable de Cu desnudo para tierras de 120 mm2	13107 m.l
035	Soldadura aluminotérmica de cable a cable	4900 ud
036	Pieza de conexión a la red de tierras por estructuras y soportes de aparamentas	92 ud

Cierre y señalización

		Ud
037	Cierre de 2,2 altura formado por cimentación de apoyo de hormigón armado y postes metálicos de perfil circular	480 m.l
038	Material de señalización para exterior e interior de la instalación	1 ud
039	Suministro y colocación de puerta metálica corredera	1 ud

Ud

Acondicionamiento del terreno

040	Desbroce y retirada de terreno, eliminación de tocones. Compactado del terreno hasta alcanzar el 75%	14000	m2

Ud

Movimiento de tierras y excavaciones

041	Excavación y limpieza del terreno hasta la cota requerida.	14000	m2
042	Suministro y relleno en superficie con zahorra, compactada en capas, regado y compactado al 95%	14000	m2

Ud

Viales y accesos

043	Vial de acceso a la subestación. Incluye la excavación , suministro y colocación de las distintas capas constituyentes	300	m2
044	Vial interior de la subestación. Incluye la excavación, suministro y colocación de las distintas capas constituyentes. Suministro y colocación de bordillos lateral de hormigón prefabricados.	2500	m2

Ud

Edificios de control

045	Edificio principal de control. Incluida la obra civil, excavación, cimentaciones. Aseos, abastecimiento, desagües y aceras.	1	ud

		Ud
	Cimentaciones	
046	Cimentación para autoválvula de 132kV	12 ud
047	Cimentación PASS 132kV	6 ud
048	Cimentación para trasformadores de tensión 132kV	12 ud
049	Cimentación para aisladores de barras principales 132kV	14 ud
050	Cimentación para aisladores de barras secundarias 132kV	12 ud
051	Cimentación pararrayos 132kV	2 ud
052	Cimentación para autoválvula de 66kV	12 ud
053	Cimentación PASS 66kV	8 ud
054	Cimentación para trasformadores de tensión 66kV	14 ud
055	Cimentación para aisladores de barras principales 66kV	12 ud
056	Cimentación para aisladores de barras secundarias 66kV	20 ud
057	Cimentación pararrayos 66kV	2 ud

		Ud
	Montaje electromecánico	
058	Montaje del total de la obra electromecánica	1 ud

6. PRESUPUESTO .

A continuación se muestran los presupuestos de la línea aérea y subterránea y de la subestación. Todos los precios llevan aplicados el IVA correspondiente.

6.1. Presupuesto Línea aérea y subterránea

	Ud		Precio/Ud	Precio Total
Línea aérea AT				
001 Conductor LA-180	300.000	m.l	5	1500000
002 Conductor fibra óptica OPGW48	50.000	m.l	1,65	82500
003 Apoyo AL-2-4-132kV	50	ud	6500	325000
004 Apoyo Al-3-4-132KV	2	ud	7000	14000
005 Apoyo AM-1-4-132kV	68	ud	6000	408000
006 Apoyo Am-2-4-132kV	1	ud	8500	8500
007 Apoyo AM-3-4-132kV	8	ud	9600	76800
008 Apoyo AM 4-4-132kV	7	ud	10500	73500
009 Apoyo AG-1-4-132kV	3	ud	12000	36000
010 Apoyo AG-2-4-132kV	16	ud	11000	176000
011 Apoyo AG-3-4-132kV	2	ud	14000	28000
012 Apoyo FL-2-4-132kV	11	ud	14500	159500
013 Apoyo AM-1-5,5-132kV	4	ud	7000	28000
014 Apoyo AG-1-5,5-132kV	1	ud	13500	13500
015 Apoyo AG-2-5,5-132kV	1	ud	12500	12500
016 Apoyo AG-3-5,5-132kV	1	ud	15500	15500
017 Cadena Anclaje Simple Vidrio	70	ud	86	6020
018 Cadena Anclaje Doble Vidrio	33	ud	154	5082
019 Cadena Suspensión Simple Vidrio	54	ud	76	4104
020 Cadena Suspensión Doble Vidrio	18	ud	121	2178

Linea subterránea AT

		Ud		Precio/Ud	Precio Total
021	Conductor SILEC RHZ1-RA+2OL AL H120	90	m.l.	15	1350
022	Terminales APECB 1452P	1	ud	30000	30000
023	Montaje autoválvulas	6	ud	4000	24000

Obra civil y montaje

		Ud		Precio/Ud	Precio Total
024	Replanteo apoyos	175	ud	85	14875
025	Desbroce y retirada de terreno, eliminación de tocones. Compactado del terreno hasta alcanzar el 75%	4400	m2	5,3	23320
026	Excavación de apoyos	8595,2	m3	46	395379,2
027	Hormigonado de apoyo	9095	m3	75	682125
028	Puesta a tierra de apoyos	175	ud	355	62125
029	Tendido de conducto fase tierra	44	km	3800	167200
030	Protección Avifauna	1	ud	3500	3500
031	Canalización subterránea incluida parte proporcional de tubo, hormigonado y acabado superficial	25	m.l	172	4300

Total	4382858,2 €
Imprevistos	219142,91 €
Total presupuesto líneas	***4602001,1 €***

6.2. Presupuesto Subestación

		Ud	Precio/Ud	Precio Total
Bancada de transformadores y depósitos de recogida de aceite				
001	Bancada de transformador de potencia 132/66 kV	2 ud	46900	93800
002	Depósito recogida aceite	1 ud	10000	10000

		Ud	Precio/Ud	Precio Total
Suministro de equipos estratégicos				
003	Transformador de potencia de 31MVA de relación 132/66kV	2 ud	1300000	2600000

		Ud	Precio/Ud	Precio Total
Suministro de equipos principales				
004	Trasnformador de tensión 132kV	12 ud	8500	102000
005	Trasnformador de tensión de 66kV	6 ud	3900	23400
006	autoválvula 132 kV	12 ud	5600	67200
007	autoválvula 66 kV	6 ud	1600	9600
008	Aislador de 132kV	18 ud	2160	38880
009	Aislador de 66kV	22 ud	540	11880
010	Armario de servicios auxiliares	4 ud	17000	68000
011	Armario de control y protección	4 ud	24000	96000
012	Armario de servicios generales	1 ud	29000	29000
013	Armario de comunicaciones	1 ud	38000	38000
014	Módulo Híbrido PAS M0145	6 ud	220000	1320000
015	Módulo Híbrido	6 ud	165000	990000

		Ud		Precio/Ud	Precio Total
Suministros de conductores y piezas de conexión					
016	Conductor de Tubo Embarrado principal 132kV	168	m.l	42	7056
017	Conductor de Tubo Embarrado secundario 132kV	100	m.l	29,4	2940
018	Conductor de Tubo Embarrado principal 66kV	192	m.l	40	7680
019	Conductor de Tubo Embarrado secundario 66kV	35	m.l	27,8	973
020	Cadena de aislador para cable SIMPLEX	27	ud	265	7155
021	Cadena de aislador para cable DUPLEX	24	ud	365	8760

		Ud		Precio/Ud	Precio Total
Suministro de estructuras					
022	Pilar de pórtico de línea de 132kV	16	ud	3300	52800
023	Pilar de pórtico de línea de 66kV	6	ud	2300	13800
024	Dintel de pórtico de línea de 132kV	8	ud	1700	13600
025	Dintel de pórtico de línea de 66kV	3	ud	1200	3600
026	Soporte metálico para autoválvula de 132kV	12	ud	1360	16320
027	Soporte metálico para autoválvula de 66kV	12	ud	1000	12000
028	Soporte metálico para transformador de tensión de 132kV	12	ud	1200	14400
029	Soporte metálico para transformador de tensión de 66kV	12	ud	1060	12720
030	Soporte metálico para aisladores de barras principales de 132kV	14	ud	1300	18200
031	Soporte metálico para aisladores de barras principales de 66kV	12	ud	1400	16800
032	Soporte metálico para aisladores de barras secundarias de 132kV	36	ud	1200	43200
033	Soporte metálico para aisladores de barras secundarias de 66kV	320	ud	347	111040

		Ud		Precio/Ud	Precio Total
Sistema de red de tierras					
034	Cable de Cu desnudo para tierras de 120 mm2	13107	m.l	6,4	83884,8
035	Soldadura aluminotérmica de cable a cable	4900	ud	40	196000
036	Pieza de conexión a la red de tierras por estructuras y soportes de aparamentas	92	ud	19,5	1794

		Ud		Precio/Ud	Precio Total
Cierre y señalización					
037	Cierre de 2,2 altura formado por cimentación de apoyo de hormigón armado y postes metálicos de perfil circular	480	m.l	75	36000
038	Material de señalización para exterior e interior de la instalación	1	ud	464	464
039	Suministro y colocación de puerta metálica corredera	1	ud	7000	7000

		Ud		Precio/Ud	Precio Total
Acondicionamiento del terreno					
040	Desbroce y retirada de terreno, eliminación de tocones. Compactado del terreno hasta alcanzar el 75%	14000	m2	5,3	74200

		Ud		Precio/Ud	Precio Total
Movimiento de tierras y excavaciones					
041	Excavación y limpieza del terreno hasta la cota requerida.	14000	m2	3,65	51100
042	Suministro y relleno en superficie con zahorra, compactada en capas, regado y compactado al 95%	14000	m2	3,5	49000

		Ud		Precio/Ud	Precio Total
	Viales y accesos				
043	Vial de acceso a la subestación. Incluye la excavación , suministro y colocación de las distintas capas constituyentes	300	m2	24	7200
044	Vial interior de la subestación. Incluye la excavación, suministro y colocación de las distintas capas constituyentes. Suministro y colocación de bordillos lateral de hormigon prefabricados.	2500	m2	32	80000

		Ud		Precio/Ud	Precio Total
	Edificios de control				
045	Edificio principal de control. Incluida la obra civil, excavación, cimentaciones. Aseos, abastecimiento, desagües y aceras.	1	ud	250000	250000

		Ud		Precio/Ud	Precio Total
	Cimentaciones				
046	Cimentación para autoválvula de 132kV	12	ud	500	6000
047	Cimentación PASS 132kV	6	ud	600	3600
048	Cimentación para trasformadores de tensión 132kV	12	ud	400	4800
049	Cimentación para aisladores de barras principales 132kV	14	ud	490	6860
050	Cimentación para aisladores de barras secundarias 132kV	12	ud	390	4680
051	Cimentación pararrayos 132kV	2	ud	300	600
052	Cimentación para autoválvula de 66kV	12	ud	450	5400
053	Cimentación PASS 66kV	8	ud	450	3600
054	Cimentación para trasformadores de tensión 66kV	14	ud	450	6300
055	Cimentación para aisladores de barras principales 66kV	12	ud	450	5400
056	Cimentación para aisladores de barras secundarias 66kV	20	ud	450	9000
057	Cimentación pararrayos 66kV	2	ud	270	540

		Ud	Precio/Ud	Precio Total
Montaje electromecánico				
058	Montaje del total de la obra electromecánica	1 ud	200000	200000

Total	6954226,8 €
Imprevistos	347711,34 €
Total presupuesto subestación	***7301938,1 €***

6.3. Presupuesto del Proyecto

Total presupuesto Líneas	4602001,1 €
Total presupuesto Subestación	7301938,1 €
Total presupuesto Seguridad y Salud	62976,533 €

Total	***11966916 €***