

**MODIFICACIÓN DEL PROYECTO**  
**LAAT 220 KV SC DE SET RUEDA OESTE 220/30 KV**  
**A SET PRE-RUEDA 400/220 KV**



INDICE

|  |          |
|--|----------|
| <b>1. MEMORIA .....</b>  | <b>1</b> |
| 1.1. Antecedentes .....  | 2        |
| 1.2. Objeto .....  | 3        |
| 1.3. Peticionario y compañía suministradora .....                          | 3        |
| 1.4. Normativa aplicable .....   | 3        |
| 1.5. Emplazamiento .....   | 4        |
| 1.6. Descripción del trazado de la línea .....                             | 5        |
| 1.6.1. Relación cruzamientos proyecto .....                                | 8        |
| 1.6.2. Relación de paralelismos proyecto .....                             | 11       |
| 1.7. Relación de Organismos afectados .....                                | 12       |
| 1.7.1. Relación cruzamientos y paralelismos por Organismos afectados ..... | 12       |
| 1.7.1.1. Confederación Hidrográfica del Ebro .....                         | 12       |
| 1.7.1.2. Dirección General de Carreteras del Gobierno de Aragón .....      | 12       |
| 1.7.1.3. Red Eléctrica de España .....                                     | 12       |
| 1.7.1.4. Endesa Distribución Eléctrica S.L. ....                           | 13       |
| 1.7.1.5. Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF) .....       | 13       |
| 1.7.1.6. Instituto Aragonés de Gestión Ambiental (INAGA) .....             | 13       |
| 1.8. Coordenadas de los apoyos de la línea .....                           | 14       |
| 1.9. Descripción de la instalación .....                                   | 15       |
| 1.9.1. Características generales .....                                     | 15       |
| 1.9.2. Características de los materiales .....                             | 16       |
| 1.9.2.1. Conductores .....   | 16       |
| 1.9.2.2. Cable tierra .....  | 16       |
| 1.9.2.3. Aislamiento .....   | 17       |
| 1.9.2.4. Herrajes .....  | 18       |
| 1.9.2.5. Apoyos y cimentaciones .....                                      | 18       |
| 1.9.2.6. Puesta a tierra .....   | 25       |
| 1.9.2.7. Numeración y aviso de peligro .....                               | 25       |
| 1.9.2.8. Antivibradores .....  | 26       |
| 1.9.2.9. Dispositivos salvapájaros .....                                   | 26       |
| 1.10. Cálculos .....   | 27       |
| 1.10.1. Cálculo eléctrico .....  | 27       |
| 1.10.1.1. Características generales .....                                  | 27       |
| 1.10.1.2. Características del conductor .....                              | 27       |
| 1.10.1.3. Condiciones ambientales del proyecto .....                       | 28       |
| 1.10.1.4. Resistencia .....  | 28       |
| 1.10.1.5. Reactancia .....   | 29       |
| 1.10.1.6. Susceptancia .....   | 30       |
| 1.10.1.7. Conductancia .....   | 31       |
| 1.10.1.8. Ecuaciones de parámetros distribuidos de la línea .....          | 31       |
| 1.10.1.9. Impedancias secuenciales .....                                   | 32       |
| 1.10.1.10. Equivalente en $\pi$ de la línea .....                          | 36       |
| 1.10.1.11. Caída de tensión .....  | 36       |

|   |     |
|---|-----|
| 1.10.1.12. Potencia máxima de transporte .....                      | 38  |
| 1.10.1.1. Efecto corona .....                                       | 40  |
| 1.10.1.2. Pérdidas de potencia .....                                | 42  |
| 1.10.1.3. Campo Eléctrico en las proximidades de la línea .....     | 43  |
| 1.10.1.4. Nivel de ruido audible .....                              | 44  |
| 1.10.1.5. Potencia de transporte en función de temperatura.....     | 45  |
| 1.10.1.6. Potencia máxima de transporte por estaciones del año..... | 51  |
| 1.10.1.7. Aislamiento.....  | 53  |
| 1.10.2. Cálculo mecánico de conductores .....                       | 56  |
| 1.10.2.1. Características de la línea .....                         | 56  |
| 1.10.2.2. Características del conductor .....                       | 56  |
| 1.10.2.3. Acciones consideradas .....                               | 56  |
| 1.10.2.4. Hipótesis de partida .....                                | 57  |
| 1.10.2.5. Hipótesis de cálculo .....                                | 58  |
| 1.10.2.6. Vano ideal de regulación .....                            | 59  |
| 1.10.2.7. Comparación de hipótesis .....                            | 61  |
| 1.10.2.8. Tabla de regulación .....                                 | 63  |
| 1.10.2.9. Distancias.....   | 70  |
| 1.10.3. Distancia entre conductores.....                            | 76  |
| 1.10.4. Cálculo mecánico del cable de fibra óptica.....             | 77  |
| 1.10.4.1. Características de la línea .....                         | 77  |
| 1.10.4.2. Características del cable de fibra óptica .....           | 77  |
| 1.10.4.3. Acciones consideradas .....                               | 77  |
| 1.10.4.4. Hipótesis de partida .....                                | 78  |
| 1.10.4.5. Hipótesis de cálculo .....                                | 79  |
| 1.10.4.6. Vano ideal de regulación .....                            | 80  |
| 1.10.4.7. Comparación de hipótesis .....                            | 82  |
| 1.10.4.8. Tabla de regulación .....                                 | 84  |
| 1.10.5. Cálculo mecánico de apoyos .....                            | 94  |
| 1.10.5.1. Hipótesis normales .....                                  | 94  |
| 1.10.5.2. Hipótesis anormales .....                                 | 102 |
| 1.10.5.3. Tablas de resultados.....                                 | 105 |
| 1.10.6. Cálculo mecánico de cimentaciones.....                      | 117 |
| 1.10.6.1. Comprobación al arranque .....                            | 117 |
| 1.10.6.2. Comprobación a la compresión .....                        | 117 |
| 1.10.6.3. Cimentaciones fraccionadas.....                           | 118 |
| 1.10.6.4. Cimentaciones monobloque .....                            | 121 |
| 1.10.6.5. Dimensiones propuestas .....                              | 123 |
| 1.10.7. Puesta a tierra .....                                       | 124 |
| 1.10.7.1. Electrodo de puesta a tierra .....                        | 125 |
| 1.10.7.2. Línea de tierra .....                                     | 125 |
| 1.11. Prescripciones especiales .....                               | 128 |
| 1.11.1. Cruzamientos .....  | 128 |
| 1.11.1.1. Líneas eléctricas y de telecomunicación .....             | 128 |

|   |            |
|---|------------|
| 1.11.1.2. Terreno, caminos, sendas y cursos de agua no navegables ..... | 129        |
| 1.11.1.3. Carreteras y ferrocarriles sin electrificar .....             | 129        |
| 1.11.1.4. Cañadas, coladas y vías pecuarias .....                       | 129        |
| 1.11.1.5. Ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses .....     | 129        |
| 1.11.2. Paralelismos .....  | 130        |
| 1.11.2.1. Líneas eléctricas aéreas .....                                | 130        |
| 1.11.2.2. Ferrocarriles electrificados .....                            | 130        |
| 1.12. Seguridad y Salud .....   | 131        |
| 1.13. Relación de Bienes y Derecho Afectados .....                      | 131        |
| 1.14. Cronograma .....  | 131        |
| 1.15. Conclusión .....  | 133        |
| <b>2. PLIEGO DE CONDICIONES TECNICAS .....</b>                          | <b>134</b> |
| 2.1. Objeto y campo de aplicación .....                                 | 135        |
| 2.2. Normativa aplicable .....  | 135        |
| 2.3. Replanteo y medición .....   | 135        |
| 2.4. Ejecución del trabajo .....  | 135        |
| 2.4.1. Líneas Aéreas .....  | 135        |
| 2.4.1.1. Accesos a la situación de los apoyos .....                     | 135        |
| 2.4.1.2. Trabajos en los cruzamientos .....                             | 135        |
| 2.4.1.3. Apertura de pozos .....  | 136        |
| 2.4.1.4. Transporte y acopio a pie de pozo .....                        | 136        |
| 2.4.1.5. Cimentaciones .....  | 137        |
| 2.4.1.6. Armado de apoyos .....   | 138        |
| 2.4.1.7. Protección de las superficies metálicas .....                  | 138        |
| 2.4.1.8. Izado de apoyos .....  | 138        |
| 2.4.1.9. Tendido, empalme, tensado y retencionado .....                 | 139        |
| 2.4.1.10. Reposición del terreno .....                                  | 142        |
| 2.4.1.11. Numeración de apoyos. Avisos de peligro eléctrico .....       | 142        |
| 2.4.1.12. Puesta a tierra .....   | 142        |
| 2.5. Materiales .....   | 143        |
| 2.5.1. Apoyos .....   | 143        |
| 2.5.2. Herrajes .....   | 143        |
| 2.5.3. Aisladores .....   | 143        |
| 2.5.4. Conductor .....  | 143        |
| 2.5.5. Salvapájaros .....   | 144        |
| 2.5.6. Señalizaciones diurnas (bolas) .....                             | 144        |
| 2.6. Recepción de obra .....  | 144        |
| 2.6.1. Calidad de cimentaciones .....                                   | 144        |
| 2.6.2. Tolerancias de ejecución .....                                   | 144        |
| 2.6.2.1. Desplazamiento de apoyos sobre su alineación. ....             | 144        |
| 2.6.2.2. Desplazamiento de un apoyo sobre el perfil longitudinal .....  | 144        |
| 2.6.2.3. Verticalidad de los apoyos. ....                               | 145        |
| 2.6.2.4. Altura de flechas. ....  | 145        |
| 2.6.2.5. Estado y colocación de los aisladores y herrajes. ....         | 145        |

|  |            |
|--|------------|
| 2.6.2.6. Distancias a masa.....                      | 147        |
| 2.7. Plan de seguridad y salud de la obra.....       | 147        |
| 2.8. Planning de ejecución de la obra.....           | 147        |
| 2.9. Dirección de obra.....                          | 148        |
| <b>3. PLANOS.....</b>                                | <b>150</b> |
| 3.1. Lista de planos.....                            | 151        |
| <b>4. PRESUPUESTO .....</b>                          | <b>152</b> |
| 4.1. Presupuesto.....                                | 153        |
| 4.1.1. Suministro equipos eléctricos .....           | 153        |
| 4.1.2. Montaje equipos eléctricos aéreos.....        | 155        |
| 4.1.3. Ejecución material de la obra .....           | 157        |
| 4.1.4. Resumen de presupuestos .....                 | 158        |
| <b>5. ANEXOS .....</b>                               | <b>159</b> |
| <b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....</b>             | <b>160</b> |
| <b>ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS .....</b>          | <b>161</b> |
| <b>RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS .....</b> | <b>162</b> |

## 1. MEMORIA

## 1.1. Antecedentes

Compañía Energética Aragonesa de Renovable, S.L, en adelante CEAR, con C.I.F B-99371239, es una sociedad cuyo objetivo es el desarrollo de proyectos de energías renovables.

CEAR proyecta desarrollar la línea aérea de alta tensión LAAT 220 kV SET RUEDA OESTE 220/30 kV - SET PRE-RUEDA 400/220 kV que transcurre por los términos municipales de Épila, Lumpiaque y Rueda de Jalón, provincia de Zaragoza.

Esta línea parte desde la subestación SET RUEDA OESTE 220/30 kV, en la que evacuan los proyectos PE Rueda Sur Wind 1 (45 MW), PE Rueda Sur Wind 2 (45 MW) y PFV Rueda Sur Solar 1 (30 MWp / 27 MW) ambos desarrollados por CEAR, transportando la energía producida a través de un simple circuito de 220kV en el lado oeste hasta el apoyo nº DC1 en el cual se une otra línea de 220kV en el lado este denominada LAAT 220KV SET RUEDA ESTE 220/30 kV - SET PRE-RUEDA 400/220 kV, la cual transporta la energía generada por los proyectos PE Rueda Sur Wind 3 y PFV Rueda Sur Solar, todos desarrollados por CEAR. Ambas líneas forman una Y, de forma que los circuitos Este y Oeste, convergen en un punto donde el apoyo cambia para albergar en un mismo trazado un doble circuito hasta la entrada sur de la subestación SET PRE-RUEDA 400/220 kV. La entrada sur de los circuitos Este y Oeste a dicha subestación se produce en dos posiciones en barras 220 kV, una para cada uno de ellos.

Asimismo, y de forma análoga, la subestación PRE-RUEDA se comparte con otros proyectos procedentes del Grupo Jorge y cuya conexión a la misma se realiza de forma simétrica desde el norte. Finalmente, de la SET PRE-RUEDA, sale una línea de 400kV hasta la Subestación de conexión Rueda de Jalón 400kV (REE). Ambos proyectos de SET PRE-RUEDA y LAAT 400kV son objeto de otros proyectos.

Tras el proceso de exposición pública del PROYECTO LAAT 220 kV SET RUEDA OESTE 220/30 kV – SET PRE-RUEDA 400/220 kV, CEAR recibe una serie de comentarios y alegaciones de los organismos afectados que provocan la necesidad de realizar una modificación del trazado propuesto inicialmente.

El proyecto LAAT 220 kV SET RUEDA OESTE 220/30 kV fue firmado por el Ingeniero Javier Sanz Osorio colegiado nº 6.134 del Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos de Aragón y visado con fecha 10/12/2020 bajo el número VIZA207336. Su presupuesto ascendía a 1.353.348,74 euros. Las infraestructuras descritas en esta modificación de proyecto sustituyen a las del proyecto original.

La compañía CEAR inició en diciembre de 2020 el procedimiento de solicitud Administrativa Previa y de Construcción y la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) del proyecto de SET RUEDA OESTE 30/220 kV y LAAT 220 kV DESDE SET RUEDA OESTE – SET PRE-RUEDA 220/400 kV (correspondiéndole el número de expediente “**AT 2021/003**”). Junto a la solicitud se adjuntaron tanto el proyecto técnico administrativo de la LAAT 220 kV DESDE SET RUEDA OESTE – SET PRE-RUEDA 220/400 kV, como su correspondiente Estudio de Impacto Ambiental- EsIA.

Posteriormente, CEAR solicita el cambio de titularidad del proyecto a favor de la sociedad vehículo RUEDA SUR Wind 2, S.L. con CIF B-06825566; a lo que la Dirección General de Energía y Minas del Gobierno de Aragón muestra su conformidad.

El presente documento supone una modificación del trazado de dicha línea planteada en el PROYECTO DE LAAT 220 kV SC SET RUEDA OESTE 220/30 kV – SET PRE-RUEDA 400/220 kV.



## 1.2. Objeto

El objeto del presente DOCUMENTO incluye el estudio, descripción y valoración de la modificación realizada sobre el proyecto de la LAAT 220 kV SC SET RUEDA OESTE 220/30 kV - SET PRE RUEDA 400/220 kV y que permita la evacuación de la energía eléctrica generada en los parques PE Rueda Sur Wind 1 (45MW), PE Rueda Sur Wind 2 (45 MW) y PFV Rueda Sur Solar 1 (27 MW).

Esta MODIFICACIÓN está de acuerdo con lo dispuesto en la ley 24/2013 de 26 de diciembre del Sector Eléctrico, para informar a la Administración sobre las características de la línea a fin de obtener las correspondientes autorizaciones.

A tal efecto, la MODIFICACIÓN DEL PROYECTO tiene en cuenta las normas que el ministerio de Industria y Energía da en el Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión, conforme Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero de 2008 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.

El objeto de la presente MODIFICACIÓN DEL PROYECTO es obtener su Autorización Administrativa Previa y Aprobación como Proyecto de Ejecución.

## 1.3. Peticionario y compañía suministradora

El petitionerio del proyecto es sociedad RUEDA SUR WIND 2, S.L. con C.I.F B-06825566, el cuál resultará titular de la instalación una vez obtenga de la Administración competente las respectivas autorizaciones.

### **RUEDA SUR WIND 2, S.L.**

CIF: B-06825566

Domicilio social: Paseo Sagasta 72, 4º izda, Zaragoza (50006)

Persona de contacto: Cristina Forastieri

Teléfono de contacto: 976 235 502

e-mail: [cristina@cear-renovables.com](mailto:cristina@cear-renovables.com)

## 1.4. Normativa aplicable

- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITCRAT 01 a 23.
- RD 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.

- Normalización Nacional. Normas UNE y especificaciones técnicas de obligado cumplimiento según la Instrucción Técnica Complementaria ITC-LAT 02.
- Recomendaciones UNESA.
- 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.
- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- 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.
- Recomendaciones CIGRÉ.
- Recomendaciones IEEE.
- Normativa IEC.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1997 sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.

### 1.5. Emplazamiento

Tal como se muestra en el plano de situación la instalación está ubicada en la provincia de Zaragoza, y discurre por el municipio de Épila, Lumpiaque y Rueda de Jalón.



## 1.6. Descripción del trazado de la línea

La línea aérea original objeto del PROYECTO LAAT 220 kV SET RUEDA OESTE 220/30 kV – SET PRE-RUEDA 400/220 kV presentaba una longitud total aproximada de 6.276,00 metros.

La línea objeto de esta MODIFICACIÓN DE PROYECTO, tiene una longitud de 6.322,66 metros. Su origen es SET RUEDA OESTE 220/30 kV (coordenadas X=638.738 Y=4.607.802 / UTM ETRS89 Huso 30), y el final de la línea será SET PRE-RUEDA 400/220 kV (coordenadas X=642.305 Y=4.612.068 / UTM ETRS89 Huso 30).

El trazado discurre desde la SET RUEDA OESTE y se compone de 10 vértices hasta llegar a la SET PRE-RUEDA.

La línea de evacuación LAAT 220 kV SET RUEDA OESTE 220/30 kV – SET PRE-RUEDA 400/220 kV comparte el final de su trazado, de 3.628,76 metros de longitud, con la línea de evacuación LAAT 220 kV SET RUEDA ESTE 220/30 kV– SET PRE-RUEDA 400/220 kV.

Tras el estudio de Relación de Bienes y Derechos Afectados las superficies afectadas por la instalación de la línea son de 32.000,00 m<sup>2</sup> de superficie de ocupación temporal y de 63.674,75 m<sup>2</sup> de superficie de ocupación permanente.

La línea objeto de esta MODIFICACIÓN DE PROYECTO produce una afección en su vano N°20 entre los apoyos DC10 y DC11 sobre una línea de 45 kV de Endesa Distribución Eléctrica S.L. al realizar el cruzamiento.

Este cruzamiento no se ha tenido en cuenta en la presente MODIFICACIÓN DE PROYECTO debido a que dicha línea de Endesa Distribución Eléctrica S.L. va a ser retranqueada de tal manera que no se producirá afección sobre la misma.

A continuación se describe la línea por tramos:

- **Tramo N°1:** SET RUEDA OESTE 220/30 kV a apoyo N° DC1 LAAT 220 KV SC SET RUEDA OESTE 220/30 kV – SET PRE RUEDA 400/220 kV.
  - Trazado aéreo de 2.693,90 metros de longitud.
  - Conductor AAAC A3 400.
  - Configuración simple circuito simplex en tresbolillo.
- **Tramo N°2:** Apoyo N° DC1 LAAT 220 KV SC SET RUEDA OESTE 220/30 kV - SET PRE-RUEDA 400/220 kV a SET PRE-RUEDA 400/220 kV.
  - Trazado aéreo de 3.628,76 metros de longitud.
  - Conductor AAAC A3 400.
  - Configuración doble circuito simplex en bandera para el tramo de doble circuito en donde la línea comparte apoyos con la LAAT 220kV SET RUEDA ESTE 220/30kV – SET PRE-RUEDA 400/220kV, siendo el segundo circuito el de la LAAT 220kV SET RUEDA ESTE 220/30kV – SET PRE-RUEDA 400/220kV.

A continuación se muestran los municipios por los que discurre la línea y los cruza-  
mientos existentes en cada municipio por alineaciones:

Provincia: ZARAGOZA

Término municipal: Épila

Longitud: 2.877,66 m

| Nº Alineación | Apoyo inicial | Apoyo final | Ángulo con siguiente alineación (g) | Longitud (m) | Cruzamientos  |
|---------------|---------------|-------------|-------------------------------------|--------------|---|
| 1             | PÓRTICO       | SC1         | 188,72                              | 31,00        | -   |
| 2             | SC1           | SC3         | 141,67                              | 686,62       | Nº1 CAMINO S/N<br>Nº2 CAMINO S/N  |
| 3             | SC3           | SC8         | 246,80                              | 1.507,72     | Nº3 CORDEL DE LA LLANA<br>Nº4 CAMINO S/N<br>Nº5 LMT 15 KV<br>Nº6 CAMINO S/N<br>Nº7 CORDEL DE LA LLANA |
| 4             | SC8           | SC9         | 180,71                              | 168,84       | Nº8 CAMINO S/N<br>Nº9 LAT 220KV JAL-VOS2/JAL-VOS1   |
| 5             | SC9           | DC1         | 142,29                              | 299,72       | Nº10 AVE MADRID-ZGZ-BCN PK:265.347<br>Nº11 CAMINO S/N   |
| 6             | DC1           | DC4         | -                                   | 183,76       | -   |

Provincia: ZARAGOZA

Término municipal: Lumpiaque

Longitud: 2.155,89 m

| Nº Alineación | Apoyo inicial | Apoyo final | Ángulo con siguiente alineación (g) | Longitud (m) | Cruzamientos   |
|---------------|---------------|-------------|-------------------------------------|--------------|--|
| 6             | DC1           | DC4         | 226,44                              | 968,50       | Nº12 CAMINO DEL CARRASCAL<br>Nº13 ACEQUIA S/N<br>Nº14 ACEQUIA S/N<br>Nº15 CRTA- A-122 PK:21.458<br>Nº16 ACEQUIA S/N<br>Nº17 BARRANCO DEL RANÉ<br>Nº18 CAMINO DEL CEMENTERIO<br>Nº19 CAMINO S/N |
| 7             | DC4           | DC5         | 165,16                              | 265,20       | Nº20 CAMINO DEL COLLADO<br>Nº21 CAMINO S/N   |
| 8             | DC5           | DC6         | 221,73                              | 254,50       | Nº22 CRTA. A-122 PK:20.725<br>Nº23 CAMINO S/N<br>Nº24 CAMINO S/N   |
| 9             | DC6           | DC9         | -                                   | 667,69       | Nº25 CAMINO S/N<br>Nº26 CAMINO DE LAS HERAS  |

Provincia: ZARAGOZA

Término municipal: Rueda de Jalón

Longitud: 1.289,11 m

| Nº Alineación | Apoyo inicial | Apoyo final | Ángulo con siguiente alineación (g) | Longitud (m) | Cruzamientos   |
|---------------|---------------|-------------|-------------------------------------|--------------|--|
| 9             | DC8           | DC9         | 263,95                              | 484,91       | Nº27 CAMINO DEL PLANO  |
| 10            | DC9           | DC11        | 138,17                              | 770,70       | Nº28 LMT 15 KV<br>Nº29 ARROYO S/N<br>Nº30 CRTA. A-1303 PK:30.879<br>Nº31 VEREDA DE RUEDA DE JALÓN A HOYA REDONDA O DE LA ANDRESA<br>Nº32 CAMINO DE LA CONDESA DE PEDROLA |
| 11            | DC11          | PÓRTICO     | 0,00                                | 33,50        | -  |

Para la redacción de este proyecto se ha realizado un trabajo de campo, consistente en un estudio de trazado y unas mediciones de campo de precisión con equipos GPS diferencial. Para la validar los cruces con las líneas existentes se han medido las alturas de estas líneas, utilizando los medios adecuados.

Los trabajos han consistido en:

#### ESTUDIO DE TRAZADO LAT

- Estudio de alternativas de trazado, considerando la legislación española aplicable.
- Selección del trazado más adecuado en campo, considerando los condicionantes ambientales que se han identificado.
- Se han considerado los condicionantes impuestos por las infraestructuras existentes.
- Definición y estaquillado de los vértices de la línea, comprobando insitu si existen instalaciones y construcciones que puedan condicionar el trazado de la línea, y comprobando que se ubican en lugares accesibles.

#### LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

- Ubicación de los vértices de la línea, y de los puntos de cruce con infraestructuras, con GPS
- Medición de las alturas de los cables de las líneas que cruza el trazado.

Debido a la imposibilidad de acceder al recinto vallado de las vías del AVE propiedad de ADIF, los trabajos topográficos no se han podido realizar por lo que se ha simulado ese tramo de la línea con el modelo digital del terreno MDT-02 del Centro Nacional de Información Geográfica.

## 1.6.1. Relación cruzamientos proyecto

| Nº Cruzamiento | Apoyo anterior | Apoyo posterior | Longitud vano (m) | Distancia al apoyo más próximo (m) | Distancia al apoyo de la línea que cruza (m) | Distancia vertical teórica (m) | Distancia vertical real (m) | Afección                      | Organismo propietario                          | Coordenadas U.T.M. |           |
|----------------|----------------|-----------------|-------------------|------------------------------------|--|--------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--|--------------------|-----------|
|                |                |                 |                   |                                    |  |                                |                             |                               |  | X                  | Y         |
| 1              | SC1            | SC2             | 331,26            | -                                  | -  | 7,00                           | 14,54                       | CAMINO S/N                    | AYUNTAMIENTO DE ÉPILA                          | 639.030            | 4.607.802 |
| 2              | SC2            | SC3             | 355,36            | -                                  | -  | 7,00                           | 15,45                       | CAMINO S/N                    | AYUNTAMIENTO DE ÉPILA                          | 639.385            | 4.607.808 |
| 3              | SC3            | SC4             | 289,40            | -                                  | -  | 7,00                           | 17,72                       | CORDEL DE LA LLANA            | INSTITUTO ARAGONES DE GESTIÓN AMBIENTAL        | 639.616            | 4.608.027 |
| 4              | SC4            | SC5             | 325,91            | -                                  | -  | 7,00                           | 12,84                       | CAMINO S/N                    | AYUNTAMIENTO DE ÉPILA                          | 639.661            | 4.608.088 |
| 5              | SC5            | SC6             | 292,78            | 5,10                               | 34,20  | 4,50                           | 8,95                        | LMT 15 KV                     | ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA S.L.             | 639.825            | 4.608.311 |
| 6              | SC5            | SC6             | 292,78            | -                                  | -  | 7,00                           | 8,98                        | CAMINO S/N                    | AYUNTAMIENTO DE ÉPILA                          | 639.930            | 4.608.452 |
| 7              | SC7            | SC8             | 294,93            | -                                  | -  | 7,00                           | 42,64                       | CORDEL DE LA LLANA            | INSTITUTO ARAGONES DE GESTIÓN AMBIENTAL        | 640.246            | 4.608.880 |
| 8              | SC8            | SC9             | 168,84            | -                                  | -  | 7,00                           | 44,52                       | CAMINO S/N                    | AYUNTAMIENTO DE ÉPILA                          | 640.404            | 4.609.033 |
| 9              | SC8            | SC9             | 168,84            | 62,90                              | 52,40  | 3,20                           | 4,25                        | LAT 220 JAL-VOS2/JAL-VOS1     | RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA                        | 640.424            | 4.609.037 |
| 10             | SC9            | DC1             | 299,72            | 107,01                             | -  | 5,20                           | 13,31                       | AVE MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA | ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS | 640.668            | 4.609.138 |
| 11             | SC9            | DC1             | 299,72            | -                                  | -  | 7,00                           | 19,61                       | CAMINO S/N                    | AYUNTAMIENTO DE ÉPILA                          | 640.686            | 4.609.090 |

| Nº Cruzamiento | Apoyo anterior | Apoyo posterior | Longitud vano (m) | Distancia al apoyo más próximo (m) | Distancia al apoyo de la línea que cruza (m) | Distancia vertical teórica (m) | Distancia vertical real (m) | Afección              | Organismo propietario                                  | Coordenadas U.T.M. |           |
|----------------|----------------|-----------------|-------------------|------------------------------------|--|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------|--|--------------------|-----------|
|                |                |                 |                   |                                    |  |                                |                             |                       |  | X                  | Y         |
| 12             | DC2            | DC3             | 379,70            | -                                  | -  | 7,00                           | 12,89                       | CAMINO DEL CARRASCAL  | AYUNTAMIENTO DE LUMPIAQUE                              | 640.850            | 4.609.632 |
| 13             | DC2            | DC3             | 379,70            | -                                  | -  | 7,00                           | 18,66                       | ACEQUIA S/N           | AYUNTAMIENTO DE LUMPIAQUE                              | 640.868            | 4.609.740 |
| 14             | DC3            | DC4             | 521,80            | -                                  | -  | 7,00                           | 16,34                       | ACEQUIA S/N           | AYUNTAMIENTO DE LUMIPAQUE                              | 640.897            | 4.609.919 |
| 15             | DC3            | DC4             | 521,80            | 91,30                              | -  | 9,20                           | 12,19                       | CRTA. A-122 PK:21.458 | DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS DEL GOBIERNO DE ARAGON | 640.912            | 4.610.009 |
| 16             | DC3            | DC4             | 521,80            | -                                  | -  | 7,00                           | 12,21                       | ACEQUIA S/N           | AYUNTAMIENTO DE LUMPIAQUE                              | 640.915            | 4.610.020 |
| 17             | DC3            | DC4             | 521,80            | -                                  | -  | 7,00                           | 13,41                       | BARRANCO DE RANÉ      | CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO                    | 640.918            | 4.610.041 |
| 18             | DC3            | DC4             | 521,80            | -                                  | -  | 7,00                           | 14,11                       | CAMINO DEL CEMENTERIO | AYUNTAMIENTO DE LUMPIAQUE                              | 640.942            | 4.610.191 |
| 19             | DC3            | DC4             | 521,80            | -                                  | -  | 7,00                           | 14,72                       | CAMINO S/N            | AYUNTAMIENTO DE LUMPIAQUE                              | 640.949            | 4.610.238 |
| 20             | DC4            | DC5             | 265,20            | -                                  | -  | 7,00                           | 21,40                       | CAMINO DEL COLLADO    | AYUNTAMIENTO DE LUMPIAQUE                              | 641.050            | 4.610.467 |
| 21             | DC4            | DC5             | 265,20            | -                                  | -  | 7,00                           | 20,83                       | CAMINO S/N            | AYUNTAMIENTO DE LUMPIAQUE                              | 641.059            | 4.610.480 |
| 22             | DC5            | DC6             | 254,50            | 68,90                              | -  | 9,20                           | 12,90                       | CRTA. A-122 PK:20.725 | DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS DEL GOBIERNO DE ARAGÓN | 641.113            | 4.610.650 |

| Nº Cruzamiento | Apoyo anterior | Apoyo posterior | Longitud vano (m) | Distancia al apoyo más próximo (m) | Distancia al apoyo de la línea que cruza (m) | Distancia vertical teórica (m) | Distancia vertical real (m) | Afección                                | Organismo propietario                                  | Coordenadas U.T.M. |           |
|----------------|----------------|-----------------|-------------------|------------------------------------|--|--------------------------------|-----------------------------|---|--|--------------------|-----------|
|                |                |                 |                   |                                    |  |                                |                             |   |  | X                  | Y         |
| 23             | DC5            | DC6             | 254,50            | -                                  | -  | 7,00                           | 13,01                       | CAMINO S/N                              | AYUNTAMIENTO DE LUMPIAQUE                              | 641.113            | 4.610.665 |
| 24             | DC5            | DC6             | 254,50            | -                                  | -  | 7,00                           | 10,37                       | CAMINO S/N                              | AYUNTAMIENTO DE LUMPIAQUE                              | 641.114            | 4.610.701 |
| 25             | DC6            | DC7             | 359,80            | -                                  | -  | 7,00                           | 10,64                       | CAMINO S/N                              | AYUNTAMIENTO DE LUMPIAQUE                              | 641.185            | 4.610.986 |
| 26             | DC6            | DC7             | 359,80            | -                                  | -  | 7,00                           | 14,67                       | CAMINO DE LAS HERAS                     | AYUNTAMIENTO DE LUMPIAQUE                              | 641.215            | 4.611.063 |
| 27             | DC8            | DC9             | 437,10            | -                                  | -  | 7,00                           | 11,70                       | CAMINO DEL PLANO                        | AYUNTAMIENTO DE RUEDA DE JALÓN                         | 641.439            | 4.611.640 |
| 28             | DC9            | DC10            | 365,20            | 61,60                              | 65,00  | 4,50                           | 8,19                        | LMT 15 KV                               | ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA S.L.                     | 641.604            | 4.611.901 |
| 29             | DC9            | DC10            | 365,20            | -                                  | -  | 7,00                           | 16,14                       | ARROYO S/N                              | CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO                    | 641.629            | 4.611.906 |
| 30             | DC9            | DC10            | 365,20            | 85,60                              | -  | 9,20                           | 14,40                       | CRTA. A-1303 PK:30.879                  | DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS DEL GOBIERNO DE ARAGÓN | 641.777            | 4.611.935 |
| 31             | DC9            | DC10            | 365,20            | -                                  | -  | 7,00                           | 14,84                       | VEREDA DE RUEDA DE JALÓN A HOYA REDONDA | INSTITUTO ARAGONES DE GESTIÓN AMBIENTAL                | 641.783            | 4.611.937 |
| 32             | DC9            | DC10            | 365,20            | -                                  | -  | 7,00                           | 22,44                       | CAMINO DE LA CONDESA DE PEDROLA         | AYUNTAMIENTO DE RUEDA DE JALÓN                         | 641.870            | 4.611.954 |

1.6.2. Relación de paralelismos proyecto

| Nº PARALELISMO | ENTRE APOYOS | LONG. AFECCIÓN (m) | ALTURA APOYO MAYOR (m) | D <sub>MINIMA</sub> (m) | TIPO DE PARALELISMO           | ORGANISMO PROPIETARIO                          |
|----------------|--------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------------|--|
| 1              | DC6-DC9      | 1.152,60           | 41,50                  | 70,16                   | AVE MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA | ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS |
| 2              | DC6-DC9      | 1.152,60           | 41,50                  | 63,90                   | LMT 15 KV                     | ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA S.L.             |

## 1.7. Relación de Organismos afectados

- CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO
- DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS DEL GOBIERNO DE ARAGÓN
- RED ELECTRICA DE ESPAÑA
- ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.L
- ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS (ADIF)
- INSTITUTO ARAGONES DE GESTIÓN AMBIENTAL (INAGA)
- AYUNTAMIENTO DE ÉPILA
- AYUNTAMIENTO DE LUMPIAQUE
- AYUNTAMIENTO DE RUEDA DE JALÓN

### 1.7.1. Relación cruzamientos y paralelismos por Organismos afectados

#### 1.7.1.1. Confederación Hidrográfica del Ebro

##### 1.7.1.1.1. Cruzamientos

| Nº CRUZAMIENTO | ENTRE APOYOS | VANO (m) | ELEMENTO QUE SE CRUZA |
|----------------|--------------|----------|-----------------------|
| 17             | DC3 – DC4    | 521,70   | BARRANCO DE RANÉ      |
| 29             | DC9 – DC10   | 365,20   | ARROYO S/N            |

#### 1.7.1.2. Dirección General de Carreteras del Gobierno de Aragón

##### 1.7.1.2.1. Cruzamientos

| Nº CRUZAMIENTO | ENTRE APOYOS | VANO (m) | ELEMENTO QUE SE CRUZA   |
|----------------|--------------|----------|-------------------------|
| 15             | DC3 – DC4    | 521,70   | CRTA. A-122 PK: 21,458  |
| 22             | DC5 – DC6    | 254,50   | CRTA. A-122 PK: 20,725  |
| 30             | DC9 – DC10   | 365,20   | CRTA. A-1303 PK: 30,879 |

#### 1.7.1.3. Red Eléctrica de España

##### 1.7.1.3.1. Cruzamientos

| Nº CRUZAMIENTO | ENTRE APOYOS | VANO (m) | ELEMENTO QUE SE CRUZA     |
|----------------|--------------|----------|---------------------------|
| 9              | SC8 – SC9    | 168,84   | LAT 220 JAL-VOS2/JAL-VOS1 |



## 1.7.1.4. Endesa Distribución Eléctrica S.L.

## 1.7.1.4.1. Cruzamientos

| Nº CRUZAMIENTO | ENTRE APOYOS | VANO (m) | ELEMENTO QUE SE CRUZA |
|----------------|--------------|----------|-----------------------|
| 5              | SC5 – SC6    | 292,78   | LMT 15 KV             |
| 28             | DC9 – DC10   | 365,20   | LMT 15 KV             |

## 1.7.1.4.2. Paralelismos

| Nº PARALELISMO | ENTRE APOYOS | LONG. AFECCIÓN (m) | DIST. MÍNIMA (m) | ELEMENTO PARALELO |
|----------------|--------------|--------------------|------------------|-------------------|
| 2              | DC6 – DC9    | 1.152,60           | 63,90            | LMT 15 KV         |

## 1.7.1.5. Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF)

## 1.7.1.5.1. Cruzamientos

| Nº CRUZAMIENTO | ENTRE APOYOS | VANO (m) | ELEMENTO QUE SE CRUZA                    |
|----------------|--------------|----------|--|
| 10             | SC9-DC1      | 299,72   | AVE MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA PK:265.347 |

## 1.7.1.5.2. Paralelismos

| Nº PARALELISMO | ENTRE APOYOS | LONG. AFECCIÓN (m) | DIST. MÍNIMA (m) | ELEMENTO PARALELO             |
|----------------|--------------|--------------------|------------------|-------------------------------|
| 1              | DC6 – DC9    | 1.152,60           | 70,16            | AVE MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA |

## 1.7.1.6. Instituto Aragonés de Gestión Ambiental (INAGA)

| Nº CRUZAMIENTO | ENTRE APOYOS | VANO (m) | ELEMENTO QUE SE CRUZA                   |
|----------------|--------------|----------|---|
| 3              | SC3 – SC4    | 321,70   | CORDEL DE LA LLANA                      |
| 7              | SC7 – SC8    | 294,90   | CORDEL DE LA LLANA                      |
| 31             | DC9 – DC10   | 365,20   | VEREDA DE RUEDA DE JALÓN A HOYA REDONDA |

### 1.8. Coordenadas de los apoyos de la línea

En la siguiente tabla se muestran las coordenadas de los apoyos de la línea en proyección UTM utilizando el Datum ETRS-89 en el huso 30. Las cotas de los apoyos de la línea referidas al nivel medio del mar se muestran en la siguiente tabla:

| Nº Apoyo                | Tipo    | X UTM   | Y UTM     | Z      |
|-------------------------|---------|---------|-----------|--------|
| PÓRTICO SET RUEDA OESTE | PÓRTICO | 638.738 | 4.607.802 | 348,15 |
| SC1                     | FL      | 638.769 | 4.607.797 | 347,92 |
| SC2                     | AL-S    | 639.100 | 4.607.803 | 349,58 |
| SC3                     | AG-AM   | 639.455 | 4.607.810 | 344,82 |
| SC4                     | AL-S    | 639.627 | 4.608.042 | 342,16 |
| SC5                     | AL-S    | 639.821 | 4.608.304 | 347,86 |
| SC6                     | AL-S    | 639.995 | 4.608.540 | 351,54 |
| SC7                     | AL-S    | 640.176 | 4.608.785 | 360,50 |
| SC8                     | AG-AM   | 640.351 | 4.609.022 | 366,47 |
| SC9                     | AL-AM   | 640.517 | 4.609.056 | 369,56 |
| DC1                     | AG-AM   | 640.780 | 4.609.200 | 333,81 |
| DC2                     | AL-S    | 640.820 | 4.609.447 | 335,17 |
| DC3                     | AL-AM   | 640.881 | 4.609.822 | 317,13 |
| DC4                     | AG-AM   | 640.965 | 4.610.337 | 343,68 |
| DC5                     | AG-AM   | 641.110 | 4.610.559 | 326,97 |
| DC6                     | AG-AM   | 641.118 | 4.610.814 | 327,27 |
| DC7                     | AL-S    | 641.248 | 4.611.149 | 328,13 |
| DC8                     | AL-S    | 641.377 | 4.611.480 | 328,51 |
| DC9                     | AG-AM   | 641.536 | 4.611.888 | 324,07 |
| DC10                    | AL-S    | 641.894 | 4.611.959 | 320,39 |
| DC11                    | FL      | 642.292 | 4.612.037 | 310,54 |
| PÓRTICO SET PRE-RUEDA   | PÓRTICO | 642.305 | 4.612.068 | 311,43 |

## 1.9. Descripción de la instalación

La instalación queda definida por las siguientes características:

### 1.9.1. Características generales

|  |  |
|--|--|
| Sistema .....                                    | Corriente Alterna Trifásica                    |
| Frecuencia (Hz) .....                            | 50   |
| Tensión nominal (KV) .....                       | 220  |
| Tensión más elevada de la red (KV) .....         | 245,0  |
| Categoría.....                                   | Especial                                       |
| Nº de circuitos tramo Nº1 .....                  | 1  |
| Nº de circuitos tramo Nº2.....                   | 2  |
| Nº de conductores aéreos por fase.....           | 1  |
| Tipo de conductor aéreo .....                    | AAAC A3 400                                    |
| Tipo de cable de tierra .....                    | OPGW 48 43D58Z                                 |
| Número de cables de tierra.....                  | 1  |
| Potencia máxima de transporte en aéreo (MW)..... | 348,10   |
| Número de apoyos .....                           | 20   |
| Longitud total (m).....                          | 6.322,66                                       |
| Longitud tramo Nº1 (m).....                      | 2.693,90                                       |
| Longitud tramo Nº2 (m).....                      | 3.628,76                                       |
| Zona de aplicación.....                          | ZONA A   |
| Tipo de aislamiento.....                         | Cadenas de aisladores de vidrio                |
| Apoyos .....                                     | CO e IC  |
| Cimentaciones.....                               | Hormigón Armado                                |
| Puesta a tierra .....                            | Picas de toma de tierra doble o Anillo difusor |
| Nº Apoyos alineación/Tipo .....                  | 9 / CO   |
| Nº Apoyos ángulo/Tipo .....                      | 6 / CO e IC                                    |
| Nº Apoyos amarre/Tipo.....                       | 2 / CO e IC                                    |
| Nº Apoyos fin de línea/Tipo.....                 | 3 / IC   |

## 1.9.2. Características de los materiales

### 1.9.2.1. Conductores

Las características del conductor aéreo son las siguientes:

Son cables formados por varios alambres de aleación de aluminio, con sus conductores cableados en capas concéntricas. Todos los alambres que forman el cable poseen el mismo diámetro.

|   |                       |
|---|-----------------------|
| Tipo .....  | AAAC A3 400           |
| Norma .....   | IEC 61089             |
| Material .....  | Aleación de Aluminio  |
| Nº alambres y diámetro (mm) .....                           | 37x4,00               |
| Diámetro cable completo (mm).....                           | 28,00                 |
| Sección total (mm <sup>2</sup> ) .....                      | 465,00                |
| Peso (daN/m) .....  | 1,2557                |
| Carga de rotura (daN) .....                                 | 14.640                |
| Módulo de elasticidad (daN/mm <sup>2</sup> ).....           | 5.589                 |
| Coefficiente de dilatación lineal (°C <sup>-1</sup> ) ..... | 23,0 10 <sup>-6</sup> |
| Resistencia eléctrica a 20°C (Ω/Km) .....                   | 0,0721                |
| Intensidad máxima admisible (A).....                        | 915                   |

### 1.9.2.2. Cable tierra

Las características del cable de guarda son las siguientes:

|   |                           |
|---|---------------------------|
| Tipo .....  | OPGW-48 FO 43D58Z         |
| Sección total (mm <sup>2</sup> ) .....                      | S <sub>a</sub> = 100,3    |
| Diámetro total (mm) .....                                   | d <sub>a</sub> = 14,3     |
| Peso (daN/m) .....  | p = 0,574                 |
| Carga de rotura (daN).....                                  | C <sub>r</sub> = 8.440    |
| Módulo de elasticidad (daN/mm <sup>2</sup> ) .....          | E = 11.830                |
| Coefficiente de dilatación lineal (°C <sup>-1</sup> ) ..... | α = 14,1 10 <sup>-6</sup> |

### 1.9.2.3. Aislamiento

Se utilizarán cadenas de aisladores de vidrio templado de tipo caperuza y vástago según norma UNE 21 114 y UNE 21 124.

Se considera un nivel de contaminación medio (II), definiendo como adecuada una línea de fuga nominal de 20 mm/kV (según ITC-LAT-07). Este nivel de contaminación es equivalente a:

- Zonas con industria que no producen humo especialmente contaminante y/o con densidad media de viviendas equipadas con calefacción.
- Zonas con elevada densidad de viviendas y/o industrias pero sujetas a vientos frecuentes y/o lluvias.

Dada la tensión más elevada de la línea (245 kV), la línea de fuga mínima en la línea será de 4.900 mm (245 kV x 20 mm/kV, según ITC-LAT-07). Esta longitud será inferior a la línea de fuga que presentan las cadenas de aisladores utilizadas en este proyecto.

El tipo de aislador seleccionado tanto para apoyos de suspensión como de amarre es:

|                                      |           |
|--------------------------------------|-----------|
| Denominación .....                   | U-160-BS  |
| Material dieléctrico .....           | Vidrio    |
| Norma de fabricación y ensayo: ..... | IEC 60120 |
| Diámetro dieléctrico.....            | 280 mm    |
| Paso.....                            | 146 mm    |
| Línea de fuga .....                  | 380 mm    |
| Carga de rotura .....                | 16kN      |
| Peso aprox. ....                     | 5,9 kg    |

En estructuras de amarre en ángulo se emplearán cadenas de suspensión adicionales en el circuito exterior al ángulo para asegurar la distancia del puente flojo.

Las cadenas de aisladores serán:

#### Suspensión:

Cadena de 14 aisladores para 220 kV tipo U -160-BS con grapa de suspensión armada, con una carga de rotura de 160kN, línea de fuga total de 5.320 mm (superior a 4.900 mm), una tensión soportada a impulso tipo rayo de 1.095 kV, a 50Hz en seco de 675 kV y a 50Hz en lluvia de 510 kV. La longitud de la cadena de suspensión es de 2,454 metros y su peso de 136,00 kilogramos.

#### Amarre:

Cadena de 14 aisladores para 220 kV tipo U -160-BS con grapa de compresión, con una carga de rotura de 160kN, línea de fuga total de 5.320 mm (superior a 4.900 mm), una tensión soportada a impulso tipo rayo de 1.095 kV, a 50Hz en seco de 675 kV y a 50Hz en lluvia de 510 kV. La longitud de la cadena de suspensión es de 2,468 metros y su peso de 132,45 kilogramos.

En el apartado PLANOS se puede ver la disposición de cadenas adoptadas.

#### 1.9.2.4. Herrajes

Las características de los herrajes serán las mismas que se especifica en el apartado "5.5.1.3. HERRAJES" perteneciente al apartado "5.5 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN AÉREA" del "DOCUMENTO: MEMORIA" del PROYECTO LAAT 220 kV SET RUEDA OESTE 220/30 kV a SET PRE-RUEDA 400/220 kV.

Los herrajes son hierro forjado galvanizado en caliente y todos estarán adecuadamente protegidos contra la corrosión.

Los herrajes estarán dimensionados para que la cadena cinemática que soporta cada cable soporte los esfuerzos máximos descritos en la Norma UNE 21 006, superando los coeficientes de seguridad reglamentarios.

Estos herrajes cumplirán lo indicado en la norma UNE 21 006.

#### 1.9.2.5. Apoyos y cimentaciones

Se considera la elaboración de diseños de apoyos de suspensión, amarre y fin de línea, que permitan ajustarse a las diferentes condiciones del trazado y de la geografía del lugar. En concreto para esta línea las estructuras propuestas, denominadas tipo CO e IC, serán torres metálicas de acero galvanizado, enrejadas y auto soportadas de simple y doble circuito y de resistencia adecuada al esfuerzo que hayan de soportar.

Son estructuras de sección cuadrada compuestas de cabeza prismática recta y fuste de geometría tronco piramidal, construidas con perfiles angulares galvanizados, unidos mediante tornillería.

La cabeza será recta de 1,50 metros (CO) y 2,50 metros (IC) de ancho, y dispondrá de cúpula para colocación del cable de protección y comunicaciones.

La línea está compuesta por estructuras de tres tipos, según su función: fin de línea, amarre (de ángulo o en alineación) y de suspensión.

#### Fin de Línea:

Los apoyos con función de fin de línea serán del tipo IC S1C para el tramo de simple circuito y, IC N2DC D=4,90 E=3,50 para el tramo de doble circuito en donde la línea comparte apoyos con la LAAT 220kV SET RUEDA ESTE 220/30 kV a SET PRE-RUEDA 400/220 kV.

En los apoyos IC S1C la distancia vertical entre fases será de 5,80 metros, y el ancho de sus crucetas será 4,50 metros en sus crucetas superiores y 5,00 metros en su cruceta inferior. Para amarrar el cable de comunicaciones y protección, estos apoyos contarán con una cruceta de 7,20 metros de altura.

Los apoyos IC N2DC D=4,90 E=3,50 tendrán una distancia vertical de 5,50 metros entre fases, sus crucetas superior e inferior contarán con una altura de 5,00 metros mientras que la intermedia será de 6,00 metros. La cúpula en donde se amarraran los cables de comunicaciones y protección tendrá una altura de 4,90 metros y un ancho de crucetas de 3,50 metros.

### Amarre:

Los apoyos con función de amarre (ángulo y alineación) serán del tipo CO S1563 para el tramo de simple circuito y del tipo CO N388DC D=3,30 E=3,00 e IC N2DC D=4,90 E=3,50 para el tramo de doble circuito en donde la línea comparte apoyos con la LAAT 220kV SET RUEDA ESTE 220/30 kV a SET PRE-RUEDA 400/220 kV.

En los apoyos tipo CO S1563, contarán con una distancia vertical entre fases de 3,30 metros, sus crucetas superiores tendrán una anchura de 4,10 metros, mientras que su cruceta inferior será de 4,30 metros de anchura. La altura de la cúpula será de 5,90 metros.

Los apoyos IC N2DC D=4,90 E=3,50 tendrán una distancia vertical de 5,50 metros entre fases, sus crucetas superior e inferior contarán con una altura de 5,00 metros mientras que la intermedia será de 6,00 metros. La cúpula en donde se amarraran los cables de comunicaciones y protección tendrá una altura de 4,90 metros y un ancho de crucetas de 3,50 metros.

El apoyo DC9 de ángulo del tipo IC N2DC D=4,90 E=3,50 irá equipado con crucetas especiales cuadradas en la línea exterior al ángulo para mantener las distancias mínimas a masa que establece el reglamento. Estas crucetas especiales tendrán las mismas dimensiones que las descritas anteriormente para este tipo de silueta.

### Suspensión:

Los apoyos con función de suspensión serán de dos tipos: CO S1561 (tramo simple circuito) y CO N388DC D=3,30 E=3,00(tramo de doble circuito en donde la línea comparte apoyos con la LAAT 220kV SET RUEDA ESTE 220/30 kV a SET PRE-RUEDA 400/220 kV).

Los apoyos tipo CO S1561, contarán con una distancia vertical entre fases de 3,30 metros, sus crucetas superiores tendrán una anchura de 4,10 metros, mientras que su cruceta inferior será de 4,30 metros de anchura. Contarán con una cúpula de 4,30 metros de altura.

Los del tipo CO N388DC D= 3,30 E=3,00 tendrán 5,50 metros de distancia vertical entre fases y sus crucetas contarán con una anchura de 4,90 metros. Para amarrar los cables de comunicaciones y protección, tendrán una cruceta de 3,30 metros de alto y sus crucetas serán de 3,00 metros de ancho.

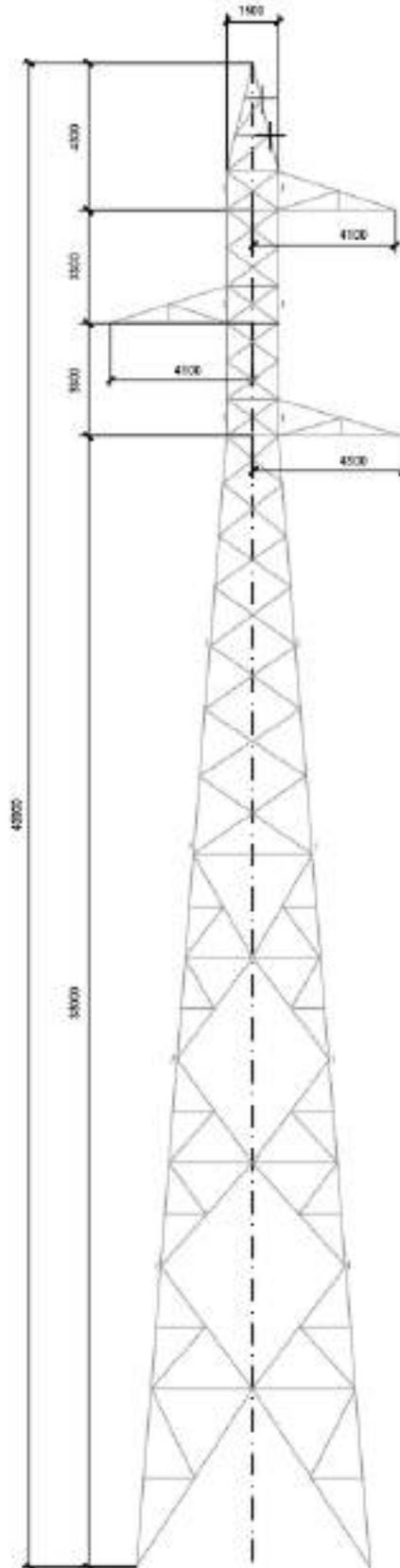
La selección del modelo de apoyo se ha realizado para que su geometría cumpla con las distancias reglamentarias, para el conductor, condiciones de diseño y las hipótesis de cálculo aplicables al proyecto. El esfuerzo máximo específico de cada apoyo debe cumplir con el árbol de cargas que viene reflejado posteriormente en el proyecto.

La cimentación será fraccionada en cuatro macizos independientes para todos los apoyos. Las cimentaciones fraccionadas estarán constituidas por un bloque de hormigón armado por cada uno de los anclajes del apoyo al terreno, debiendo asumir los esfuerzos de tracción o compresión que recibe el apoyo.

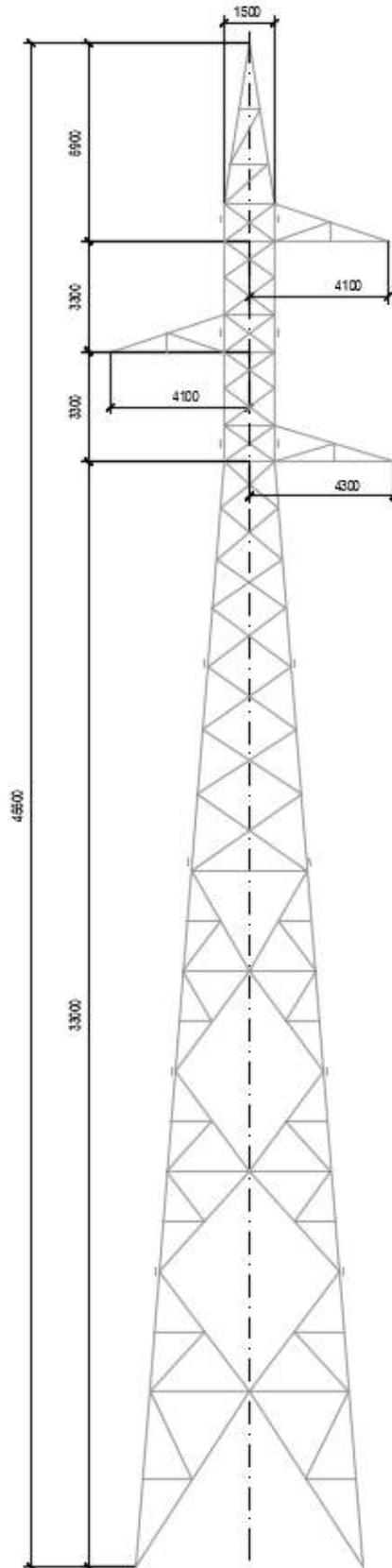
Cada bloque de cimentación se elevará sobre el terreno con objeto de proteger los extremos inferiores de los montantes y sus uniones; dichos zócalos terminarán en punta para facilitar así mismo la evacuación del agua de lluvia.

A continuación se presentan los esquemas de los apoyos tipo:

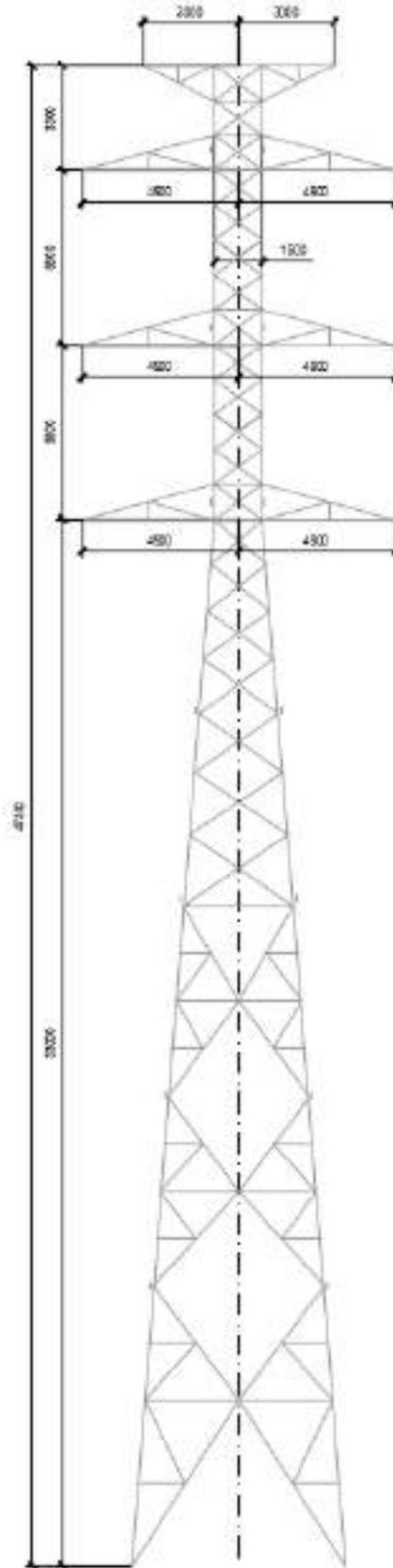
Apoyo CO S1561



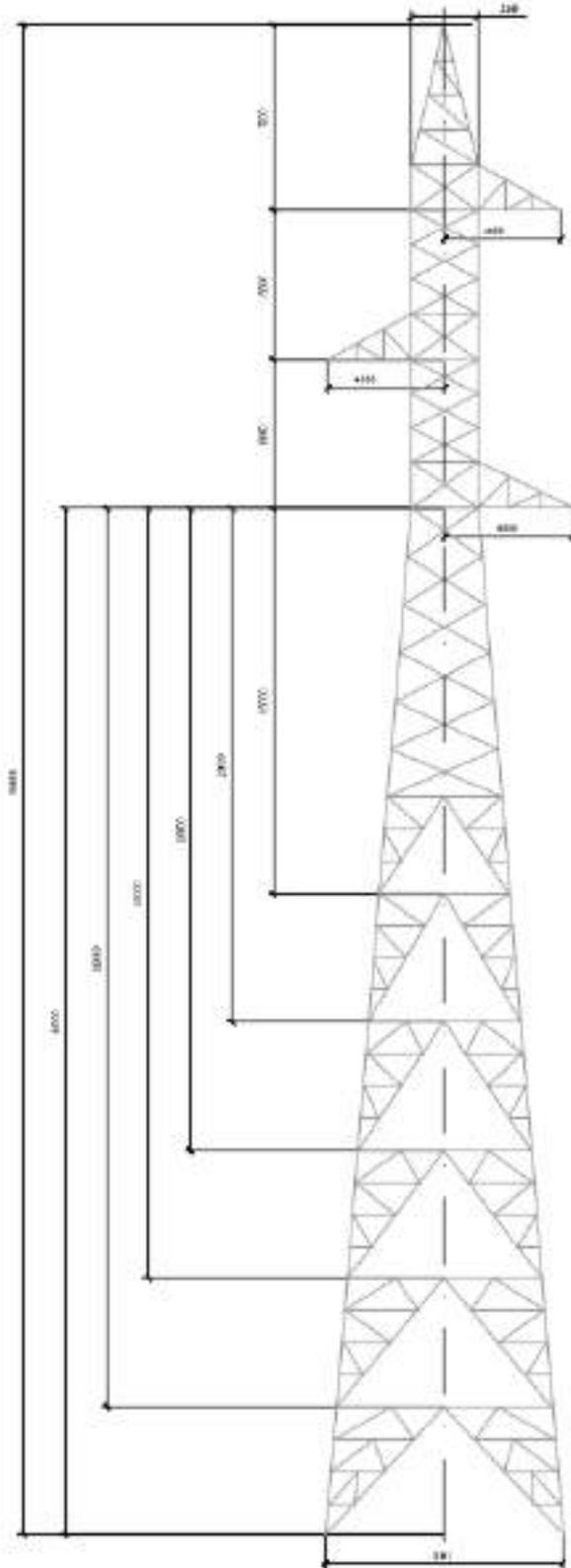
Apoyo CO S1563



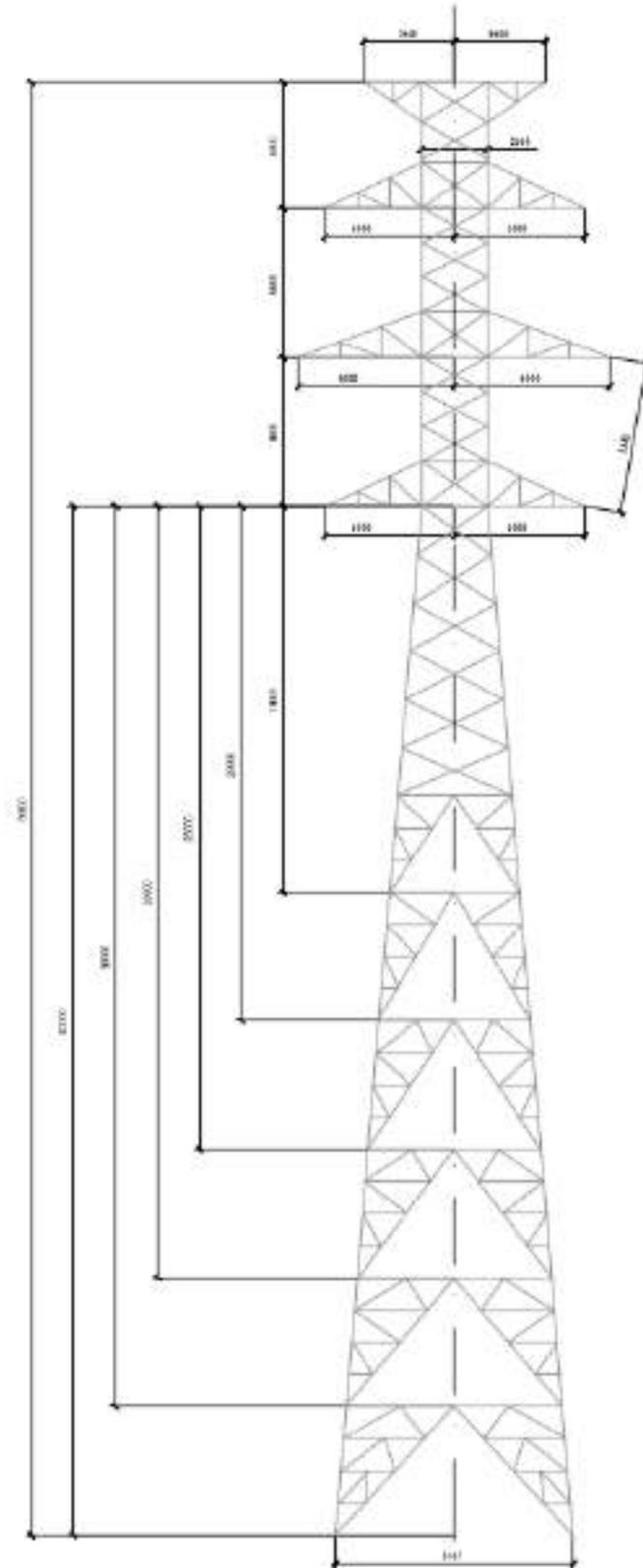
Apoyo N388DC D=3,30 E=3,00



Apoyo IC S1C



Apoyo IC N2DC D=4,90 E=3,50



#### 1.9.2.5.1. Apoyos CONDOR (CO)

Son apoyos tronco-piramidales de sección cuadrada construidos con perfiles angulares galvanizados, unidos mediante tornillería.

La cabeza es recta de 1,50 metros de ancho. El fuste tronco piramidal se ancla al terreno con cimentación independiente en cada pata.

#### 1.9.2.5.2. Apoyos ÍCARO (IC)

Son apoyos tronco-piramidales de sección cuadrada construidos con perfiles angulares galvanizados, unidos mediante tornillería.

La cabeza es recta de 2,50 metros de ancho. El fuste tronco piramidal se ancla al terreno con cimentación independiente de sección cuadrada o circular.

#### 1.9.2.6. Puesta a tierra

La puesta a tierra de los apoyos se especifica en el apartado "5.5.1.5 PUESTA A TIERRA" perteneciente al apartado "5.5 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN AÉREA" del "DOCUMENTO: MEMORIA" del PROYECTO LAAT 220 kV SET RUEDA OESTE 220/30 kV a SET PRE-RUEDA 400/220 kV.

En apoyos en zonas no frecuentadas los apoyos se pondrán a tierra mediante electrodos de difusión vertical.

En zonas frecuentadas se instalará puesta a tierra en anillo adecuada a lo prescrito en el RLAT RD 223/2008 ITC- LAT 07.

Dado que la mayoría de los apoyos se han considerado en zonas no frecuentadas, se pondrán a tierra mediante electrodos de difusión vertical. En caso de que durante la construcción se identifique que el terreno tiene una alta resistividad, se podrá mejorar la puesta a tierra mediante anillos que unan los electrodos de difusión vertical.

#### 1.9.2.7. Numeración y aviso de peligro

La numeración y aviso de peligro de los apoyos se especifica en el apartado "5.5.1.6. NUMERACIÓN Y AVISO DE PELIGRO" perteneciente al apartado "5.5 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN AÉREA" del "DOCUMENTO: MEMORIA" del PROYECTO LAAT 220 kV SET RUEDA OESTE 220/30 kV a SET PRE-RUEDA 400/220 kV.

En cada apoyo se marca el número de orden que le corresponda, de acuerdo con el criterio de origen de la línea que se haya establecido.

Todos los apoyos llevan una placa de señalización de riesgo eléctrico, situada a una altura visible y legible desde el suelo a una distancia mínima de 2,0 metros.

#### 1.9.2.8. Antivibradores

Las características de los antivibradores serán las mismas que figuran en el apartado "5.5.1.7 ANTIVIBRADORES" perteneciente al apartado "5.5 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN AÉREA" del "DOCUMENTO: MEMORIA" del PROYECTO LAAT 220 KV SET RUEDA OESTE 220/30 kV – SET PRE-RUEDA 400/220 kV.

Se colocarán amortiguadores del tipo Stockbridge en la línea. Estos antivibradores están formados por un cuerpo central de aleación de aluminio, un cable portador de 19 alambres de acero galvanizado y dos contrapesos de acero forjado galvanizado.

El número de antivibradores a utilizar dependerá de la longitud del vano y será en general dos a cada lado del apoyo si la longitud del vano es superior a 450 metros y de uno a cada lado del apoyo si esta longitud es inferior.

#### 1.9.2.9. Dispositivos salvapájaros

Se instalarán dispositivos salvapájaros homologados para evitar riesgos de choques contra los cables de la línea de evacuación. Estos dispositivos estarán formados por espirales de PVC rígido de 1 metros de longitud y 30 centímetros de diámetro, de color blanco, rojo o naranja reflectante, e irán montados preferentemente en el cable de protección cada 5,0 metros conforme a lo estipulado en la declaración de impacto ambiental.

## 1.10. Cálculos

Seguidamente se justifican los elementos que componen las instalaciones proyectadas.

### 1.10.1. Cálculo eléctrico

La potencia máxima prevista de transportar por la línea aérea es de 117 MW, por lo que todos los cálculos eléctricos se realizarán con esta potencia. Bajo estas condiciones, la potencia transporte máxima que puede circular en las condiciones de diseño tiene un valor de 348,10 MW.

#### 1.10.1.1. Características generales

|  |           |
|--|-----------|
| Tensión nominal (kV).....                | U = 220   |
| Longitud de la línea (km) .....          | L = 6,323 |
| Número de circuitos tramo 1.....         | n = 1     |
| Número de circuitos tramo 2.....         | n = 2     |
| Número de conductores por fase.....      | n' = 1    |
| Distancia entre conductores del haz..... | D = 400   |
| Frecuencia (Hz) .....                    | f = 50    |
| Zona de aplicación .....                 | ZONA A    |

#### 1.10.1.2. Características del conductor

|   |                          |
|---|--------------------------|
| Material.....   | Aleación de aluminio     |
| Sección total (mm <sup>2</sup> ) .....                    | S <sub>a</sub> = 465,00  |
| Nº alambres y diámetro (mm) .....                         | 37 x 4,00                |
| Diámetro total (mm) .....                                 | d <sub>a</sub> = 28,00   |
| Resistencia eléctrica en c.c. a 20 °C (Ω/km).....         | R <sub>20</sub> = 0,0721 |
| Densidad de corriente Aluminio (A/mm <sup>2</sup> ) ..... | d <sub>c</sub> = 1,970   |

### 1.10.1.3. Condiciones ambientales del proyecto

Los factores ambientales que influyen en la capacidad de transporte son: temperatura, radiación solar y velocidad del viento.

Como condiciones ambientales se han tomado las registradas en estaciones meteorológicas ubicadas en Zaragoza.

|  |     |
|--|-----|
| Radiación verano (W/m <sup>2</sup> ) .....   | 438 |
| Radiación invierno (W/m <sup>2</sup> ) ..... | 369 |
| Temperatura Máxima Verano (°C) .....         | 31  |
| Temperatura Máxima Invierno (°C) .....       | 11  |
| Mínima Velocidad del Viento (m/s) .....      | 0,6 |

Los criterios ambientales de diseño que se han tomado son las siguientes:

|  |      |
|--|------|
| Temperatura de Operación (°C) .....          | 85   |
| Coeficiente de rugosidad del conductor ..... | 0,85 |
| Coeficiente meteorológico .....              | 0,95 |

### 1.10.1.4. Resistencia

La resistencia del conductor, por unidad de longitud, en corriente alterna y a la temperatura vendrá dada por la siguiente expresión:

$$R_{\theta} = R'_{\theta} \cdot (1 + y_s) \quad \Omega/\text{km}$$

Donde:

- $R_{\theta}$ : Resistencia del conductor con corriente alterna a la temperatura  $\theta$  °C ( $\Omega/\text{km}$ )
- $R'_{\theta}$ : Resistencia del conductor con corriente continua a la temperatura  $\theta$  °C ( $\Omega/\text{km}$ )
- $y_s$ : Factor de efecto pelicular

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

$$y_s = \frac{x_s^2}{192 + 0.8x_s^2}$$

Siendo:

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

Donde:

- f: Frecuencia (50Hz)
- $R'_{\theta}$  Resistencia a la temperatura  $\theta$

El valor de la resistencia por unidad de longitud en corriente continua a la temperatura  $\theta$  vendrá dado por la siguiente expresión:

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

donde:

$R'_{\theta}$ : Resistencia del conductor con corriente continua a la temperatura  $\theta$  °C ( $\Omega/\text{km}$ )

$R'_{20}$ : Resistencia del conductor con corriente continua a la temperatura de 20 °C ( $\Omega/\text{km}$ )

$\alpha_{20}$ : Coeficiente de variación a 20 °C de la resistividad en función de la temperatura (°C)

$\theta$ : Temperatura de servicio (85 °C)

Se obtiene:

$$R'_{\theta} = 0,0909 \Omega/\text{km}$$

$$y_s = 0,0098$$

Se obtiene un valor unitario de:

$$R_{\theta} = 0,0918 \Omega/\text{km}$$

Para la longitud de la línea (6,323 km):

$$R = 0,5805 \Omega$$

#### 1.10.1.5. Reactancia

##### 1.10.1.5.1. Distancia media geométrica entre conductores:

La distancia media geométrica de los conductores en la línea es variable a lo largo de ella. Para calcular una distancia media aproximada se utiliza la distancia media geométrica de las crucetas ponderadas con el vano a ambos lados:

$$\overline{\text{DMG}} = \frac{\sum_i \text{DMG}_i e_{oi}}{L}$$

donde:

$\text{DMG}_i$ : Distancia media geométrica de la cruceta  $i$  (m)

$e_{oi}$ : Eolovano del apoyo  $i$  (m)

$L$ : Longitud total de la línea (m)

Dadas las diferentes configuraciones de cada uno de los tramos descritos, la distancia media geométrica será diferente para cada uno de los mismos. Así, se calcula la distancia media geométrica para cada uno de los tramos.

- **Tramo 1** (SET RUEDA OESTE 220/30 kV – Apoyo N° DC1 LAAT 220 kV SET RUEDA OESTE 220/30 kV – SET PRE-RUEDA 400/220 kV)

Se determina la DMG para un simple circuito trifásico:

$$\text{DMG}_1 = 8.076 \text{ m}$$

- **Tramo 2** (Apoyo N° DC1 LAAT 220 kV SET RUEDA OESTE 220/30 kV – SET PRE-RUEDA 400/220 kV – SET PRE-RUEDA 400/220 kV)

Se determina la DMG para un doble circuito trifásico:

$$\text{DMG}_1 = 8,697 \text{ m}$$



### 1.10.1.5.2. Reactancia kilométrica:

La reactancia del conductor, por unidad de longitud, en corriente alterna y a las condiciones de diseño indicadas vendrá dada por la siguiente expresión:

$$X = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot \frac{1}{n} \cdot \left[ \frac{1}{2 \cdot n'} + 4,6 \cdot \log \left( \frac{D_m}{r_{eq}} \right) \right] \cdot 10^{-4}$$

- **Tramo 1** (SET RUEDA OESTE 220/30 kV – Apoyo N° DC1 LAAT 220 kV SET RUEDA OESTE 220/30 kV – SET PRE-RUEDA 400/220 kV)

Se obtiene un valor unitario de:

$$X = 0,4152 \Omega/\text{km}$$

Para la longitud de la línea (2,694 km):

$$X = 1,1184 \Omega$$

siendo  $r_{eq} = \sqrt[n']{\frac{d_a}{2} \Delta^{(n'-1)}} = 0,014 \text{ m}$

- **Tramo 2** (N° DC1 LAAT 220 kV SET RUEDA OESTE 220/30 kV – SET PRE-RUEDA 400/220 kV – SET PRE-RUEDA 400/220 kV)

Se obtiene un valor unitario de:

$$X = 0,4198 \Omega/\text{km}$$

Para la longitud de la línea (3,629 km):

$$X = 1,5235 \Omega$$

siendo  $r_{eq} = \sqrt[n']{\frac{d_a}{2} \Delta^{(n'-1)}} = 0,014 \text{ m}$

### 1.10.1.6. Susceptancia

La susceptancia de la línea por unidad de longitud y por fase se calcula según la expresión:

$$B = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot n \cdot \left[ \frac{24,2}{\log \left( \frac{D_m}{r_{eq}} \right)} \right] \cdot 10^{-9}$$

- **Tramo 1** (SET RUEDA OESTE 220/30 kV – Apoyo N° DC1 LAAT 220 kV SET RUEDA OESTE 220/30 kV – SET PRE-RUEDA 400/220 kV)

Se obtiene un valor unitario de:

$$B = 2,7535 \mu\text{S}/\text{km}$$

Para la longitud de la línea (2,694 km):

$$B = 7,4177 \mu\text{S}$$

- **Tramo 2** (Nº DC1 LAAT 220 kV SET RUEDA OESTE 220/30 kV – SET PRE-RUEDA 400/220 kV – SET PRE-RUEDA 400/220 kV)

Se obtiene un valor unitario de:

$$B = 2,7218 \mu\text{S/km}$$

Para la longitud de la línea (3,629 km):

$$B = 9,8774 \mu\text{S}$$

#### 1.10.1.7. Conductancia

$$G = \frac{P_1}{U^2} \cdot 10^{-3} \text{ S/km}$$

Se obtiene un valor unitario de:

$$G = 0,0026 \mu\text{S /km}$$

Para la longitud de la línea (6,323 km):

$$G = 0,0168 \mu\text{S}$$

En donde:

$P_1$ : Pérdida de potencia por fase debida a la conductancia de los aisladores (kW/km)

$U$ : Tensión nominal compuesta de la línea (kV)

#### 1.10.1.8. Ecuaciones de parámetros distribuidos de la línea

Las ecuaciones de parámetros distribuidos de la línea vendrán dadas por las siguientes expresiones:

$$\frac{U_1}{\sqrt{3}} = \text{ch}(\gamma l) \frac{U_2}{\sqrt{3}} + (Z_c \text{sh}(\gamma l)) I_2 \quad (\text{kV})$$

$$I_1 = \frac{1}{Z_c} \text{sh}(\gamma l) \frac{U_2}{\sqrt{3}} + \text{ch}(\gamma l) I_2 \quad (\text{kA})$$

$$\frac{U_2}{\sqrt{3}} = \text{ch}(\gamma l) \frac{U_1}{\sqrt{3}} - (Z_c \text{sh}(\gamma l)) I_1 \quad (\text{kV})$$

$$I_2 = -\frac{1}{Z_c} \text{sh}(\gamma l) \frac{U_1}{\sqrt{3}} + \text{ch}(\gamma l) I_1 \quad (\text{kA})$$

siendo:

$$Z_c = \sqrt{\frac{(R + Xj)}{(G + Bj)}} \quad \text{impedancia característica de la línea } (\Omega)$$

$$\gamma = \sqrt{(R + Xj)(G + Bj)} \quad \text{constante de propagación de la línea } (\text{km})^{-1}$$

$U_1$  Tensión compuesta en el extremo generador (kV).

$U_2$  Tensión compuesta en el extremo receptor (kV).

$I_1$  Intensidad de línea en el extremo generador (kA).

$I_2$  Intensidad de línea en el extremo receptor (kA).

$l$  Longitud de la línea (km).

Los valores de  $Z_c$  y  $\gamma$  obtenidos son

- **Tramo 1** (SET RUEDA OESTE 220/30 kV – Apoyo N° DC1 LAAT 220 kV SET RUEDA OESTE 220/30 kV – SET PRE-RUEDA 400/220 kV)

$$\gamma = (0,1180 + j1,0760) 10^{-3} \text{ km}^{-1}$$

$$Z_c = (390,652 + j42,485) \Omega$$

- **Tramo 2** (N° DC1 LAAT 220 kV SET RUEDA OESTE 220/30 kV – SET PRE-RUEDA 400/220 kV – SET PRE-RUEDA 400/220 kV)

$$\gamma = (0,1167 + j1,075) 10^{-3} \text{ km}^{-1}$$

$$Z_c = (395,066 + j42,495) \Omega$$

#### 1.10.1.9. Impedancias secuenciales

El cálculo de las impedancias secuenciales se calcula mediante la teoría de Carson.

Se considerará un conductor ficticio que representará el terreno con un radio equivalente de 1m.

La resistencia de este conductor ficticio por unidad de longitud y la distancia equivalente entre conductores y cable de tierra y este conductor ficticio vendrán dados por las siguientes expresiones:

$$R_d = 9.86910^{-4} f \quad (\Omega/\text{km})$$

$$D_d = 25.6587 \left( \frac{p}{f} \right)^{0.25} \quad (m)$$

Siendo  $f$  la frecuencia (50 Hz),  $p$  la resistividad del terreno (100  $\Omega/\text{m}$ ) y  $k = 2 \cdot 10^{-7}$  H/m.

Para el cálculo de la matriz de impedancias de secuencia, se evalúa la siguiente ecuación matricial:

$$Z_{012} = A^{-1} Z_{abc} A$$

Debido a que los circuitos son independientes la matriz  $A$  es la siguiente:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -0.5 - 0.866j & -0.5 + 0.866j \\ 1 & -0.5 + 0.866j & -0.5 - 0.866j \end{pmatrix}$$

- o **Tramo 1** (SET RUEDA OESTE 220/30 kV – Apoyo N° DC1 LAAT 220 kV SET RUEDA OESTE 220/30 kV – SET PRE-RUEDA 400/220 kV)

La matriz de impedancias es:

$$Z_{abc_{ii}} = R_i + R_{terr} + j \frac{\omega \mu_0}{2\pi} \ln \left( \frac{D_e}{r_{eq}} \right)$$

$$Z_{abc_{ij}} = R_{terr} + j \frac{\omega \mu_0}{2\pi} \ln \left( \frac{D_e}{d_{ij}} \right)$$

$$Z = \begin{pmatrix} 0.141 + 0.698j & 0.049 + 0.291j & 0.049 + 0.311j & 0.049 + 0.275j \\ 0.049 + 0.291j & 0.141 + 0.698j & 0.049 + 0.293j & 0.049 + 0.294j \\ 0.049 + 0.311j & 0.049 + 0.293j & 0.141 + 0.698j & 0.049 + 0.318j \\ 0.049 + 0.275j & 0.049 + 0.294j & 0.049 + 0.318j & 0.399 + 0.74j \end{pmatrix} \cdot \frac{\Omega}{km}$$

La matriz de impedancias de secuencia es:

$$Z_{012} = A^{-1} Z_{abc} A$$

$$Z_{012} = \begin{pmatrix} 0.29 + 0.985j & -0.016 - 1.67j \times 10^{-4} & 0.016 + 6.917j \times 10^{-3} \\ 0.016 + 6.918j \times 10^{-3} & 0.092 + 0.399j & 0.011 - 5.353j \times 10^{-3} \\ -0.016 - 1.672j \times 10^{-4} & -0.011 - 5.315j \times 10^{-3} & 0.092 + 0.399j \end{pmatrix} \cdot \frac{\Omega}{km}$$

Dada la longitud de la línea:

Impedancia de secuencia directa ( $\Omega$ ).....**0,248 + j 1,075**

Impedancia de secuencia inversa ( $\Omega$ ).....**0,248 + j 1,075**

Impedancia de secuencia homopolar ( $\Omega$ ) .....**0,781 + j 2,653**

- o **Tramo 2** (N° DC1 LAAT 220 kV SET RUEDA OESTE 220/30 kV – SET PRE-RUEDA 400/220 kV – SET PRE-RUEDA 400/220 kV)

La matriz de impedancias es:

$$Z = \begin{pmatrix} 0.141 + 0.698j & 0.049 + 0.286j & 0.049 + 0.322j & 0.049 + 0.278j & 0.049 + 0.279j & 0.049 + 0.261j & 0.049 + 0.262j \\ 0.049 + 0.286j & 0.141 + 0.698j & 0.049 + 0.278j & 0.049 + 0.322j & 0.049 + 0.261j & 0.049 + 0.279j & 0.049 + 0.254j \\ 0.049 + 0.322j & 0.049 + 0.278j & 0.141 + 0.698j & 0.049 + 0.286j & 0.049 + 0.322j & 0.049 + 0.278j & 0.049 + 0.291j \\ 0.049 + 0.278j & 0.049 + 0.322j & 0.049 + 0.286j & 0.141 + 0.698j & 0.049 + 0.278j & 0.049 + 0.322j & 0.049 + 0.274j \\ 0.049 + 0.279j & 0.049 + 0.261j & 0.049 + 0.322j & 0.049 + 0.278j & 0.141 + 0.698j & 0.049 + 0.286j & 0.049 + 0.346j \\ 0.049 + 0.261j & 0.049 + 0.279j & 0.049 + 0.278j & 0.049 + 0.322j & 0.049 + 0.286j & 0.141 + 0.698j & 0.049 + 0.295j \\ 0.049 + 0.262j & 0.049 + 0.254j & 0.049 + 0.291j & 0.049 + 0.274j & 0.049 + 0.346j & 0.049 + 0.295j & 0.399 + 0.74j \end{pmatrix} \cdot \frac{\Omega}{km}$$

La matriz de impedancias de secuencia es:

$$Z_{012} = \begin{pmatrix} 0.275 + 1.024i & -0.002 + 0.016i & -0.001 + 0.009i & 0.194 + 0.557i & -0.005 + 0.025i & -0.004 + 0.034i \\ -0.001 + 0.009i & 0.092 + 0.402i & 0.021 - 0.017i & -0.006 - 0.019i & -0.017 - 0.019i & -0.020 + 0.011i \\ -0.002 + 0.016i & -0.021 - 0.018i & 0.092 + 0.402i & 0.003 - 0.011i & 0.021 + 0.011i & 0.017 - 0.020i \\ 0.194 + 0.557i & 0.003 - 0.011i & -0.006 - 0.019i & 0.299 + 0.953i & -0.034 + 0.015i & 0.023 + 0.026i \\ -0.004 + 0.034i & 0.017 - 0.020i & -0.020 + 0.011i & 0.023 + 0.026i & 0.093 + 0.401i & 0.025 - 0.010i \\ -0.005 + 0.025i & 0.021 + 0.011i & -0.017 - 0.019i & -0.034 + 0.015i & -0.024 - 0.009i & 0.093 + 0.401i \end{pmatrix} \frac{\Omega}{\text{km}}$$

Dada la longitud de la línea:

Impedancia de secuencia directa ( $\Omega$ ).....**0,334 + j 1,459**

Impedancia de secuencia inversa ( $\Omega$ ).....**0,334 + j 1,459**

Impedancia de secuencia homopolar ( $\Omega$ ) .....**0,998 + j 3,715**

Para el cálculo de las admitancias de secuencia se recurre a la matriz de capacidades de línea. Esta matriz es inversa a la matriz de coeficientes de potencial que se estudia más adelante en este proyecto.

$$C_{abc} = \lambda^{-1}$$

Y para la matriz de capacidades de secuencia se recurre a la misma matriz A.

$$C_{012} = A^{-1} C_{abc} A$$

Para la matriz de admitancias de secuencia se multiplica por la pulsación y el complejo j:

$$Y_{012} = j 2 \pi f C_{012}$$

- o **Tramo 1** (SET RUEDA OESTE 220/30 kV – Apoyo N° DC1 LAAT 220 kV SET RUEDA OESTE 220/30 kV – SET PRE-RUEDA 400/220 kV)

$$Y_{012} = \begin{pmatrix} 1.5203i & 0.0824 + 0.0668i & -0.0824 + 0.0668i \\ -0.0824 + 0.0668i & 0.0000 + 2.6935i & 0.0693 - 0.0624i \\ 0.0824 + 0.0668i & -0.0693 - 0.0624i & -0.0000 + 2.6935i \end{pmatrix} \frac{\mu S}{\text{km}}$$

Dada la longitud de la línea:

Susceptancia de secuencia directa ( $\mu S$ )..... 7,256

Susceptancia de secuencia inversa ( $\mu S$ ) ..... 7,256

Susceptancia de secuencia homopolar ( $\mu S$ )..... 4,095

- o **Tramo 2** (Nº DC1 LAAT 220 kV SET RUEDA OESTE 220/30 kV – SET PRE-RUEDA 400/220 kV – SET PRE-RUEDA 400/220 kV)

$$Y_{012} = \begin{pmatrix} 1.893i & 0.039 - 0.069i & -0.039 - 0.069i & -0.701i & -0.066 - 0.075i & 0.066 - 0.075i \\ -0.039 - 0.069i & 2.78i & -0.139 + 0.105i & -0.015 + 0.105i & 0.119 + 0.112i & 0.114 - 0.063i \\ 0.039 - 0.069i & 0.139 + 0.105i & 2.78i & 0.015 + 0.105i & -0.114 - 0.063i & -0.119 + 0.112i \\ -0.701i & 0.015 + 0.105i & -0.015 + 0.105i & 1.901i & 0.117 - 0.014i & -0.117 - 0.014i \\ 0.066 - 0.075i & -0.119 + 0.112i & 0.114 - 0.063i & -0.117 - 0.014i & 2.79i & -0.144 + 0.068i \\ -0.066 - 0.075i & -0.114 - 0.063i & 0.119 + 0.112i & 0.117 - 0.014i & 0.144 + 0.068i & 2.79i \end{pmatrix} \frac{\mu S}{km}$$

Dada la longitud de la línea:

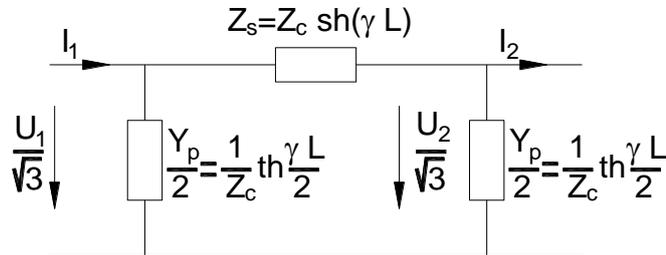
Susceptancia de secuencia directa ( $\mu S$ ) ..... 10,088

Susceptancia de secuencia inversa ( $\mu S$ ) ..... 10,088

Susceptancia de secuencia homopolar ( $\mu S$ ) ..... 6,869

#### 1.10.1.10. Equivalente en $\pi$ de la línea

Las ecuaciones de parámetros distribuidos de la línea se representarán físicamente mediante el siguiente cuadripolo eléctrico en  $\pi$ :



#### 1.10.1.11. Caída de tensión

Los cálculos de caída de tensión se realizan utilizando el equivalente en  $\pi$  de la línea. Se determina mediante la siguiente expresión:

$$\Delta U = \frac{|U_1| - |U_2|}{|U_2|} 100 \text{ (\%)}$$

siendo:

$$U_2 = U_2 \angle 0 \text{ (kV)}$$

$$\frac{U_1}{\sqrt{3}} = \text{ch}(\gamma l) \frac{U_2}{\sqrt{3}} + (Z_c \text{sh}(\gamma l)) I_2 \text{ (kV)}$$

donde :

$$I_2 = \frac{P}{\sqrt{3} |U_2| \cos(\varphi)} \angle \varphi \text{ (kA)}$$

$$I_1 = \frac{\text{sh}(\gamma l)}{Z_c} \frac{U_2}{\sqrt{3}} + \text{ch}(\gamma l) I_2 \text{ (kA)}$$

siendo:

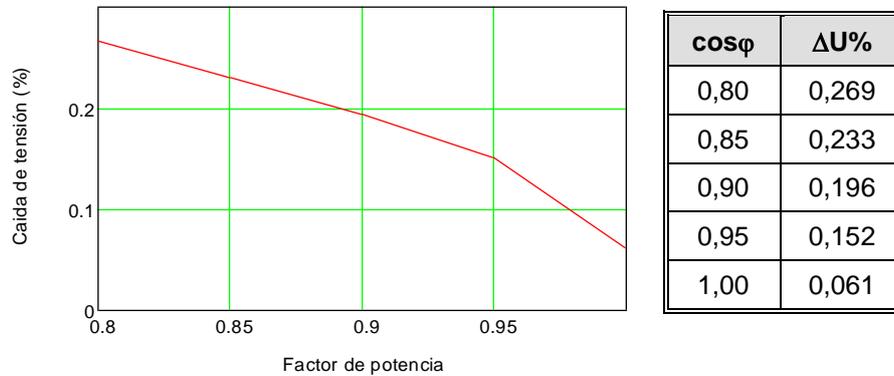
P: Potencia activa que transporta la línea (MW).

$\cos\varphi$ : Factor de potencia de la carga receptora.

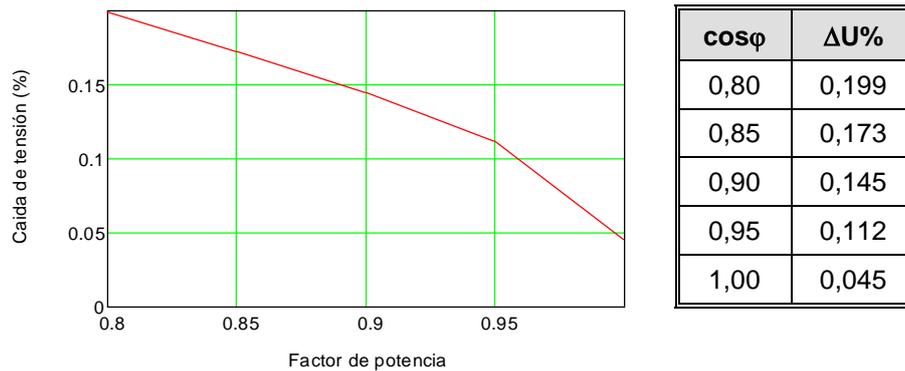
$U_2$ : Tensión compuesta de la línea en el extremo receptor (kV).

Los resultados obtenidos para los distintos factores de potencia son:

- **Tramo 1** (SET RUEDA OESTE 220/30 kV – Apoyo N° DC1 LAAT 220 kV SET RUEDA OESTE 220/30 kV – SET PRE-RUEDA 400/220 kV)



- **Tramo 2** (N° DC1 LAAT 220 kV SET RUEDA OESTE 220/30 kV – SET PRE-RUEDA 400/220 kV – SET PRE-RUEDA 400/220 kV)



Así, la caída de tensión de la línea completa se obtiene del resultado de la suma algebraica de las caídas de tensión de cada uno de los tramos en que se compone la totalidad de la línea:

| cosφ | ΔU%   |
|------|-------|
| 0,80 | 0,468 |
| 0,85 | 0,406 |
| 0,90 | 0,341 |
| 0,95 | 0,264 |
| 1,00 | 0,106 |

#### 1.10.1.12. Potencia máxima de transporte

Se ha estudiado la potencia máxima de transporte según el RLAT (2008). No obstante, tal y como contempla el reglamento de líneas, en apartados posteriores, se ha estudiado también la capacidad de transporte, según el límite térmico, para las condiciones climáticas consideradas en este proyecto.

##### 1.10.1.12.1. Densidad de corriente

La densidad máxima de corriente en régimen permanente para corriente alterna y frecuencia de 50 Hz se deduce de la tabla 11 del RLAT y de los coeficientes de reducción contenidos en el artículo 4.2.1 del mismo.

| CONDUCTOR                                  | AAAC A3 400 |
|--|-------------|
| DENSIDAD DE CORRIENTE (A/mm <sup>2</sup> ) | 1,97        |
| CORRIENTE MÁXIMA (A)                       | 915         |

### 1.10.1.12.2. Potencia máxima admisible de transporte

La potencia máxima que puede transportar la línea vendrá limitada por la intensidad máxima admisible del conductor o por la caída de tensión máxima que se fije y que, en general, no deberá exceder del 5 %.

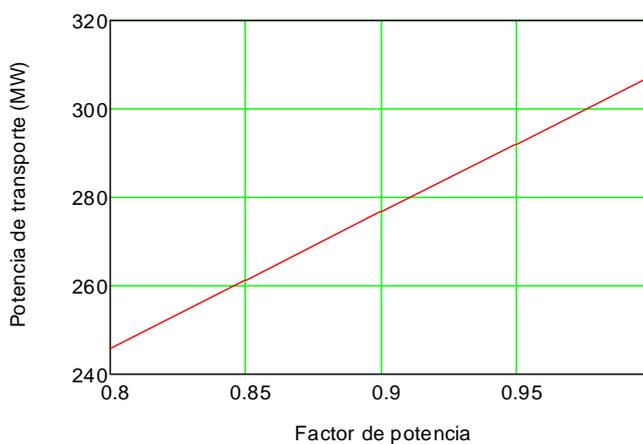
La máxima potencia de transporte de la línea se determinará mediante la siguiente expresión:

$$P_{\max} = n' \cdot n \cdot \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{\text{adm}} \cdot \cos\varphi \text{ (MW)}$$

siendo:

- n: Número de circuitos
- n': Número de conductores por fase
- U: Tensión nominal compuesta de la línea (kV)
- I<sub>adm</sub>: Intensidad máxima admisible del conductor (kA)
- cosφ: Factor de potencia de la carga receptora

La potencia máxima de transporte en función del factor de potencia se muestra a continuación:



| Cosφ | P <sub>MAX</sub> (MW) |
|------|-----------------------|
| 0,80 | 245,94                |
| 0,85 | 261,31                |
| 0,90 | 276,68                |
| 0,95 | 292,05                |
| 1,00 | 307,42                |

### 1.10.1.1. Efecto corona

De acuerdo con el apartado 4 de la ITC-LAT 07, en líneas de tensión nominal superior a 66 kV debe comprobarse el comportamiento de los conductores frente al efecto corona. Por ello, en el presente apartado se determina la tensión crítica disruptiva de aparición del efecto corona al objeto de verificar que los resultados obtenidos son inferiores a los valores a partir de los cuales se produce dicha perturbación.

La tensión a la cual el campo eléctrico producido es igual a la rigidez dieléctrica del aire se calculará mediante la siguiente expresión:

$$U_d = \frac{29.8}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{3} m_a \cdot m_c \cdot \delta \cdot \text{radio} \ln \left( \frac{\text{DMG}}{\text{RMG}} \right)$$

$U_d$ : Tensión crítica disruptiva

$m_c$ : Coeficiente de rugosidad del conductor, comprendido entre 0,83 y 0,87 para el caso de conductores cableados. En el presente proyecto se considera un valor de 0,85.

$m_a$ : Coeficiente meteorológico o “factor de mal tiempo”, que toma en consideración el efecto de la humedad sobre la tensión crítica disruptiva,  $U_d$ . En el caso más desfavorable, en verano, se supone un valor de 0,95.

RMG: Radio Medio Geométrico del conductor, en cm. Se puede tomar con la suficiente aproximación igual al radio del conductor en circuitos simples.

DMG: Distancia Media Geométrica entre ejes de fases, en cm.

$r$ : Radio del conductor en cm

$\delta$ : factor corrector de la densidad del aire en función de la altura sobre el nivel del mar y la temperatura. Este factor resulta directamente proporcional a la presión barométrica e inversamente proporcional a la temperatura absoluta del aire. Se determina a través de la siguiente expresión:

$$\delta = \frac{273 + 25}{76} \cdot \frac{h}{273 + t} = \frac{3,921 \cdot h}{273 + t}$$

donde:

- $t$  = Temperatura máxima correspondiente a la altitud del punto considerado, en °C (en el presente proyecto se considera la temperatura medida en verano de 31 °C).
- $h$  = Presión barométrica en cm de columna de mercurio a la altura (media) de la línea. Esta presión, dependiente de la altitud sobre el nivel del mar en el punto considerado, habitualmente se determina a través de la fórmula de Halley:

$$\log h = \log 76 - \frac{y}{18.336} \Rightarrow h = 10^{\log 76 - \frac{y}{18.336}}$$

considerando “ $y$ ” a la altitud sobre el nivel del mar, en m.

En el caso de haces múltiples, el valor obtenido para un conductor único se divide por un factor  $\beta$ :

$$\beta = \frac{1 + (n - 1) \cdot \frac{r}{R}}{n}$$

- **Tramo 1** (SET RUEDA OESTE 220/30 kV – Apoyo N° DC1 LAAT 220 kV SET RUEDA OESTE 220/30 kV – SET PRE-RUEDA 400/220 kV)

La altura máxima aproximada del tramo es de 369 metros, por lo que se aplica dicho valor para el cálculo del factor corrector de la densidad del aire.

Con todo, se obtiene el siguiente resultado:

$$\delta = 0,963$$

$$U_c = 252,612 \text{ kV}$$

En las condiciones habituales de funcionamiento de la instalación, la tensión máxima eficaz será de 245 kV, inferior a la tensión crítica disruptiva calculada, por lo cual en dichas condiciones **“no se producirá efecto corona”**.

- **Tramo 2** (N° DC1 LAAT 220 kV SET RUEDA OESTE 220/30 kV – SET PRE-RUEDA 400/220 kV – SET PRE-RUEDA 400/220 kV)

La altura máxima aproximada del tramo es de 350 metros, por lo que se aplica dicho valor para el cálculo del factor corrector de la densidad del aire.

Con todo, se obtiene el siguiente resultado:

$$\delta = 0,963$$

$$U_c = 255,555 \text{ kV}$$

En las condiciones habituales de funcionamiento de la instalación, la tensión máxima eficaz será de 245 kV, inferior a la tensión crítica disruptiva calculada, por lo cual en dichas condiciones **“no se producirá efecto corona”**.

#### 1.10.1.1.1. Pérdidas de potencia debidas al efecto corona

Como el gradiente de potencial en la superficie de los conductores es menor que el gradiente de potencial crítico, **no se produce efecto corona**.

Las pérdidas de potencia debidas al efecto corona serán, por tanto, **nulas**.

### 1.10.1.2. Pérdidas de potencia

Las pérdidas de potencia en la línea son las debidas al efecto Joule.

Las pérdidas por efecto Joule dependen de la intensidad de corriente de la línea y del estado de los aisladores y vendrán dadas por la siguiente expresión:

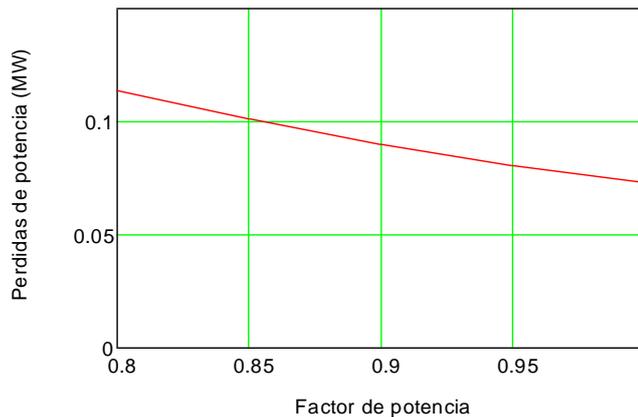
$$P_j = \sqrt{3} \cdot \text{Re} |U_1 \cdot I_1^* - U_2 \cdot I_2^*| \text{ (MW)}$$

siendo:

- U<sub>1</sub>: Tensión en el extremo emisor (kV)
- I<sub>1</sub>: Intensidad en el extremo emisor (kA)
- U<sub>2</sub>: Tensión en el extremo receptor (kV)
- I<sub>2</sub>: Intensidad en el extremo receptor (kA)

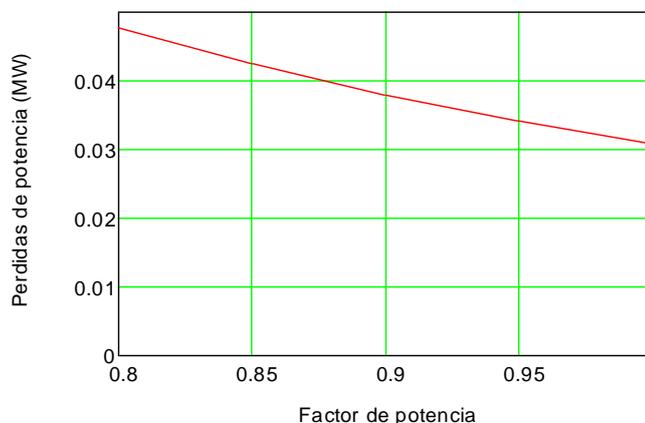
Las pérdidas de potencia totales en la línea serán la suma de las dos:

- **Tramo 1** (SET RUEDA OESTE 220/30 kV – Apoyo N° DC1 LAAT 220 kV SET RUEDA OESTE 220/30 kV – SET PRE-RUEDA 400/220 kV)



| Cosφ | ΔP (MW) | ΔP (%) |
|------|---------|--------|
| 0,80 | 0,120   | 0,096  |
| 0,85 | 0,100   | 0,085  |
| 0,90 | 0,090   | 0,076  |
| 0,95 | 0,080   | 0,068  |
| 1,00 | 0,070   | 0,062  |

- **Tramo 2** (N° DC1 LAAT 220 kV SET RUEDA OESTE 220/30 kV – SET PRE-RUEDA 400/220 kV – SET PRE-RUEDA 400/220 kV)



| Cosφ | ΔP (MW) | ΔP (%) |
|------|---------|--------|
| 0,80 | 0,050   | 0,071  |
| 0,85 | 0,040   | 0,063  |
| 0,90 | 0,040   | 0,056  |
| 0,95 | 0,030   | 0,051  |
| 1,00 | 0,030   | 0,046  |

Así, las pérdidas de potencia de la línea completa se obtienen del resultado de la suma algebraica de las pérdidas de cada uno de los tramos en que se compone la totalidad de la línea:

| Cosφ | ΔP (MW) | ΔP (%) |
|------|---------|--------|
| 0,80 | 0,170   | 0,167  |
| 0,85 | 0,140   | 0,148  |
| 0,90 | 0,130   | 0,132  |
| 0,95 | 0,110   | 0,119  |
| 1,00 | 0,100   | 0,108  |

### 1.10.1.3. Campo Eléctrico en las proximidades de la línea

El cálculo del campo eléctrico se efectúa a partir del método de simulación de cargas. En este método se simula cada conductor con una carga lineal en el centro del mismo. El vector con la carga de cada uno de los conductores está evaluado y es el siguiente:

$$q = \begin{pmatrix} 2.686 \times 10^3 + 194.489j \\ -1.255 \times 10^3 + 2.071j \times 10^3 \\ -1.55 \times 10^3 - 2.193j \times 10^3 \\ 129.413 + 208.575j \end{pmatrix} \cdot \frac{\mu\text{C}}{\text{km}}$$

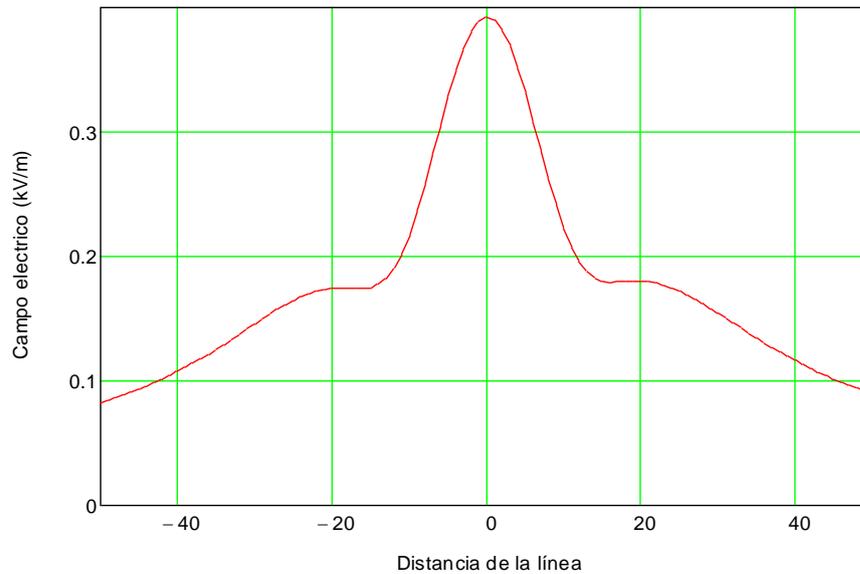
El campo eléctrico vectorial en cualquier punto del espacio es la resultante de las contribuciones de las cargas de los conductores:

$$\vec{E}_T = \frac{1}{2\pi \epsilon_o} \sum_{i=1}^n \frac{q_i}{r_i} \vec{r}_i$$

Donde

- $\epsilon_o$  Es la permitividad relativa del aire
- $q_i$  Es la carga del conductor i
- $r_i$  Es la distancia entre el conductor y el punto considerado

El módulo del campo eléctrico a 50 metros a cada lado del eje de la línea y a 2 metros por encima del suelo se representa en la siguiente gráfica:



Como se puede observar el máximo valor de campo eléctrico es inferior al recomendado para la exposición de personas, para campos eléctricos de 50 Hz que se puede establecer en 5kV/m.

#### 1.10.1.4. Nivel de ruido audible

Se ha implementado la metodología desarrollada por el Electric Power Research Institute, la cual permite llevar en consideración tanto la propagación como la absorción de las ondas esféricas de sonido en el aire, y además llevar incluido el rango de frecuencias concebidas al umbral auditivo humano, permitiendo así, la contrastación de los valores teóricos con mediciones realizadas en la escala de ponderación A (dB(A)).

La metodología permite evaluar el ruido audible total, como una superposición del ruido audible producido por cada conductor, para condiciones de lluvia.

Primero se ha de obtener la potencia acústica en el periodo de lluvia por medio de:

$$A1 = 20\log(n') + 44\log(100d) - \frac{655}{E_n} + K_{nn} \quad (dB)$$

Donde

- $n'$  Es el número de subconductores por haz
- $d$  Es el diámetro del conductor en metros
- $E_n$  Es el gradiente máximo de potencial en la superficie del conductor (kV/cm)
- $K_{nn}$  Es un factor de corrección que depende del número de subconductores

Posteriormente se incluyen los efectos tanto de propagación como de absorción en el aire, dando como resultado:

$$P(20\mu Pa)_i = A1 - 10\log(r_i) - 0.02r_i$$

Donde

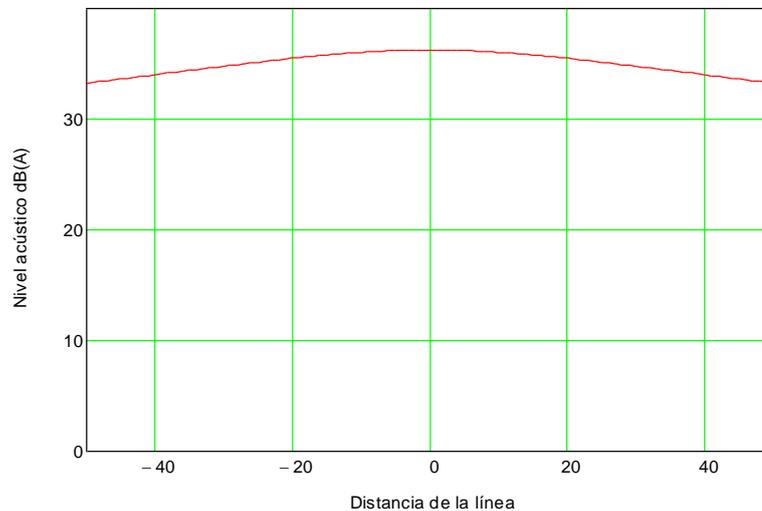
$P(20\mu\text{Pa})_i$  Es la referencia tomada para el nivel de presión sonora

$r_i$  Es la distancia entre el punto considerado y el conductor en metros

Por último, se suman las contribuciones de todos los conductores, mediante la siguiente ecuación:

$$P_{total}(dB) = 10 \log \sum_{i=1}^n 10^{\frac{P_i}{10}}$$

En la siguiente gráfica se puede observar el nivel de ruido que se puede presentar en la línea con lluvia, en posiciones que van desde los 50 metros a un lado de la línea hasta el otro.



Como se puede ver en las gráficas, los valores de ruido audible son considerablemente inferiores a los 52,5 dB (A) a 30 metros de la línea, valor considerado como límite para resultar molestas a las personas.

#### 1.10.1.5. Potencia de transporte en función de temperatura

La potencia que puede transportar la línea se puede calcular, además, con el balance térmico en el conductor, dadas las temperaturas ambiente y temperatura máxima del cable.

Para realizar el cálculo se ha utilizado un método desarrollado en el CIGRE del grupo de trabajo 12 denominado "THERMAL BEHAVIOUR OF OVERHEAD CONDUCTORS".

Para la resolución del problema se cuenta con el balance térmico en el conductor, esto es que el calor generado sea igual al calor evacuado en régimen permanente

$$Q_{gen} = Q_{ced}$$

El calor es generado por cuatro motivos: El efecto Joule en el conductor, efectos magnéticos (como efecto pelicular), radiación solar sobre el conductor y las pérdidas

por efecto corona. En cuanto al calor cedido se estudia la radiación al medio ambiente, la convección ya sea natural o forzada y por último efecto de evaporación de agua.

$$Q_J + Q_M + Q_S + Q_i = Q_c + Q_r + Q_w$$

#### 1.10.1.5.1. Calor aportado por radiación solar

La radiación solar sobre el cable tiene en cuenta tanto la directa como la difusa. Se puede escribir:

$$Q_S = \alpha_s S D_c$$

siendo:

- $\alpha_s$  Absorbidad del conductor con un valor de 0,5
- S Radiación solar global, se estima un valor de 438 W/m<sup>2</sup> para verano, y un valor de 369 W/m<sup>2</sup> en invierno.
- $D_c$  Diámetro del conductor en m.

por lo tanto el calor aportado por el sol al cable es:

$$Q_S = \begin{pmatrix} 6.1 \\ 6.0 \\ 5.2 \\ 5.2 \end{pmatrix} \cdot \frac{W}{m}$$

#### 1.10.1.5.2. Calor aportado por efecto corona

El aporte de calor por efecto corona es solamente significativa con los altos gradientes superficiales del tensión que están presentes durante la precipitación suele haber vientos y existe mucha refrigeración por evaporación del agua. Debido a este hecho, y al hecho de que el cálculo se realiza para evaluar la potencia máxima de las líneas no se considera necesario incluir las fórmulas para el cálculo del calentamiento por efecto corona.

$$Q_i = 0 \text{ W/m}$$

#### 1.10.1.5.3. Calor cedido por radiación

Debido al hecho de que la pérdida de radiación es una pequeña fracción del total de la pérdida de calor, especialmente con convección forzada, a menudo es suficientemente preciso escribir:

$$Q_r = \pi D_c \varepsilon \sigma_b (T_c^4 - T_{amb}^4)$$

siendo:

- $\varepsilon_s$  Emisividad del conductor con un valor de 0,5
- $\sigma_b$  Constante de Stefan-Boltzmann de valor 5,67 10<sup>-8</sup> W/m<sup>2</sup> K<sup>4</sup>
- $T_c$  Es la temperatura del conductor en régimen permanente 85 °C
- $T_{amb}$  Es la temperatura ambiente máxima en función de la época del año.

Para los siguientes valores de temperatura ambiente:

$$\theta_l = \begin{pmatrix} 31 \\ 22 \\ 11 \\ 20 \end{pmatrix} \cdot ^\circ\text{C}$$

Se obtiene un valor de calor cedido por radiación para cada una de las estaciones del año de:

$$Q_r = \begin{pmatrix} 19.7 \\ 22.1 \\ 24.7 \\ 22.6 \end{pmatrix} \cdot \frac{\text{W}}{\text{m}}$$

#### 1.10.1.5.4. Enfriamiento por evaporación

El enfriamiento por evaporación no se altera significativamente con el vapor de agua que está presente en el aire o con las gotitas de agua que va arrastrado en la corriente de aire alrededor del conductor. Los efectos del enfriamiento por evaporación son generalmente ignorados, y por lo tanto no son tratadas en el presente documento.

$$Q_w = 0 \text{ W/m}$$

#### 1.10.1.5.5. Calor cedido por convección

La superficie caliente del conductor calienta el aire adyacente, y la densidad del aire caliente se reduce, por lo tanto, provocando el ascenso de este aire en el caso de convección natural ( $V = 0$ ), o que será arrastrado en caso de convección forzada ( $V \neq 0$ ). Aire frío reemplaza el aire caliente, refrigerando el conductor.

En el caso que nos ocupa donde las velocidades de viento son pequeñas, se calculará tanto la convección forzada como la natural y se elegirá el mayor valor del coeficiente de transmisión del calor por convección dado por ambos casos.

En cualquier caso la forma de calcular será:

$$Q_c = \pi \lambda_f (T_c - T_{\text{amb}}) Nu$$

donde:

- $\lambda_f$  Conductividad térmica del aire que se encuentra en las proximidades del conductor
- $Nu$  Número de Nusselt, que se calculará en función del tipo de convección, forzada o natural

#### 1.10.1.5.5.1. Convección forzada

En rangos de operación normales se puede decir:

$$Nu = B_1 Re^n$$

Los valores de  $B_1$  y  $n$  están en función de la rugosidad del conductor, y esta se puede calcular con la siguiente expresión:

$$Rf = \frac{d}{2(D_c - d)}$$

Siendo:

$d$  El diámetro del hilo exterior al cable 3,08 mm

El valor obtenido de la rugosidad es 0,063, y por tanto los valores obtenidos son:

$$B_1 = 0,641$$

$$n = 0,471$$

El número de Reynolds para una corriente de aire se puede calcular como:

$$Re = \frac{\rho_r D_c v}{\nu_f}$$

Donde:

$\rho_r$  La densidad relativa del aire

$v$  La velocidad del viento 0,6 m/s para el caso de estudio

$\nu_f$  La viscosidad cinemática del aire en  $m^2/s$

Los valores obtenidos son diferentes para distintas estaciones del año, ya que las propiedades del aire son función de la temperatura, de este modo se tienen valores del número de Reynolds para las cuatro estaciones:

$$Re_i = \begin{pmatrix} 867.2 \\ 887.5 \\ 913.6 \\ 892.1 \end{pmatrix}$$

Los valores del número de Nusselt para el flujo de aire perpendicular al cable son:

$$Nu_f = \begin{pmatrix} 15.514 \\ 15.683 \\ 15.899 \\ 15.722 \end{pmatrix}$$

La dirección del viento juega un papel importante en la eficacia de la refrigeración por convección forzada. El número de Nusselt varía en función del ángulo de ataque  $\delta$ , respecto al eje del conductor, de la siguiente manera:

$$Nu_{\delta} = Nu_{90} (A_1 + B_2 \sin \delta^{m_1})$$

Donde:

- $\delta$  El ángulo de ataque del viento respecto al cable, normalmente se emplean  $45^{\circ}$  cuando no hay una dirección específica de viento
- $A_1$  Valor adimensional igual a 0,42
- $B_2$  Valor adimensional igual a 0,58
- $m_1$  Valor adimensional igual a 0,90

Por tanto los valores del número de Nusselt para el flujo de aire real son:

$$Nu_{\delta} = \begin{pmatrix} 13.103 \\ 13.246 \\ 13.428 \\ 13.279 \end{pmatrix}$$

#### 1.10.1.5.5.2. Convección natural

El número de Nusselt para enfriamiento por convección natural depende del producto de los números de Grashof y Prandtl:

$$Nu = A_2 (Gr Pr)^{m_2}$$

El número de Prandtl es:

$$Pr = \frac{c\mu}{\lambda_f}$$

Donde:

- $c$  Es el calor específico del aire a presión constante en J/kg K
- $\mu$  Es la viscosidad dinámica del aire en kg/m s
- $\lambda_f$  Conductividad térmica del aire que se encuentra en las proximidades del conductor

Por tanto el número es únicamente función de la temperatura y de este modo se obtienen cuatro valores para las cuatro estaciones del año:

$$Pr = \begin{pmatrix} 0.7005 \\ 0.7016 \\ 0.7030 \\ 0.7019 \end{pmatrix}$$

Y se define el número de Grashof:

$$Gr = \frac{D_c^3 (T_c - T_{amb}) g}{T_{av} \nu_f}$$

Donde:

- g Es la aceleración de la gravedad 9,81m/s<sup>2</sup>
- T<sub>av</sub> Es la temperatura del aire que rodea al cable, en K
- ν<sub>f</sub> La viscosidad cinemática del aire en m<sup>2</sup>/s
- D<sub>c</sub> Es el diámetro exterior del conductor
- T<sub>c</sub> Es la temperatura del conductor en régimen permanente 85 °C
- T<sub>amb</sub> Es la temperatura ambiente que es función de la estación del año

Los valores obtenidos son:

$$Gr = \begin{pmatrix} 26790 \\ 31255 \\ 36712 \\ 32247 \end{pmatrix}$$

Los valores de las constantes A<sub>2</sub> y m<sub>2</sub> están en función del rango del producto GrPr y para los valores del proyecto:

$$A_2 = 0,48$$

$$m_2 = 0,25$$

El número de Nusselt para enfriamiento por convección natural es:

$$Nu_n = \begin{pmatrix} 5.618 \\ 5.841 \\ 6.084 \\ 5.887 \end{pmatrix}$$

Como se expuso anteriormente para el calor cedido por convección natural se utilizará el máximo valor del número de Nusselt de convección natural y forzada, para el caso del proyecto que nos ocupa los valores son:

$$Nu = \begin{pmatrix} 13.103 \\ 13.246 \\ 13.428 \\ 13.279 \end{pmatrix}$$

$$Q_C = \begin{pmatrix} 63.074 \\ 73.543 \\ 86.335 \\ 75.868 \end{pmatrix} \cdot \frac{W}{m}$$

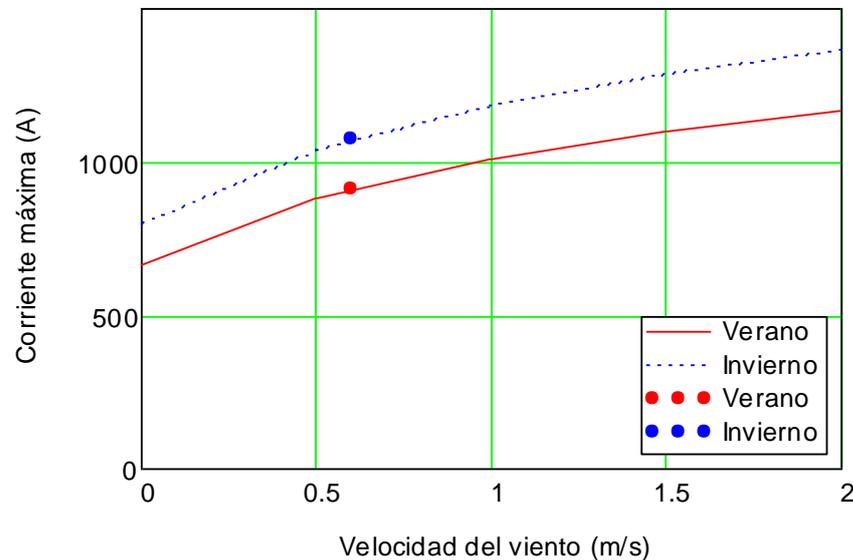
### 1.10.1.6. Potencia máxima de transporte por estaciones del año

La corriente máxima obtenida del balance térmico y teniendo en cuenta los efectos magnéticos sobre el conductor se puede poner como:

$$I_{\max} = \sqrt{\frac{Q_r + Q_c - Q_s}{R_{\theta ca}}}$$

Dados los valores del proyecto, para cada una de las estaciones del año:

$$I_{in} = \begin{pmatrix} 913.5 \\ 987.8 \\ 1.1 \times 10^3 \\ 1 \times 10^3 \end{pmatrix} A$$



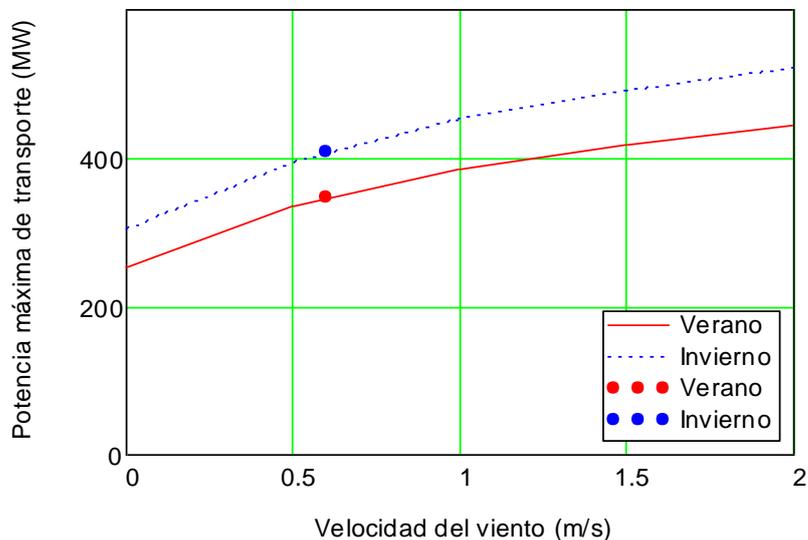
Y dada la tensión de la línea, la potencia máxima de transporte del tramo aéreo (para las condiciones estudiadas como más desfavorables, para un factor de potencia  $\cos\phi=1$  y para las estaciones de invierno y verano) es:

$$P_{MAX} = \begin{pmatrix} 348.1 \\ 376.4 \\ 409.3 \\ 384.1 \end{pmatrix} \cdot MW$$

**Verano: 348,1 MW / Invierno: 409,3 MW**

Estos valores están calculados para una velocidad del viento de 0,6 m/s.

En la tabla adjunta, se indica la variación de la potencia máxima de transporte del tramo aéreo, en las estaciones de invierno y verano en función de la variación de la velocidad del viento.



### 1.10.1.7. Aislamiento

Se establece un nivel de aislamiento mínimo, tal como se indica en la Tabla 12 del apartado 4.4 Coordinación de aislamiento dentro de la ITC-LAT 07 del Reglamento de líneas de Alta tensión, que se recoge en la siguiente tabla:

|   |       |
|---|-------|
| Tensión nominal (kV)                              | 220   |
| Tensión más elevada (kV eficaces)                 | 245   |
| Tensión de ensayo a impulso tipo rayo (kV cresta) | 1.050 |

Este nivel de aislamiento se tomará como base para la determinación de los niveles de aislamiento de las cadenas de aisladores utilizadas en el proyecto.

Se considera un nivel de contaminación medio (II), definiendo como adecuada una línea de fuga nominal de 20 mm/kV (según ITC-LAT-07). Este nivel de contaminación es equivalente a:

- Zona con industrias que no producen humo especialmente contaminante y/o con densidad media de viviendas equipadas con calefacción.
- Zonas con elevada densidad de viviendas y/o industrias pero sujetas a vientos frecuentes y/o lluvia.

El aislamiento se realizará mediante cadenas de aisladores de vidrio del tipo caperuza y vástago con la siguiente composición, tal y como se muestra en los planos:

El aislamiento se realizará mediante cadenas de aisladores de vidrio del tipo caperuza y vástago con la siguiente composición, tal y como se muestra en los planos:

| TENSIÓN (kV) | CONDUCTOR   | SUSPENSIÓN | AMARRE |
|--------------|-------------|------------|--------|
| 220          | AAAC A3 400 | 14         | 14     |

Las características de los elementos de aislador son:

| DENOMINACIÓN                          | U-160-BS |
|---------------------------------------|----------|
| Carga de rotura electromecánica (daN) | 16.000   |
| Diámetro nominal (mm)                 | 280      |
| Paso nominal (mm)                     | 146      |
| Línea de fuga (mm)                    | 380      |
| Acoplamiento (IEC-60120)              | 20       |
| Peso aproximado (kg)                  | 5,9      |

Las características eléctricas de las cadenas de aisladores se ajustarán a lo establecido en las normas UNE-EN 60305, UNE-EN 60433, CEI 383 y CEI 815 y se indican en la siguiente tabla:

| Tensión (kV) | Tipo aislador | Nº Aisladores | Tensión soportada 50 Hz seco (kV) | Tensión soportada 50 Hz bajo lluvia (kV) | Tensión soportada impulso tipo rayo 1,2/50µs (kV) | Línea de fuga (m) |
|--------------|---------------|---------------|-----------------------------------|--|---|-------------------|
| 220          | U 160-BS      | 14            | 675                               | 510                                      | 1.095   | 5,320             |

Las características mecánicas de las cadenas de suspensión utilizadas son las reflejadas en la siguiente tabla:

| Tensión (kV) | Tipo aislador | Nº Aisladores | Carga de rotura (daN) | Longitud aprox. (mm) | Peso aprox. (daN) |
|--------------|---------------|---------------|-----------------------|----------------------|-------------------|
| 220          | U 160-BS      | 14            | 16.000                | 2.454                | 133,28            |

Las características mecánicas de las cadenas de amarre utilizadas son las reflejadas en la siguiente tabla:

| Tensión (kV) | Tipo aislador | Nº Aisladores | Carga de rotura (daN) | Longitud aprox. (mm) | Peso aprox. (daN) |
|--------------|---------------|---------------|-----------------------|----------------------|-------------------|
| 220          | U 160-BS      | 14            | 16.000                | 2.468                | 129,80            |

El esfuerzo que soporta cada una de las cadenas del proyecto, así como el coeficiente de seguridad que tiene, se muestra en la siguiente tabla:

| Nº Apoyo                | Tipo    | Esfuerzo cadena (daN) | Esfuerzo admisible (daN) | C.S.  |
|-------------------------|---------|-----------------------|--------------------------|-------|
| PÓRTICO SET RUEDA OESTE | PÓRTICO | 502                   | 16.000                   | 31,90 |
| SC1-A                   | FL      | 501                   | 16.000                   | 31,94 |
| SC1-B                   | FL      | 4.734                 | 16.000                   | 3,38  |
| SC2                     | AL-S    | 2.396                 | 16.000                   | 6,68  |
| SC3-A                   | AG-AM   | 4.742                 | 16.000                   | 3,37  |
| SC3-B                   | AG-AM   | 4.689                 | 16.000                   | 3,41  |
| SC4                     | AL-S    | 2.353                 | 16.000                   | 6,80  |
| SC5                     | AL-S    | 2.360                 | 16.000                   | 6,78  |
| SC6                     | AL-S    | 2.356                 | 16.000                   | 6,79  |
| SC7                     | AL-S    | 2.361                 | 16.000                   | 6,78  |
| SC8-A                   | AG-AM   | 4.744                 | 16.000                   | 3,37  |
| SC8-B                   | AG-AM   | 4.406                 | 16.000                   | 3,63  |
| SC9-A                   | AG-AM   | 4.406                 | 16.000                   | 3,63  |

| Nº Apoyo              | Tipo    | Esfuerzo cadena (daN) | Esfuerzo admisible (daN) | C.S.  |
|-----------------------|---------|-----------------------|--------------------------|-------|
| SC9-B                 | AG-AM   | 4.872                 | 16.000                   | 3,28  |
| DC1-A                 | FL      | 4.703                 | 16.000                   | 3,40  |
| DC1-B                 | FL      | 4.713                 | 16.000                   | 3,39  |
| DC2                   | AL-S    | 2.399                 | 16.000                   | 6,67  |
| DC3-A                 | AL-AM   | 4.716                 | 16.000                   | 3,39  |
| DC3-B                 | AL-AM   | 4.894                 | 16.000                   | 3,27  |
| DC4-A                 | AG-AM   | 4.950                 | 16.000                   | 3,23  |
| DC4-B                 | AG-AM   | 4.647                 | 16.000                   | 3,44  |
| DC5-A                 | AG-AM   | 4.596                 | 16.000                   | 3,48  |
| DC5-B                 | AG-AM   | 4.587                 | 16.000                   | 3,49  |
| DC6-A                 | AG-AM   | 4.588                 | 16.000                   | 3,49  |
| DC6-B                 | AG-AM   | 4.805                 | 16.000                   | 3,33  |
| DC7                   | AL-S    | 2.425                 | 16.000                   | 6,60  |
| DC8                   | AL-S    | 2.432                 | 16.000                   | 6,58  |
| DC9-A                 | AG-AM   | 4.815                 | 16.000                   | 3,32  |
| DC9-B                 | AG-AM   | 4.812                 | 16.000                   | 3,33  |
| DC10                  | AL-S    | 2.432                 | 16.000                   | 6,58  |
| DC11-A                | FL      | 4.799                 | 16.000                   | 3,33  |
| DC11-B                | FL      | 529                   | 16.000                   | 30,22 |
| PÓRTICO SET PRE-RUEDA | PÓRTICO | 509                   | 16.000                   | 31,45 |

### 1.10.2. Cálculo mecánico de conductores

Este apartado se refiere al estudio de las condiciones en que deben tenderse los conductores y los esfuerzos que estos provocan en los apoyos.

#### 1.10.2.1. Características de la línea

|   |           |
|---|-----------|
| Tensión nominal (kV).....                   | U = 220   |
| Categoría.....                              | Especial  |
| Zona de aplicación .....                    | ZONA A    |
| Longitud de la línea (km) .....             | L = 6,323 |
| Velocidad del viento (km/h).....            | V = 140   |
| Longitud cadena aisladores (m).....         | l = 2,468 |
| Peso de la cadena de aisladores (daN) ..... | P = 133,2 |

#### 1.10.2.2. Características del conductor

Las características mecánicas del conductor son:

|   |                           |
|---|---------------------------|
| Tipo .....  | AAAC A3 400               |
| Norma.....  | IEC 61089                 |
| Material.....   | Aleación de aluminio      |
| Sección total (mm <sup>2</sup> ) .....                      | S <sub>a</sub> = 465,00   |
| Nº alambres y diámetro (mm) .....                           | 37 x 4,00                 |
| Diámetro total (mm) .....                                   | d <sub>a</sub> = 28,00    |
| Peso (daN/m) .....  | p = 1,2557                |
| Carga de rotura (daN).....                                  | C <sub>r</sub> = 14.640   |
| Módulo de elasticidad (daN/mm <sup>2</sup> ) .....          | E = 5.589                 |
| Coefficiente de dilatación lineal (°C <sup>-1</sup> ) ..... | α = 23,0 10 <sup>-6</sup> |

#### 1.10.2.3. Acciones consideradas

##### 1.10.2.3.1. Cargas permanentes

Según la ITC-07 en su punto 3.1.1 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión, se considera la carga vertical debida al peso propio del conductor.

|                                  |                        |
|----------------------------------|------------------------|
| Peso del conductor (daN/m) ..... | p <sub>c</sub> = 1,256 |
|----------------------------------|------------------------|

##### 1.10.2.3.2. Acción del viento

Según la ITC-07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión, se considerará la presión del viento sobre el conductor en función del diámetro del mismo. Se ha considerado una velocidad máxima de viento de 140km/h.

|  |                        |
|--|------------------------|
| Acción del viento horizontal (daN/m) ..... | p <sub>v</sub> = 1,906 |
|--|------------------------|

#### 1.10.2.4. Hipótesis de partida

##### 1.10.2.4.1. Límite estático

La tensión máxima de los conductores es la indicada en la siguiente tabla:

| CONDUCTOR   | CARGA DE ROTURA (daN) | COEF.SEGURIDAD Cs | TENSIÓN MÁXIMA(daN) |
|-------------|-----------------------|-------------------|---------------------|
| AAAC A3 400 | 14.640,00             | 3,00              | 4.880,00            |
| AAAC A3 400 | 14.640,00             | 4,00              | 3.660,00            |
| AAAC A3 400 | 14.640,00             | 5,00              | 2.928,00            |
| AAAC A3 400 | 14.640,00             | 14,64             | 1.000,00            |
| AAAC A3 400 | 14.640,00             | 29,28             | 500,00              |
| AAAC A3 400 | 14.640,00             | 0,00              | 0,00                |

##### 1.10.2.4.2. Límite dinámico

Los fenómenos vibratorios se tendrán presente en las siguientes hipótesis de carga:

###### 1.10.2.4.2.1. Hipótesis CHS (Cold Hours Stress)

La hipótesis de carga CHS tiene en cuenta el fenómeno de vibración eólica del cable en condiciones de tensión más elevada que es probable que ocurra periódicamente (0 °C en la zona A) sin sobrecarga, de modo que la tensión del cable nunca supere un % de la carga de rotura en estas condiciones.

El valor de tense CHS empleado en las tablas de cálculo mecánico es el indicado en la siguiente tabla

| CONDUCTOR   | CARGA DE ROTURA (daN) | TENSE CHS (daN) | % ROTURA |
|-------------|-----------------------|-----------------|----------|
| AAAC A3 400 | 14.640,00             | 3.367,20        | 23,00    |

###### 1.10.2.4.2.2. Hipótesis EDS (Every Day Stress)

La hipótesis de carga EDS tiene en cuenta el fenómeno de vibración eólica del cable en condiciones de temperatura normales (15 °C para todas zonas) sin sobrecarga, de modo que la tensión del cable nunca supere un % de la carga de rotura.

El valor de tense EDS empleado en las tablas de cálculo mecánico será el indicado en la siguiente tabla:

| CONDUCTOR   | CARGA DE ROTURA (daN) | TENSE EDS (daN) | % ROTURA |
|-------------|-----------------------|-----------------|----------|
| AAAC A3 400 | 14.640,00             | 3.074,40        | 21,00    |

### 1.10.2.5. Hipótesis de cálculo

#### 1.10.2.5.1. Tracción máxima admisible

Según la tabla 4 de la Instrucción Técnica Complementaria 07 del actual Reglamento de Líneas de Alta Tensión los conductores deberán resistir las sobrecargas siguientes:

ZONA A: Peso propio y sobrecarga de viento de 140km/h a  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$

$$p_c = \sqrt{p_c^2 + p_{v140}^2} \qquad p_v = 2,282 \text{ daN/m}$$

$$\theta_v = -5\text{ }^{\circ}\text{C}$$

#### 1.10.2.5.2. Hipótesis de flecha máxima

Según el actual Reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión (Art. 27.- 3), se determinará la flecha máxima de los conductores o cables de tierra en las hipótesis siguientes:

Hipótesis de viento: Acción del peso propio y una sobrecarga de viento de 120km/h a la temperatura de  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

$$p_{2v} = \sqrt{p_c^2 + p_v^2} \qquad p_{2v} = 1,880 \text{ daN/m}$$

$$\theta_{2v} = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$$

Hipótesis de temperatura: Acción del peso propio a la temperatura de  $85\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

$$p_{2t} = p_c \qquad p_{2t} = 1,256 \text{ daN/m}$$

$$\theta_{2t} = 85\text{ }^{\circ}\text{C}$$

#### 1.10.2.5.3. Hipótesis de flecha mínima

ZONA A: Peso propio sin sobrecarga a  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$

$$p_{2t} = p_c \qquad p_{2t} = 1,256 \text{ daN/m}$$

$$\theta_{2t} = -5\text{ }^{\circ}\text{C}$$

### 1.10.2.6. Vano ideal de regulación

El comportamiento de la componente horizontal de la tensión del cable en un cantón de la línea se puede asemejar al comportamiento del mismo cable en un único vano llamado vano ideal de regulación.

Siendo:

$$k = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{a_i'^3}{a_i^2}}{\sum_{i=1}^n \frac{a_i'^2}{a_i}}$$

$$a_i' = \sqrt{a_i^2 + b_i^2} \quad (\text{m})$$

donde:

$a_i$  : Longitud del vano  $i$  medido en la dirección longitudinal (m).

$b_i$  : Desnivel del vano  $i$  medido en la dirección vertical (m).

El vano ideal de regulación se determinará mediante la siguiente expresión:

$$a_r = k \sqrt{\frac{\sum a_i^3}{\sum \frac{a_i'^2}{a_i}}} \quad (\text{m})$$

Operando de esta forma se obtienen las tablas siguientes:

## VANOS IDEALES DE REGULACIÓN CONDUCTOR AAAC A3 400

| Cantón N° | Apoyo Inicial           | Apoyo Final           | Longitud Cantón (m) | Vano Regulación (m) | k        | Tense de flecha máxima (daN) | Tense Flecha mínima (daN) | Parámetro flecha máxima (m) | Parámetro flecha mínima (m) |
|-----------|-------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|----------|------------------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 1         | PÓRTICO SET RUEDA OESTE | SC1                   | 31,0                | 31,0                | 1,000029 | 153,5                        | 292,8                     | 119,9                       | 228,7                       |
| 2         | SC1                     | SC3                   | 686,6               | 343,9               | 1,000178 | 1.927,4                      | 3.449,2                   | 1.505,2                     | 2.693,7                     |
| 3         | SC3                     | SC8                   | 1.507,7             | 302,4               | 1,000983 | 1.805,3                      | 3.538,6                   | 1.409,9                     | 2.763,5                     |
| 4         | SC8                     | SC9                   | 168,8               | 168,8               | 1,000001 | 1.268,2                      | 3.886,8                   | 990,4                       | 3.035,4                     |
| 5         | SC9                     | DC1                   | 299,7               | 299,7               | 1,017841 | 1.783,9                      | 3.550,3                   | 1.393,1                     | 2.772,6                     |
| 6         | DC1                     | DC3                   | 630,5               | 334,4               | 1,001051 | 1.900,4                      | 3.468,8                   | 1.484,1                     | 2.709,0                     |
| 7         | DC3                     | DC4                   | 521,8               | 521,8               | 1,000853 | 2.273,6                      | 3.161,7                   | 1.775,5                     | 2.469,1                     |
| 8         | DC4                     | DC5                   | 265,2               | 265,2               | 1,001982 | 1.679,8                      | 3.629,2                   | 1.311,8                     | 2.834,2                     |
| 9         | DC5                     | DC6                   | 254,5               | 254,5               | 1,000001 | 1.642,1                      | 3.656,5                   | 1.282,4                     | 2.855,5                     |
| 10        | DC6                     | DC9                   | 1.152,6             | 389,8               | 1,000012 | 2.042,9                      | 3.366,2                   | 1.595,4                     | 2.628,8                     |
| 11        | DC9                     | DC11                  | 770,6               | 386,9               | 1,000172 | 2.036,1                      | 3.371,1                   | 1.590,1                     | 2.632,6                     |
| 12        | DC11                    | PÓRTICO SET PRE-RUEDA | 33,6                | 33,6                | 1,036124 | 158,4                        | 292,0                     | 123,7                       | 228,1                       |

### 1.10.2.7. Comparación de hipótesis

#### 1.10.2.7.1. Tensión mecánica

Partiendo de la tensión, temperatura y carga total correspondientes al valor de la tensión máxima adoptado, se calcula con la ayuda de la ecuación de cambio de condiciones, las tensiones respectivas a las hipótesis citadas en el apartado anterior.

Dicha ecuación es:

$$T_2^2 \cdot \left[ T_2 \cdot \frac{A \cdot a^2 \cdot p_1^2}{T_1^2} + B \cdot (\theta_2 - \theta_1) - T_1 \right] = A \cdot a^2 \cdot p_2^2$$

siendo:

|                 |   |
|-----------------|---|
| $T_1$           | Tensión del cable en condiciones iniciales en daN         |
| $q_1$           | Temperatura del cable en condiciones iniciales en °C      |
| $p_1$           | Carga del cable en condiciones iniciales, en daN/m        |
| $T_2, q_2, p_2$ | Los mismos conceptos anteriores en condiciones finales    |
| $a$             | Vano de cálculo en m                                      |
| $A$             | $\frac{S_a \cdot E}{24}$                                  |
| $B$             | $S \cdot E \cdot \alpha \text{ daN} \cdot \text{°C}^{-1}$ |

#### 1.10.2.7.2. Flecha

El cálculo de flechas se obtiene mediante la expresión:

$$f = \frac{T_0}{p_a} \cdot \left( \cosh \left( \frac{a \cdot p_a}{2 \cdot T_0} \right) - 1 \right)$$

siendo:

|       |  |
|-------|--|
| $p_a$ | Peso aparente del cable (daN/m).   |
| $T_0$ | Componente horizontal de la tensión del cable correspondiente al vano de regulación (daN). |
| $a$   | Longitud del vano (m).   |

Con los valores de  $p_a$  y  $T$  de cada vano de regulación obtenidos en las siguientes hipótesis:

Flecha máxima: aquella que resulte mayor de la comparación de las condiciones siguientes:

- Temperatura  $\theta_2 = 85 \text{ °C}$  sin sobrecarga
- Temperatura  $\theta_2 = 15 \text{ °C}$  y sobrecarga de viento

Flecha mínima:

- Temperatura  $\theta_2 = -5 \text{ °C}$  sin sobrecarga

se obtienen los parámetros de la catenaria de las curvas de replanteo correspondientes a la flecha máxima y mínima respectivamente.

CÁLCULO MECÁNICO DEL CONDUCTOR AAAC A3 400

| Nº Cantón | Tensión inicial | Vano reg. (m) | -5°C  |       | 85°C  |       | -5°C + V (140km/h) |       | 15°C + V (140km/h) |       | -5°C + V/2 |       | CHS a 0°C |       | EDS a 15°C |       | Ten. máxima |       |
|-----------|-----------------|---------------|-------|-------|-------|-------|--------------------|-------|--------------------|-------|------------|-------|-----------|-------|------------|-------|-------------|-------|
|           |                 |               | T     | F     | T     | F     | T                  | F     | T                  | F     | T          | F     | T         | %     | T          | %     | T           | C.S.  |
| 1         | 500,0           | 31,0          | 293   | 0,52  | 153   | 1,00  | 500                | 0,55  | 408                | 0,68  | 359        | 0,53  | 274       | 1,87  | 233        | 1,59  | 500         | 29,28 |
| 2         | 4.880,0         | 343,9         | 3.449 | 5,49  | 1.927 | 9,83  | 4.728              | 7,18  | 4.247              | 8,00  | 3.870      | 6,10  | 3.305     | 22,58 | 2.928      | 20,00 | 4.728       | 3,10  |
| 3         | 4.880,0         | 302,4         | 3.539 | 4,14  | 1.805 | 8,12  | 4.662              | 5,63  | 4.124              | 6,37  | 3.904      | 4,68  | 3.370     | 23,02 | 2.928      | 20,00 | 4.662       | 3,14  |
| 4         | 4.880,0         | 168,8         | 3.887 | 1,17  | 1.268 | 3,60  | 4.402              | 1,86  | 3.604              | 2,27  | 4.037      | 1,41  | 3.632     | 24,81 | 2.928      | 20,00 | 4.402       | 3,33  |
| 5         | 4.880,0         | 299,7         | 3.550 | 4,05  | 1.784 | 8,07  | 4.635              | 5,56  | 4.091              | 6,30  | 3.901      | 4,60  | 3.379     | 23,08 | 2.928      | 20,00 | 4.635       | 3,16  |
| 6         | 4.880,0         | 334,4         | 3.469 | 5,16  | 1.900 | 9,43  | 4.713              | 6,81  | 4.219              | 7,61  | 3.877      | 5,76  | 3.319     | 22,67 | 2.928      | 20,00 | 4.713       | 3,11  |
| 7         | 4.880,0         | 521,8         | 3.162 | 13,80 | 2.274 | 19,20 | 4.880              | 16,03 | 4.575              | 17,10 | 3.731      | 14,57 | 3.090     | 21,10 | 2.894      | 19,77 | 4.880       | 3,00  |
| 8         | 4.880,0         | 265,2         | 3.629 | 3,10  | 1.680 | 6,71  | 4.595              | 4,39  | 3.998              | 5,05  | 3.937      | 3,57  | 3.436     | 23,47 | 2.928      | 20,00 | 4.595       | 3,19  |
| 9         | 4.880,0         | 254,5         | 3.656 | 2,84  | 1.642 | 6,32  | 4.578              | 4,06  | 3.962              | 4,69  | 3.948      | 3,27  | 3.456     | 23,61 | 2.928      | 20,00 | 4.578       | 3,20  |
| 10        | 4.880,0         | 389,8         | 3.366 | 7,23  | 2.043 | 11,92 | 4.791              | 9,11  | 4.364              | 10,00 | 3.839      | 7,90  | 3.245     | 22,17 | 2.928      | 20,00 | 4.791       | 3,06  |
| 11        | 4.880,0         | 386,9         | 3.371 | 7,11  | 2.036 | 11,78 | 4.787              | 8,98  | 4.356              | 9,87  | 3.841      | 7,78  | 3.249     | 22,19 | 2.928      | 20,00 | 4.787       | 3,06  |
| 12        | 500,0           | 33,6          | 292   | 0,62  | 158   | 1,14  | 500                | 0,65  | 413                | 0,78  | 359        | 0,63  | 275       | 1,88  | 237        | 1,62  | 500         | 29,28 |

### 1.10.2.8. Tabla de regulación

Las tablas de regulación indican las flechas con las que debe ser instalado el cable en función de la temperatura y sin actuar sobrecarga alguna.

La tensión a que se ve sometido un cable en un punto determinado de la catenaria vendrá dado por la siguiente expresión:

$$T = T_0 \operatorname{ch} \left( \frac{x}{H} \right) \quad (\text{daN})$$

siendo:

- T Tensión del cable (daN).
- $T_0$  Componente horizontal de la tensión del cable (daN).
- H Parámetro de la catenaria (m).
- x Coordenada en el eje x del cable (m).

La dirección de esta tensión en este punto será tangente a la catenaria.

La tensión en el punto medio de un vano no nivelado vendrá dado por la siguiente expresión:

$$T_m = T_0 \operatorname{ch} \left( \frac{x_m}{H} \right) \quad (\text{daN})$$

donde:

$$x_m = H \operatorname{arg} \operatorname{sh} \left[ \frac{\frac{b}{2H}}{\operatorname{sh} \frac{a}{2H}} \right] \quad (\text{m})$$

siendo:

- $T_m$  Tensión del cable en el punto medio del vano (daN).
- $T_0$  Componente horizontal de la tensión del cable (daN).
- H Parámetro de la catenaria (m).
- $x_m$  Coordenada en el eje x del punto medio del vano (m).
- a Longitud del vano medido en la dirección longitudinal (m).
- b Desnivel del vano medido en la dirección vertical (m).

Las flechas de cada vano del cantón se determinarán mediante la siguiente expresión:

$$f = \frac{T_{mi}}{p} \left[ \operatorname{ch} \left( \frac{a_i}{2 \cdot H} \right) - 1 \right] \quad (\text{m})$$

donde:

- f: Flecha (m).
- $T_{mi}$ : Tensión del cable en el punto medio del vano i (daN).
- H: Parámetro de la catenaria (m).

$\rho$ : Fuerza por unidad de longitud o peso aparente (daN/m).

$a_i$ : Longitud del vano  $i$  medido en la dirección longitudinal (m).

Operando de esta forma, se obtiene el cuadro de valores siguiente:

CONDUCTOR AAAC A3 400 - TABLA DE REGULACIÓN

Cantón N°: 1 ZONA A

APOYO INICIAL N°: PÓRTICO SET RUEDA OESTE

VANO DE REGULACIÓN: 31,0 m

APOYO FINAL N°: SC1

| TEMPERATURA<br>(°C) | TENSE<br>(daN) | FLECHA MÁXIMA (m)     |       |  |  |
|---------------------|----------------|-----------------------|-------|--|--|
|                     |                | Longitud del vano (m) |       |  |  |
|                     |                | Desnivel (m)          |       |  |  |
|                     |                | Apoyos del vano       |       |  |  |
|                     |                |                       | 31,0  |  |  |
|                     |                |                       | -0,2  |  |  |
|                     |                | 0-1                   |       |  |  |
| 0                   | 274,1          |                       | 0,561 |  |  |
| 5                   | 258,4          |                       | 0,595 |  |  |
| 10                  | 245,0          |                       | 0,627 |  |  |
| 15                  | 233,5          |                       | 0,658 |  |  |
| 20                  | 223,4          |                       | 0,688 |  |  |
| 25                  | 214,5          |                       | 0,717 |  |  |
| 30                  | 206,5          |                       | 0,744 |  |  |
| 35                  | 199,3          |                       | 0,771 |  |  |
| 40                  | 192,9          |                       | 0,797 |  |  |
| 45                  | 187,0          |                       | 0,822 |  |  |
| 50                  | 181,6          |                       | 0,846 |  |  |

CONDUCTOR AAAC A3 400 - TABLA DE REGULACIÓN

Cantón N°: 2 ZONA A

APOYO INICIAL N°: SC1

VANO DE REGULACIÓN: 343,9 m

APOYO FINAL N°: SC3

| TEMPERATURA<br>(°C) | TENSE<br>(daN) | FLECHA MÁXIMA (m)     |       |  |       |
|---------------------|----------------|-----------------------|-------|--|-------|
|                     |                | Longitud del vano (m) |       |  |       |
|                     |                | Desnivel (m)          |       |  |       |
|                     |                | Apoyos del vano       |       |  |       |
|                     |                |                       | 331,3 |  | 355,4 |
|                     |                |                       | 8,6   |  | -2,7  |
|                     |                | 1-2                   | 2-3   |  |       |
| 0                   | 3.305,0        | 5,318                 | 6,118 |  |       |
| 5                   | 3.170,3        | 5,544                 | 6,379 |  |       |
| 10                  | 3.044,8        | 5,773                 | 6,642 |  |       |
| 15                  | 2.928,0        | 6,003                 | 6,907 |  |       |
| 20                  | 2.819,4        | 6,235                 | 7,173 |  |       |
| 25                  | 2.718,4        | 6,467                 | 7,440 |  |       |
| 30                  | 2.624,6        | 6,698                 | 7,707 |  |       |
| 35                  | 2.537,3        | 6,929                 | 7,972 |  |       |
| 40                  | 2.456,1        | 7,158                 | 8,236 |  |       |
| 45                  | 2.380,5        | 7,386                 | 8,498 |  |       |
| 50                  | 2.309,9        | 7,612                 | 8,758 |  |       |



CONDUCTOR AAAC A3 400 - TABLA DE REGULACIÓN

Cantón N°: 3 ZONA A

APOYO INICIAL N°: SC3

VANO DE REGULACIÓN: 302,4 m

APOYO FINAL N°: SC8

| TEMPERATURA<br>(°C) | TENSE<br>(daN) | FLECHA MÁXIMA (m)     |       |       |       |       |
|---------------------|----------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|
|                     |                | Longitud del vano (m) |       |       |       |       |
|                     |                | Desnivel (m)          |       |       |       |       |
|                     |                | Apoyos del vano       |       |       |       |       |
|                     |                | 289,4                 | 325,9 | 292,8 | 304,7 | 294,9 |
|                     |                | -7,9                  | 5,7   | 3,7   | 9,0   | 26,2  |
|                     |                | 3-4                   | 4-5   | 5-6   | 6-7   | 7-8   |
| 0                   | 3.369,7        | 3,981                 | 5,048 | 4,073 | 4,414 | 4,149 |
| 5                   | 3.211,7        | 4,177                 | 5,296 | 4,274 | 4,631 | 4,353 |
| 10                  | 3.064,6        | 4,377                 | 5,551 | 4,479 | 4,853 | 4,563 |
| 15                  | 2.928,0        | 4,582                 | 5,810 | 4,688 | 5,080 | 4,776 |
| 20                  | 2.801,4        | 4,789                 | 6,073 | 4,900 | 5,310 | 4,991 |
| 25                  | 2.684,4        | 4,998                 | 6,338 | 5,114 | 5,541 | 5,209 |
| 30                  | 2.576,3        | 5,208                 | 6,604 | 5,329 | 5,774 | 5,428 |
| 35                  | 2.476,4        | 5,418                 | 6,870 | 5,544 | 6,007 | 5,647 |
| 40                  | 2.384,2        | 5,628                 | 7,137 | 5,758 | 6,240 | 5,866 |
| 45                  | 2.299,0        | 5,836                 | 7,401 | 5,972 | 6,471 | 6,083 |
| 50                  | 2.220,2        | 6,044                 | 7,664 | 6,184 | 6,701 | 6,299 |

CONDUCTOR AAAC A3 400 - TABLA DE REGULACIÓN

Cantón N°: 4 ZONA A

APOYO INICIAL N°: SC8

VANO DE REGULACIÓN: 168,8 m

APOYO FINAL N°: SC9

| TEMPERATURA<br>(°C) | TENSE<br>(daN) | FLECHA MÁXIMA (m)     |
|---------------------|----------------|-----------------------|
|                     |                | Longitud del vano (m) |
|                     |                | Desnivel (m)          |
|                     |                | Apoyos del vano       |
|                     |                | 168,8                 |
|                     |                | 0,2                   |
|                     |                | 8-9                   |
| 0                   | 3.631,7        | 1,257                 |
| 5                   | 3.385,8        | 1,348                 |
| 10                  | 3.150,7        | 1,448                 |
| 15                  | 2.928,0        | 1,559                 |
| 20                  | 2.719,2        | 1,678                 |
| 25                  | 2.525,6        | 1,807                 |
| 30                  | 2.347,9        | 1,944                 |
| 35                  | 2.186,5        | 2,087                 |
| 40                  | 2.041,0        | 2,236                 |
| 45                  | 1.910,8        | 2,389                 |
| 50                  | 1.794,8        | 2,543                 |

CONDUCTOR AAAC A3 400 - TABLA DE REGULACIÓN

Cantón N°: 5 ZONA A

APOYO INICIAL N°: SC9

VANO DE REGULACIÓN: 299,7 m

APOYO FINAL N°: DC1

| TEMPERATURA<br>(°C) | TENSE<br>(daN) | FLECHA MÁXIMA (m)     |       |  |  |
|---------------------|----------------|-----------------------|-------|--|--|
|                     |                | Longitud del vano (m) |       |  |  |
|                     |                | Desnivel (m)          |       |  |  |
|                     |                | Apoyos del vano       |       |  |  |
|                     |                |                       | 299,7 |  |  |
|                     |                |                       | -56,9 |  |  |
|                     |                | 9-10                  |       |  |  |
| 0                   | 3.378,5        |                       | 4,333 |  |  |
| 5                   | 3.217,6        |                       | 4,550 |  |  |
| 10                  | 3.067,5        |                       | 4,773 |  |  |
| 15                  | 2.928,0        |                       | 5,000 |  |  |
| 20                  | 2.798,7        |                       | 5,231 |  |  |
| 25                  | 2.679,0        |                       | 5,465 |  |  |
| 30                  | 2.568,5        |                       | 5,700 |  |  |
| 35                  | 2.466,5        |                       | 5,936 |  |  |
| 40                  | 2.372,3        |                       | 6,172 |  |  |
| 45                  | 2.285,4        |                       | 6,407 |  |  |
| 50                  | 2.205,1        |                       | 6,641 |  |  |

CONDUCTOR AAAC A3 400 - TABLA DE REGULACIÓN

Cantón N°: 6 ZONA A

APOYO INICIAL N°: DC1

VANO DE REGULACIÓN: 334,4 m

APOYO FINAL N°: DC3

| TEMPERATURA<br>(°C) | TENSE<br>(daN) | FLECHA MÁXIMA (m)     |        |  |       |
|---------------------|----------------|-----------------------|--------|--|-------|
|                     |                | Longitud del vano (m) |        |  |       |
|                     |                | Desnivel (m)          |        |  |       |
|                     |                | Apoyos del vano       |        |  |       |
|                     |                |                       | 250,8  |  | 379,7 |
|                     |                |                       | 11,1   |  | -17,8 |
|                     |                | 1-2                   | 2-3    |  |       |
| 0                   | 3.319,1        | 3,037                 | 6,963  |  |       |
| 5                   | 3.179,3        | 3,171                 | 7,270  |  |       |
| 10                  | 3.049,1        | 3,306                 | 7,581  |  |       |
| 15                  | 2.928,0        | 3,443                 | 7,895  |  |       |
| 20                  | 2.815,5        | 3,581                 | 8,211  |  |       |
| 25                  | 2.711,0        | 3,719                 | 8,527  |  |       |
| 30                  | 2.614,1        | 3,857                 | 8,844  |  |       |
| 35                  | 2.524,1        | 3,994                 | 9,160  |  |       |
| 40                  | 2.440,5        | 4,131                 | 9,474  |  |       |
| 45                  | 2.362,7        | 4,267                 | 9,786  |  |       |
| 50                  | 2.290,4        | 4,402                 | 10,096 |  |       |

CONDUCTOR AAAC A3 400 - TABLA DE REGULACIÓN

Cantón N°: 7 ZONA A

APOYO INICIAL N°: DC3

VANO DE REGULACIÓN: 521,8m

APOYO FINAL N°: DC4

| TEMPERATURA<br>(°C) | TENSE<br>(daN) | FLECHA MÁXIMA (m)     |
|---------------------|----------------|-----------------------|
|                     |                | Longitud del vano (m) |
|                     |                | Desnivel (m)          |
|                     |                | Apoyos del vano       |
|                     |                |                       |
|                     |                | 521,8                 |
|                     |                | 21,6                  |
|                     |                | 3-4                   |
| 0                   | 3.089,5        | 14,130                |
| 5                   | 3.021,1        | 14,451                |
| 10                  | 2.956,1        | 14,770                |
| 15                  | 2.894,3        | 15,085                |
| 20                  | 2.835,5        | 15,399                |
| 25                  | 2.779,6        | 15,709                |
| 30                  | 2.726,3        | 16,017                |
| 35                  | 2.675,5        | 16,322                |
| 40                  | 2.627,0        | 16,624                |
| 45                  | 2.580,6        | 16,924                |
| 50                  | 2.536,3        | 17,220                |

CONDUCTOR AAAC A3 400 - TABLA DE REGULACIÓN

Cantón N°: 8 ZONA A

APOYO INICIAL N°: DC4

VANO DE REGULACIÓN: 265,2m

APOYO FINAL N°: DC5

| TEMPERATURA<br>(°C) | TENSE<br>(daN) | FLECHA MÁXIMA (m)     |
|---------------------|----------------|-----------------------|
|                     |                | Longitud del vano (m) |
|                     |                | Desnivel (m)          |
|                     |                | Apoyos del vano       |
|                     |                |                       |
|                     |                | 265,2                 |
|                     |                | -16,7                 |
|                     |                | 4-5                   |
| 0                   | 3.436,1        | 3,284                 |
| 5                   | 3.254,7        | 3,467                 |
| 10                  | 3.085,4        | 3,658                 |
| 15                  | 2.928,0        | 3,854                 |
| 20                  | 2.782,4        | 4,056                 |
| 25                  | 2.648,2        | 4,262                 |
| 30                  | 2.524,8        | 4,470                 |
| 35                  | 2.411,6        | 4,680                 |
| 40                  | 2.307,7        | 4,891                 |
| 45                  | 2.212,5        | 5,102                 |
| 50                  | 2.125,2        | 5,312                 |

CONDUCTOR AAAC A3 400 - TABLA DE REGULACIÓN

Cantón N°: 9 ZONA A

APOYO INICIAL N°: DC5

VANO DE REGULACIÓN: 254,5m

APOYO FINAL N°: DC6

| TEMPERATURA<br>(°C) | TENSE<br>(daN) | FLECHA MÁXIMA (m)     |     |     |
|---------------------|----------------|-----------------------|-----|-----|
|                     |                | Longitud del vano (m) |     |     |
|                     |                | Desnivel (m)          |     |     |
|                     |                | Apoyos del vano       |     |     |
|                     |                | 254,5                 | 0,3 | 5-6 |
| 0                   | 3.456,2        | 3,000                 |     |     |
| 5                   | 3.267,9        | 3,173                 |     |     |
| 10                  | 3.091,7        | 3,354                 |     |     |
| 15                  | 2.928,0        | 3,541                 |     |     |
| 20                  | 2.776,5        | 3,735                 |     |     |
| 25                  | 2.637,0        | 3,932                 |     |     |
| 30                  | 2.508,8        | 4,133                 |     |     |
| 35                  | 2.391,4        | 4,336                 |     |     |
| 40                  | 2.284,0        | 4,540                 |     |     |
| 45                  | 2.185,8        | 4,745                 |     |     |
| 50                  | 2.096,0        | 4,948                 |     |     |

CONDUCTOR AAAC A3 400 - TABLA DE REGULACIÓN

Cantón N°: 10 ZONA A

APOYO INICIAL N°: DC6

VANO DE REGULACIÓN: 389,8m

APOYO FINAL N°: DC9

| TEMPERATURA<br>(°C) | TENSE<br>(daN) | FLECHA MÁXIMA (m)     |       |        |
|---------------------|----------------|-----------------------|-------|--------|
|                     |                | Longitud del vano (m) |       |        |
|                     |                | Desnivel (m)          |       |        |
|                     |                | Apoyos del vano       |       |        |
|                     |                | 359,8                 | 355,6 | 437,1  |
| 0                   | 3.245,4        | 6,389                 | 6,240 | 9,429  |
| 5                   | 3.132,4        | 6,620                 | 6,465 | 9,770  |
| 10                  | 3.026,8        | 6,851                 | 6,691 | 10,111 |
| 15                  | 2.928,0        | 7,082                 | 6,917 | 10,453 |
| 20                  | 2.835,6        | 7,313                 | 7,143 | 10,794 |
| 25                  | 2.749,2        | 7,544                 | 7,367 | 11,134 |
| 30                  | 2.668,4        | 7,772                 | 7,591 | 11,472 |
| 35                  | 2.592,6        | 8,000                 | 7,813 | 11,808 |
| 40                  | 2.521,6        | 8,225                 | 8,033 | 12,141 |
| 45                  | 2.454,9        | 8,449                 | 8,252 | 12,471 |
| 50                  | 2.392,3        | 8,671                 | 8,468 | 12,799 |

CONDUCTOR AAAC A3 400 - TABLA DE REGULACIÓN

Cantón N°: 11 ZONA A

APOYO INICIAL N°: DC9

VANO DE REGULACIÓN: 386,9m

APOYO FINAL N°: DC11

| TEMPERATURA<br>(°C) | TENSE<br>(daN) | FLECHA MÁXIMA (m)     |        |
|---------------------|----------------|-----------------------|--------|
|                     |                | Longitud del vano (m) |        |
|                     |                | Desnivel (m)          |        |
|                     |                | Apoyos del vano       |        |
|                     |                |                       |        |
|                     |                | 365,2                 | 405,4  |
|                     |                | -4,1                  | -9,4   |
|                     |                | 9-10                  | 10-11  |
| 0                   | 3.248,9        | 6,574                 | 8,103  |
| 5                   | 3.134,6        | 6,814                 | 8,399  |
| 10                  | 3.027,8        | 7,055                 | 8,696  |
| 15                  | 2.928,0        | 7,295                 | 8,993  |
| 20                  | 2.834,7        | 7,536                 | 9,289  |
| 25                  | 2.747,4        | 7,776                 | 9,584  |
| 30                  | 2.665,8        | 8,014                 | 9,878  |
| 35                  | 2.589,4        | 8,251                 | 10,170 |
| 40                  | 2.517,8        | 8,486                 | 10,460 |
| 45                  | 2.450,6        | 8,719                 | 10,748 |
| 50                  | 2.387,5        | 8,950                 | 11,032 |

CONDUCTOR AAAC A3 400 - TABLA DE REGULACIÓN

Cantón N°: 12 ZONA A

APOYO INICIAL N°: DC11

VANO DE REGULACIÓN: 33,6m

APOYO FINAL N°: PÓRTICO SET PRE-RUEDA

| TEMPERATURA<br>(°C) | TENSE<br>(daN) | FLECHA MÁXIMA (m)     |  |
|---------------------|----------------|-----------------------|--|
|                     |                | Longitud del vano (m) |  |
|                     |                | Desnivel (m)          |  |
|                     |                | Apoyos del vano       |  |
|                     |                |                       |  |
|                     |                | 33,6                  |  |
|                     |                | -9,1                  |  |
|                     |                | 11-12                 |  |
| 0                   | 274,9          | 0,680                 |  |
| 5                   | 260,3          | 0,718                 |  |
| 10                  | 247,7          | 0,755                 |  |
| 15                  | 236,8          | 0,790                 |  |
| 20                  | 227,1          | 0,823                 |  |
| 25                  | 218,5          | 0,856                 |  |
| 30                  | 210,8          | 0,887                 |  |
| 35                  | 203,8          | 0,918                 |  |
| 40                  | 197,5          | 0,947                 |  |
| 45                  | 191,7          | 0,976                 |  |
| 50                  | 186,4          | 1,004                 |  |

### 1.10.2.9. Distancias

Se consideran tres tipos de distancias eléctricas:

- $D_{el}$  Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido. Previene descargas eléctricas entre las partes en tensión y objetos a potencial de tierra, en condiciones de explotación normal de la red. Las condiciones normales incluyen operaciones de enganche, aparición de rayos y sobretensiones resultantes de faltas en la red.
- $D_{pp}$  Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido. Esta distancia previene las descargas eléctricas entre fases durante maniobras y sobretensiones de rayos
- $a_{som}$  Valor mínimo de la distancia de descarga de la cadena de aisladores, definida como la distancia más corta en línea recta entre las partes en tensión y las partes puestas a tierra. La probabilidad de descarga a través de la mínima distancia interna  $a_{som}$  debe ser siempre mayor que la descarga a través de algún objeto externo o persona. Por este motivo, las distancias externas mínimas de seguridad ( $D_{add} + D_{el}$ ) deben ser siempre superiores a  $1,1 a_{som}$ .

Los valores para la tensión nominal de 220kV son los siguientes:

| Tensión más elevada $U_s$ (kV) | $D_{el}$ (m) | $D_{pp}$ (m) |
|--------------------------------|--------------|--------------|
| 245,0                          | 1,70         | 2,00         |

#### 1.10.2.9.1. Distancias entre conductores a partes puestas a tierra

Según la ITC-07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión la distancia mínima de los conductores y sus partes puestas en tensión y los apoyos no será inferior a  $D_{el}$ , con un mínimo de 0,2m.

$$D_{el} = 1,70 \text{ m} \quad d_{\min} = 1,70 \text{ m}$$

#### 1.10.2.9.2. Distancia de seguridad en apoyos de alineación

El ángulo de inclinación de las cadenas de suspensión vendrá dado por la expresión:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{F_t + \frac{F_{ta}}{2}}{P + \frac{P_a}{2} + P_c}$$

siendo:

- $F_t$  Fuerza debida a una presión de viento mitad actuando sobre los conductores a ambos lados del apoyo, a la que se añade en los apoyos de ángulo la componente horizontal de las fuerzas de tracción transmitida (daN)
- $F_{ta}$  Fuerza debida a la presión del viento actuando sobre la cadena de aisladores con presión de viento mitad (daN)
- $P$  Componente vertical de las fuerzas transmitidas por el conductor situado en los vanos contiguos al apoyo (daN)
- $P_a$  Peso de la cadena de aisladores y herrajes (daN)
- $P_c$  Peso de los contrapesos que eventualmente se hayan instalado (daN)

Teniendo en cuenta que puede presentarse el caso de apoyos en donde el gravivano sea inferior al eolovano y despreciando el peso y la fuerza que ejerce el viento sobre la cadena de aisladores, la desviación de la cadena de aisladores será:

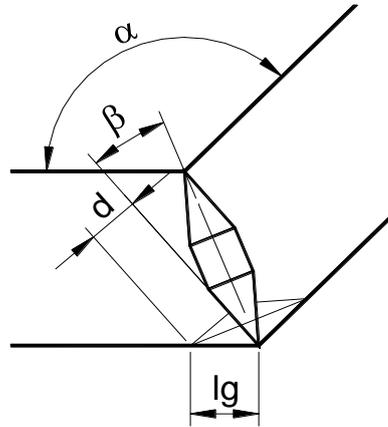
$$\operatorname{tg} \beta = \frac{F_t e_o}{P g_r}$$

siendo:

- $e_o$ : Eolovano en hipótesis de viento en el apoyo estudiado
- $g_r$ : Gravivano en hipótesis de viento en el apoyo estudiado

### 1.10.2.9.3. Cálculo de la distancia a masa en apoyos tipo ángulo

En los apoyos tipo ángulo la distancia entre los conductores en tensión y el apoyo puesto a tierra se puede calcular de la siguiente forma:



$$d = l_g \operatorname{sen} \left( \frac{\alpha}{2} - \beta \right)$$

siendo:

lg: Longitud de la cadena de amarre en metros

α: Ángulo de la línea

β: Semiángulo de la cruceta

donde:

$$\beta = a \tan \left( \frac{f/2}{br - f/2} \right)$$

siendo:

f: Fuste del apoyo

br: Brazo más corto de la cruceta

Se ha realizado el cálculo de esta distancia para todos los apoyos tipo ángulo de la línea. En la tabla de distancia a masa se muestra los resultados de este cálculo aplicado a la línea.

## 1.10.2.9.4. Tabla de resultados

En la tabla siguiente se puede ver la inclinación de la cadena de cada apoyo de alineación y la distancia de seguridad a masa de todos los apoyos de la línea:

| Nº Apoyo                | Tipo Apoyo | Inclinación cadena | Distancia mínima conductores (m) | Distancia mínima puente flojo (m) | Distancia a masa (m) | Porcentaje de superación |
|-------------------------|------------|--------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------|--------------------------|
| PÓRTICO SET RUEDA OESTE | PORTICO    | ---                | ---                              | ---                               | 1,70                 | ---                      |
| SC1                     | FL         | ---                | ---                              | 1,97                              | 1,70                 | 15,61%                   |
| SC2                     | AL-S       | 22,13°             | 2,27                             | ---                               | 1,70                 | 33,72%                   |
| SC3                     | AG-AM      | ---                | 1,92                             | 2,31                              | 1,70                 | 13,04%                   |
| SC4                     | AL-S       | 32,86°             | 2,02                             | ---                               | 1,70                 | 18,73%                   |
| SC5                     | AL-S       | 24,73°             | 2,23                             | ---                               | 1,70                 | 31,11%                   |
| SC6                     | AL-S       | 27,73°             | 2,17                             | ---                               | 1,70                 | 27,77%                   |
| SC7                     | AL-S       | 36,44°             | 1,89                             | ---                               | 1,70                 | 11,32%                   |
| SC8                     | AG-AM      | ---                | 2,05                             | 2,31                              | 1,70                 | 20,81%                   |
| SC9                     | AG-AM      | ---                | 2,30                             | 2,14                              | 1,70                 | 25,77%                   |
| DC1                     | FL         | ---                | ---                              | 2,31                              | 1,70                 | 35,65%                   |
| DC2                     | AL-S       | 17,27°             | 2,34                             | ---                               | 1,70                 | 37,85%                   |
| DC3                     | AL-AM      | ---                | ---                              | 2,31                              | 1,70                 | 35,65%                   |
| DC4                     | AG-AM      | ---                | 2,12                             | 2,16                              | 1,70                 | 24,59%                   |
| DC5                     | AG-AM      | ---                | 2,03                             | 2,01                              | 1,70                 | 17,99%                   |
| DC6                     | AG-AM      | ---                | 2,16                             | 2,25                              | 1,70                 | 27,26%                   |
| DC7                     | AL-S       | 25,00°             | 2,22                             | ---                               | 1,70                 | 30,83%                   |
| DC8                     | AL-S       | 25,56°             | 2,21                             | ---                               | 1,70                 | 30,22%                   |
| DC9                     | AG-AM      | ---                | 2,27                             | 2,31                              | 1,70                 | 33,53%                   |
| DC10                    | AL-S       | 24,70°             | 2,23                             | ---                               | 1,70                 | 31,14%                   |
| DC11                    | FL         | ---                | ---                              | 2,31                              | 1,70                 | 35,65%                   |
| PÓRTICO SET PRE-RUEDA   | PÓRTICO    | ---                | ---                              | ---                               | 1,70                 | ---                      |

#### 1.10.2.9.5. Distancia de seguridad de los conductores al terreno

Según el apartado 5.5 de la ITC-07 del Reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión la altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical, queden situados por encima de cualquier punto del terreno, caminos, sendas y cursos de agua no navegables a una altura mínima de:

$$h_{\min} = D_{\text{add}} + D_{\text{el}} = 5,3 \text{ m} + D_{\text{el}} = (5,3 + 1,70) \text{ m} = 7,00 \text{ m}$$

No obstante, en lugares de difícil acceso esta distancia podrá ser reducida en un metro.

La distancia de los conductores al terreno en las condiciones más desfavorables se muestra en la siguiente tabla:

| Vano | Apoyo anterior          | Apoyo posterior       | Flecha máxima (m) | Distancia mínima (m) | Distancia al terreno (m) |
|------|-------------------------|-----------------------|-------------------|----------------------|--------------------------|
| 1    | PÓRTICO SET RUEDA OESTE | SC1                   | 1,00              | 7,00                 | 14,05                    |
| 2    | SC1                     | SC2                   | 9,13              | 7,00                 | 8,81                     |
| 3    | SC2                     | SC3                   | 10,50             | 7,00                 | 8,37                     |
| 4    | SC3                     | SC4                   | 7,43              | 7,00                 | 13,81                    |
| 5    | SC4                     | SC5                   | 9,43              | 7,00                 | 10,08                    |
| 6    | SC5                     | SC6                   | 7,61              | 7,00                 | 8,96                     |
| 7    | SC6                     | SC7                   | 8,24              | 7,00                 | 14,67                    |
| 8    | SC7                     | SC8                   | 7,75              | 7,00                 | 18,44                    |
| 9    | SC8                     | SC9                   | 3,60              | 7,00                 | 35,19                    |
| 10   | SC9                     | DC1                   | 8,21              | 7,00                 | 15,00                    |
| 11   | DC1                     | DC2                   | 5,31              | 7,00                 | 10,12                    |
| 12   | DC2                     | DC3                   | 12,17             | 7,00                 | 9,89                     |
| 13   | DC3                     | DC4                   | 19,22             | 7,00                 | 11,09                    |
| 14   | DC4                     | DC5                   | 6,72              | 7,00                 | 12,05                    |
| 15   | DC5                     | DC6                   | 6,32              | 7,00                 | 10,37                    |
| 16   | DC6                     | DC7                   | 10,16             | 7,00                 | 10,64                    |
| 17   | DC7                     | DC8                   | 9,92              | 7,00                 | 9,82                     |
| 18   | DC8                     | DC9                   | 14,99             | 7,00                 | 11,70                    |
| 19   | DC9                     | DC10                  | 10,50             | 7,00                 | 13,40                    |
| 20   | DC10                    | DC11                  | 12,94             | 7,00                 | 9,51                     |
| 21   | DC11                    | PÓRTICO SET PRE RUEDA | 1,18              | 7,00                 | 15,00                    |

#### 1.10.2.9.6. Distancia de los conductores entre sí

De acuerdo con lo establecido en el punto 5.4.1 de la ITC 07 del Reglamento de líneas eléctricas de alta tensión, teniendo presente los efectos de las oscilaciones de los conductores debidas al viento y al desprendimiento de nieve acumulada sobre ellos, la distancia de los conductores vendrá dada por la siguiente expresión:

$$D=K\sqrt{f_{\max} + L} + K' D_{pp}$$

siendo:

- D Distancia mínima entre conductores en m
- $f_{\max}$  Flecha máxima en m
- $D_{pp}$  Distancia mínima aérea especificada definida anteriormente
- L Longitud de la cadena en m
- K Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento
- K' Coeficiente en función de la categoría de la línea

El ángulo de oscilación de los conductores se determinará mediante la siguiente expresión:

$$\mu = \arctg \frac{\rho_v}{\rho_c}$$

Calculando la presión de viento para una velocidad de 120km/h. Para el citado ángulo de oscilación, el Reglamento de Líneas de Alta Tensión da un valor de:

## 1.10.3. Distancia entre conductores

 Categoría: 2ª  $\mu = 47,55^\circ$   $K = 0,65$   $K' = 0,85$ 

| Nº Apoyo                | K    | Flecha máxima (m) |              | Hipótesis | L (m) | Dis. mín (m) | Dis. Real (m) | Porcentaje sup. |
|-------------------------|------|-------------------|--------------|-----------|-------|--------------|---------------|-----------------|
|                         |      | v. anterior       | v. posterior |           |       |              |               |                 |
| PÓRTICO SET RUEDA OESTE | 0,60 | 0,000             | 1,002        | Temper.   | 0,000 | 2,301        | ..            | ..              |
| SC1                     | 0,60 | 1,002             | 9,125        | Temper.   | 0,000 | 3,512        | 11,099        | 68,35%          |
| SC2                     | 0,60 | 9,125             | 10,500       | Temper.   | 2,454 | 3,859        | 6,603         | 41,55%          |
| SC3                     | 0,60 | 10,500            | 7,435        | Temper.   | 0,000 | 3,644        | 6,602         | 44,81%          |
| SC4                     | 0,60 | 7,435             | 9,429        | Temper.   | 2,454 | 3,768        | 6,603         | 42,93%          |
| SC5                     | 0,60 | 9,429             | 7,608        | Temper.   | 2,454 | 3,768        | 6,603         | 42,93%          |
| SC6                     | 0,60 | 7,608             | 8,244        | Temper.   | 2,454 | 3,662        | 6,603         | 44,53%          |
| SC7                     | 0,60 | 8,244             | 7,750        | Temper.   | 2,454 | 3,662        | 6,603         | 44,53%          |
| SC8                     | 0,60 | 7,750             | 3,600        | Temper.   | 0,000 | 3,370        | 6,603         | 48,96%          |
| SC9                     | 0,60 | 3,600             | 8,212        | Temper.   | 0,000 | 3,419        | 6,603         | 48,21%          |
| DC1                     | 0,60 | 0,000             | 5,306        | Temper.   | 0,000 | 3,082        | 5,886         | 47,63%          |
| DC2                     | 0,60 | 5,306             | 12,173       | Temper.   | 2,454 | 3,995        | 5,500         | 27,37%          |
| DC3                     | 0,65 | 9,826             | 17,115       | Viento    | 0,000 | 4,389        | 5,886         | 25,43%          |
| DC4                     | 0,65 | 17,115            | 5,062        | Viento    | 0,000 | 4,389        | 5,882         | 25,38%          |
| DC5                     | 0,60 | 6,722             | 6,318        | Temper.   | 0,000 | 3,256        | 5,879         | 44,63%          |
| DC6                     | 0,60 | 6,318             | 10,156       | Temper.   | 0,000 | 3,612        | 5,883         | 38,60%          |
| DC7                     | 0,65 | 8,523             | 8,324        | Viento    | 2,454 | 3,854        | 5,500         | 29,94%          |
| DC8                     | 0,65 | 8,324             | 12,580       | Viento    | 2,454 | 4,220        | 5,500         | 23,27%          |
| DC9                     | 0,60 | 14,993            | 10,497       | Temper.   | 0,000 | 4,023        | 5,866         | 31,41%          |
| DC10                    | 0,65 | 8,793             | 10,840       | Viento    | 2,454 | 4,070        | 5,500         | 26,00%          |
| DC11                    | 0,60 | 12,941            | 1,181        | Temper.   | 0,000 | 3,858        | 5,867         | 34,24%          |
| PÓRTICO SET PRE-RUEDA   | 0,60 | 1,181             | 0,000        | Temper.   | 0,000 | 2,352        | ..            | ..              |

#### 1.10.4. Cálculo mecánico del cable de fibra óptica

Este apartado se refiere al estudio de las condiciones en que debe tenderse el cable de fibra óptica y los esfuerzos que este provoca en los apoyos.

##### 1.10.4.1. Características de la línea

|   |           |
|---|-----------|
| Tensión nominal (kV) .....                  | U = 220   |
| Categoría.....                              | Especial  |
| Zona de aplicación .....                    | ZONA A    |
| Longitud de la línea (km) .....             | L = 6,323 |
| Velocidad del viento (km/h).....            | V = 140   |
| Longitud cadena aisladores (m).....         | l = 2,468 |
| Peso de la cadena de aisladores (daN) ..... | P = 133,2 |

##### 1.10.4.2. Características del cable de fibra óptica

Las características mecánicas del cable de fibra óptica son:

|   |                           |
|---|---------------------------|
| Tipo .....  | OPGW-48 FO 43D58Z         |
| Sección total (mm <sup>2</sup> ) .....                      | S <sub>a</sub> = 100,3    |
| Diámetro total (mm) .....                                   | d <sub>a</sub> = 14,30    |
| Peso (daN/m) .....  | p = 0,574                 |
| Carga de rotura (daN).....                                  | C <sub>r</sub> = 8.440    |
| Módulo de elasticidad (daN/mm <sup>2</sup> ) .....          | E = 11.830                |
| Coefficiente de dilatación lineal (°C <sup>-1</sup> ) ..... | α = 14,1 10 <sup>-6</sup> |

##### 1.10.4.3. Acciones consideradas

###### 1.10.4.3.1. Cargas permanentes

Según la ITC-07 en su punto 3.1.1 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión, se considera la carga vertical debida al peso propio del cable de fibra óptica.

|  |                        |
|--|------------------------|
| Peso del cable de fibra óptica (daN/m) ..... | p <sub>c</sub> = 0,574 |
|--|------------------------|

###### 1.10.4.3.2. Acción del viento

Según la ITC-07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión, se considerará la presión del viento sobre el cable de fibra óptica en función del diámetro del mismo. Se ha considerado una velocidad máxima de viento de 140km/h.

|  |                        |
|--|------------------------|
| Acción del viento horizontal (daN/m) ..... | p <sub>v</sub> = 1,168 |
|--|------------------------|

#### 1.10.4.4. Hipótesis de partida

##### 1.10.4.4.1. Límite estático

La tensión máxima de los cables de fibra óptica es la indicada en la siguiente tabla:

| CONDUCTOR      | CARGA DE ROTURA (daN) | COEF.SEGURIDAD Cs | TENSIÓN MÁXIMA(daN) |
|----------------|-----------------------|-------------------|---------------------|
| OPGW 48 43D58Z | 8.440                 | 3,00              | 2.813               |
| OPGW 48 43D58Z | 8.440                 | 3,50              | 2.411               |
| OPGW 48 43D58Z | 8.440                 | 4,00              | 2.110               |
| OPGW 48 43D58Z | 8.440                 | 5,00              | 1.688               |
| OPGW 48 43D58Z | 8.440                 | 11,25             | 750                 |
| OPGW 48 43D58Z | 8.440                 | 24,11             | 350                 |

##### 1.10.4.4.2. Límite dinámico

Los fenómenos vibratorios se tendrán presente en las siguientes hipótesis de carga:

##### 1.10.4.4.2.1. Hipótesis CHS (Cold Hours Stress)

La hipótesis de carga CHS tiene en cuenta el fenómeno de vibración eólica del cable en condiciones de tensión más elevada que es probable que ocurra periódicamente (0 °C en la zona A) sin sobrecarga, de modo que la tensión del cable nunca supere un % de la carga de rotura en estas condiciones.

El valor de tense CHS empleado en las tablas de cálculo mecánico es el indicado en la siguiente tabla

| CONDUCTOR      | CARGA DE ROTURA (daN) | TENSE CHS (daN) | % ROTURA |
|----------------|-----------------------|-----------------|----------|
| OPGW 48 43D58Z | 8.440                 | 2.150           | 25,47    |

##### 1.10.4.4.2.2. Hipótesis EDS (Every Day Stress)

La hipótesis de carga EDS tiene en cuenta el fenómeno de vibración eólica del cable en condiciones de temperatura normales (15 °C para todas zonas) sin sobrecarga, de modo que la tensión del cable nunca supere un % de la carga de rotura.

El valor de tense EDS empleado en las tablas de cálculo mecánico será el indicado en la siguiente tabla:

| CONDUCTOR      | CARGA DE ROTURA (daN) | TENSE EDS (daN) | % ROTURA |
|----------------|-----------------------|-----------------|----------|
| OPGW 48 43D58Z | 8.440                 | 1.403           | 16,62    |

#### 1.10.4.5. Hipótesis de cálculo

##### 1.10.4.5.1. Tracción máxima admisible

Según la tabla 4 de la Instrucción Técnica Complementaria 07 del actual Reglamento de Líneas de Alta Tensión los cables de fibra óptica deberán resistir las sobrecargas siguientes:

ZONA A: Peso propio y sobrecarga de viento de 140 km/h a  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$

$$p_c = \sqrt{p_c^2 + p_v^2}$$

$$p_v = 1,032 \text{ daN/m}$$

$$\theta_v = -5\text{ }^{\circ}\text{C}$$

##### 1.10.4.5.2. Hipótesis de flecha máxima

Según la ITC-07 del actual Reglamento de Líneas de Alta Tensión (Apartado 3.2.3), se determinará la flecha máxima de los conductores o cables de tierra en las hipótesis siguientes:

Hipótesis de viento: Acción del peso propio y una sobrecarga de viento de 120km/h a la temperatura de  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

$$p_{2v} = \sqrt{p_c^2 + p_v^2}$$

$$p_{2v} = 1,032 \text{ daN/m}$$

$$\theta_{2v} = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$$

Hipótesis de temperatura: Acción del peso propio a la temperatura de  $85\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

$$p_{2t} = p_c$$

$$p_{2t} = 0,574 \text{ daN/m}$$

$$\theta_{2t} = 85\text{ }^{\circ}\text{C}$$

##### 1.10.4.5.3. Hipótesis de flecha mínima

ZONA A: Peso propio sin sobrecarga a  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$

$$p_{2B} = p_c$$

$$p_{2B} = 0,574 \text{ daN/m}$$

$$\theta_{2B} = -5\text{ }^{\circ}\text{C}$$

#### 1.10.4.6. Vano ideal de regulación

El comportamiento de la componente horizontal de la tensión del cable en un cantón de la línea se puede asemejar al comportamiento del mismo cable en un único vano llamado vano ideal de regulación.

Siendo:

$$k = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{a_i'^3}{a_i^2}}{\sum_{i=1}^n \frac{a_i'^2}{a_i}}$$

$$a_i' = \sqrt{a_i^2 + b_i^2} \quad (m)$$

donde:

$a_i$  : Longitud del vano  $i$  medido en la dirección longitudinal (m).

$b_i$  : Desnivel del vano  $i$  medido en la dirección vertical (m).

El vano ideal de regulación se determinará mediante la siguiente expresión:

$$a_r = k \sqrt{\frac{\sum a_i^3}{\sum \frac{a_i'^2}{a_i}}} \quad (m)$$

Operando de esta forma se obtienen las tablas siguientes:

VANOS IDEALES DE REGULACION CABLE OPGW 48 43D58Z

| Cantón Nº | Apoyo Inicial           | Apoyo Final           | Longitud Cantón (m) | Vano de Regulación (m) | k        | Tense de flecha máxima (daN) | Tense Flecha mínima (daN) | Parámetro flecha máxima (m) | Parámetro flecha mínima (m) |
|-----------|-------------------------|-----------------------|---------------------|------------------------|----------|------------------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 1         | PÓRTICO SET RUEDA OESTE | SC1                   | 31,0                | 31,0                   | 1,000029 | 108,2                        | 179,5                     | 188,6                       | 312,7                       |
| 2         | SC1                     | SC3                   | 686,6               | 343,9                  | 1,000178 | 2.298,4                      | 1.555,3                   | 1.766,2                     | 2.709,6                     |
| 3         | SC3                     | SC8                   | 1.507,7             | 302,4                  | 1,000983 | 2.210,6                      | 1.578,7                   | 1.698,8                     | 2.750,3                     |
| 4         | SC8                     | SC9                   | 168,8               | 168,8                  | 1,000001 | 1.858,2                      | 1.668,5                   | 1.428,0                     | 2.906,8                     |
| 5         | SC9                     | DC1                   | 299,7               | 299,7                  | 1,017841 | 2.187,9                      | 1.581,5                   | 1.681,4                     | 2.755,3                     |
| 6         | DC1                     | DC3                   | 630,5               | 334,4                  | 1,001051 | 2.278,4                      | 1.560,5                   | 1.750,9                     | 2.718,6                     |
| 7         | DC3                     | DC4                   | 521,8               | 521,8                  | 1,000853 | 2.577,6                      | 1.488,0                   | 1.980,8                     | 2.592,3                     |
| 8         | DC4                     | DC5                   | 265,2               | 265,2                  | 1,001982 | 2.123,1                      | 1.602,1                   | 1.631,6                     | 2.791,1                     |
| 9         | DC5                     | DC6                   | 254,5               | 254,5                  | 1,000001 | 2.098,4                      | 1.609,1                   | 1.612,6                     | 2.803,3                     |
| 10        | DC6                     | DC9                   | 1.152,6             | 389,8                  | 1,000012 | 2.383,8                      | 1.533,2                   | 1.831,9                     | 2.671,1                     |
| 11        | DC9                     | DC11                  | 770,6               | 386,9                  | 1,000172 | 2.378,6                      | 1.534,5                   | 1.827,9                     | 2.673,3                     |
| 12        | DC11                    | PÓRTICO SET PRE-RUEDA | 33,6                | 33,6                   | 1,036124 | 110,9                        | 178,1                     | 193,2                       | 310,2                       |

#### 1.10.4.7. Comparación de hipótesis

##### 1.10.4.7.1. Tensión mecánica

Partiendo de la tensión, temperatura y carga total correspondientes al valor de la tensión máxima adoptado, se calcula con la ayuda de la ecuación de cambio de condiciones, las tensiones respectivas a las hipótesis citadas en el apartado anterior.

Dicha ecuación es:

$$T_2^2 \cdot \left[ T_2 \cdot \frac{A \cdot a^2 \cdot p_1^2}{T_1^2} + B \cdot (\theta_2 - \theta_1) - T_1 \right] = A \cdot a^2 \cdot p_2^2$$

siendo:

|                 |   |
|-----------------|---|
| $T_1$           | Tensión del cable en condiciones iniciales en daN         |
| $q_1$           | Temperatura del cable en condiciones iniciales en °C      |
| $p_1$           | Carga del cable en condiciones iniciales, en daN/m        |
| $T_2, q_2, p_2$ | Los mismos conceptos anteriores en condiciones finales    |
| $a$             | Vano de cálculo en m                                      |
| $A$             | $\frac{S_a \cdot E}{24}$                                  |
| $B$             | $S \cdot E \cdot \alpha \text{ daN} \cdot \text{°C}^{-1}$ |

##### 1.10.4.7.2. Flecha

El cálculo de flechas se obtiene mediante la expresión:

$$f = \frac{T_0}{p_a} \cdot \left( \cosh \left( \frac{a \cdot p_a}{2 \cdot T_0} \right) - 1 \right)$$

siendo:

|       |  |
|-------|--|
| $p_a$ | Peso aparente del cable (daN/m).   |
| $T_0$ | Componente horizontal de la tensión del cable correspondiente al vano de regulación (daN). |
| $a$   | Longitud del vano (m).   |

Con el valor de  $p_a$  y  $T$  de cada vano de regulación obtenido en las siguientes hipótesis:

Flecha máxima: aquella que resulte mayor de la comparación de las condiciones siguientes:

- Temperatura  $\theta_2 = 85 \text{ °C}$  sin sobrecarga
- Temperatura  $\theta_2 = 15 \text{ °C}$  y sobrecarga de viento

Flecha mínima:

- Temperatura  $\theta_2 = -5 \text{ °C}$  sin sobrecarga

se obtienen los parámetros de la catenaria de las curvas de replanteo correspondientes a la flecha máxima y mínima respectivamente.

CALCULO MECANICO DEL CABLE DE TIERRA OPGW 48 43D58Z

| Nº Cantón | Tensión inicial | Vano reg. (m) | -5°C  |       | 50°C  |       | -5°C + V (140km/h) |       | 15°C + V (140km/h) |       | -5°C + V/2 |       | CHS a 0°C |       | EDS a 15°C |       | Ten. máxima |       |
|-----------|-----------------|---------------|-------|-------|-------|-------|--------------------|-------|--------------------|-------|------------|-------|-----------|-------|------------|-------|-------------|-------|
|           |                 |               | T     | F     | T     | F     | T                  | F     | T                  | F     | T          | F     | T         | %     | T          | %     | T           | C.S.  |
| 1         | 350,0           | 31,0          | 179   | 0,38  | 108   | 0,64  | 350                | 0,45  | 293                | 0,53  | 241        | 0,41  | 168       | 1,98  | 141        | 1,68  | 350         | 24,11 |
| 2         | 2.813,3         | 343,9         | 1.555 | 5,46  | 1.193 | 7,12  | 2.432              | 7,92  | 2.298              | 8,38  | 1.874      | 6,46  | 1.515     | 17,95 | 1.403      | 16,62 | 2.432       | 3,47  |
| 3         | 2.813,3         | 302,4         | 1.579 | 4,16  | 1.163 | 5,65  | 2.357              | 6,32  | 2.211              | 6,73  | 1.858      | 5,04  | 1.532     | 18,15 | 1.403      | 16,62 | 2.357       | 3,58  |
| 4         | 2.813,3         | 168,8         | 1.669 | 1,23  | 1.024 | 2,00  | 2.063              | 2,25  | 1.858              | 2,50  | 1.795      | 1,63  | 1.600     | 18,95 | 1.403      | 16,62 | 2.063       | 4,09  |
| 5         | 2.813,3         | 299,7         | 1.582 | 4,08  | 1.158 | 5,57  | 2.335              | 6,26  | 2.188              | 6,68  | 1.851      | 4,97  | 1.534     | 18,18 | 1.403      | 16,62 | 2.335       | 3,61  |
| 6         | 2.813,3         | 334,4         | 1.560 | 5,14  | 1.186 | 6,77  | 2.415              | 7,54  | 2.278              | 7,99  | 1.871      | 6,12  | 1.519     | 17,99 | 1.403      | 16,62 | 2.415       | 3,49  |
| 7         | 2.813,3         | 521,8         | 1.488 | 13,14 | 1.278 | 15,30 | 2.673              | 16,59 | 2.578              | 17,21 | 1.923      | 14,50 | 1.466     | 17,37 | 1.403      | 16,62 | 2.673       | 3,16  |
| 8         | 2.813,3         | 265,2         | 1.602 | 3,15  | 1.131 | 4,47  | 2.282              | 5,02  | 2.123              | 5,39  | 1.842      | 3,91  | 1.549     | 18,36 | 1.403      | 16,62 | 2.282       | 3,70  |
| 9         | 2.813,3         | 254,5         | 1.609 | 2,89  | 1.121 | 4,15  | 2.262              | 4,66  | 2.098              | 5,02  | 1.837      | 3,61  | 1.555     | 18,42 | 1.403      | 16,62 | 2.262       | 3,73  |
| 10        | 2.813,3         | 389,8         | 1.533 | 7,11  | 1.221 | 8,93  | 2.506              | 9,87  | 2.384              | 10,38 | 1.890      | 8,23  | 1.499     | 17,76 | 1.403      | 16,62 | 2.506       | 3,37  |
| 11        | 2.813,3         | 386,9         | 1.534 | 7,00  | 1.219 | 8,81  | 2.501              | 9,74  | 2.379              | 10,24 | 1.889      | 8,11  | 1.500     | 17,77 | 1.403      | 16,62 | 2.501       | 3,37  |
| 12        | 350,0           | 33,6          | 178   | 0,45  | 111   | 0,73  | 350                | 0,52  | 297                | 0,62  | 240        | 0,48  | 167       | 1,98  | 143        | 1,69  | 350         | 24,11 |

#### 1.10.4.8. Tabla de regulación

Las tablas de regulación indican las flechas con las que debe ser instalado el cable en función de la temperatura y sin actuar sobrecarga alguna.

La tensión a que se ve sometido un cable en un punto determinado de la catenaria vendrá dado por la siguiente expresión:

$$T = T_0 ch\left(\frac{x}{H}\right) \text{ (daN)}$$

siendo:

- T Tensión del cable (daN).
- $T_0$  Componente horizontal de la tensión del cable (daN).
- H Parámetro de la catenaria (m).
- x Coordenada en el eje x del cable (m).

La dirección de esta tensión en este punto será tangente a la catenaria.

La tensión en el punto medio de un vano no nivelado vendrá dado por la siguiente expresión:

$$T_m = T_0 ch\left(\frac{x_m}{H}\right) \text{ (daN)}$$

donde:

$$x_m = H \operatorname{ar}g \operatorname{sh} \left[ \frac{\frac{b}{2H}}{\operatorname{sh} \frac{a}{2H}} \right] \text{ (m)}$$

siendo:

- $T_m$  Tensión del cable en el punto medio del vano (daN).
- $T_0$  Componente horizontal de la tensión del cable (daN).
- H Parámetro de la catenaria (m).
- $x_m$  Coordenada en el eje x del punto medio del vano (m).
- a Longitud del vano medido en la dirección longitudinal (m).
- b Desnivel del vano medido en la dirección vertical (m).

Las flechas de cada vano del cantón se determinarán mediante la siguiente expresión:

$$f = \frac{T_{mi}}{p} \left[ \operatorname{ch} \left( \frac{a_i}{2 \cdot H} \right) - 1 \right] \quad (\text{m})$$

donde:

- f: Flecha (m).
- $T_{mi}$ : Tensión del cable en el punto medio del vano i (daN).
- H: Parámetro de la catenaria (m).
- p: Fuerza por unidad de longitud o peso aparente (daN/m).
- $a_i$ : Longitud del vano i medido en la dirección longitudinal (m).

Operando de esta forma, se obtiene el cuadro de valores siguiente:

CABLE OPGW 48 43D58Z - TABLA DE REGULACIÓN

Cantón N°: 1 ZONA A

APOYO INICIAL N°: PÓRTICO SET RUEDA OESTE

VANO DE REGULACIÓN: 31,0 m

APOYO FINAL N°: SC1

| TEMPERATURA<br>(°C) | TENSE<br>(daN) | FLECHA MÁXIMA (m)     |  |
|---------------------|----------------|-----------------------|--|
|                     |                | Longitud del vano (m) |  |
|                     |                | Desnivel (m)          |  |
|                     |                | Apoyos del vano       |  |
|                     |                |                       |  |
|                     |                | 31,0                  |  |
|                     |                | 15,6                  |  |
|                     |                | 0-1                   |  |
| 0                   | 167,5          | 0,460                 |  |
| 5                   | 157,4          | 0,489                 |  |
| 10                  | 148,8          | 0,518                 |  |
| 15                  | 141,4          | 0,545                 |  |
| 20                  | 134,9          | 0,571                 |  |
| 25                  | 129,2          | 0,597                 |  |
| 30                  | 124,1          | 0,621                 |  |
| 35                  | 119,5          | 0,645                 |  |
| 40                  | 115,4          | 0,668                 |  |
| 45                  | 111,6          | 0,690                 |  |
| 50                  | 108,2          | 0,712                 |  |

CABLE OPGW 48 43D58Z - TABLA DE REGULACIÓN

Cantón N°: 2 ZONA A

APOYO INICIAL N°: SC1

VANO DE REGULACIÓN: 343,9 m

APOYO FINAL N°: SC3

| TEMPERATURA<br>(°C) | TENSE<br>(daN) | FLECHA MÁXIMA (m)     |       |
|---------------------|----------------|-----------------------|-------|
|                     |                | Longitud del vano (m) |       |
|                     |                | Desnivel (m)          |       |
|                     |                | Apoyos del vano       |       |
|                     |                |                       |       |
|                     |                | 331,3                 | 355,4 |
|                     |                | 3,2                   | -3,6  |
|                     |                | 1-2                   | 2-3   |
| 0                   | 1.514,8        | 5,200                 | 5,984 |
| 5                   | 1.475,9        | 5,337                 | 6,142 |
| 10                  | 1.438,7        | 5,475                 | 6,301 |
| 15                  | 1.403,0        | 5,614                 | 6,461 |
| 20                  | 1.368,8        | 5,754                 | 6,623 |
| 25                  | 1.336,1        | 5,895                 | 6,785 |
| 30                  | 1.304,8        | 6,037                 | 6,948 |
| 35                  | 1.274,9        | 6,179                 | 7,111 |
| 40                  | 1.246,3        | 6,321                 | 7,274 |
| 45                  | 1.219,0        | 6,463                 | 7,438 |
| 50                  | 1.192,8        | 6,605                 | 7,601 |

CABLE OPGW 48 43D58Z - TABLA DE REGULACIÓN

Cantón N°: 3 ZONA A

APOYO INICIAL N°: SC3

VANO DE REGULACIÓN: 302,4 m

APOYO FINAL N°: SC8

| TEMPERATURA<br>(°C) | TENSE<br>(daN) | FLECHA MÁXIMA (m)     |       |       |       |       |
|---------------------|----------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|
|                     |                | Longitud del vano (m) |       |       |       |       |
|                     |                | Desnivel (m)          |       |       |       |       |
|                     |                | Apoyos del vano       |       |       |       |       |
|                     |                | 289,4                 | 325,9 | 292,8 | 304,7 | 294,9 |
|                     |                | -7,1                  | 5,7   | 3,7   | 9,0   | 25,4  |
|                     |                | 3-4                   | 4-5   | 5-6   | 6-7   | 7-8   |
| 0                   | 1.532,0        | 3,925                 | 4,977 | 4,016 | 4,352 | 4,090 |
| 5                   | 1.487,2        | 4,043                 | 5,127 | 4,137 | 4,483 | 4,213 |
| 10                  | 1.444,2        | 4,163                 | 5,280 | 4,260 | 4,617 | 4,339 |
| 15                  | 1.403,0        | 4,286                 | 5,435 | 4,385 | 4,752 | 4,466 |
| 20                  | 1.363,6        | 4,409                 | 5,592 | 4,512 | 4,890 | 4,595 |
| 25                  | 1.326,0        | 4,535                 | 5,751 | 4,640 | 5,028 | 4,726 |
| 30                  | 1.290,1        | 4,661                 | 5,911 | 4,769 | 5,168 | 4,857 |
| 35                  | 1.255,9        | 4,788                 | 6,072 | 4,900 | 5,309 | 4,990 |
| 40                  | 1.223,2        | 4,916                 | 6,234 | 5,030 | 5,451 | 5,123 |
| 45                  | 1.192,1        | 5,044                 | 6,397 | 5,162 | 5,593 | 5,257 |
| 50                  | 1.162,5        | 5,173                 | 6,560 | 5,293 | 5,736 | 5,391 |

CABLE OPGW 48 43D58Z - TABLA DE REGULACIÓN

Cantón N°: 4 ZONA A

APOYO INICIAL N°: SC8

VANO DE REGULACIÓN: 168,8 m

APOYO FINAL N°: SC9

| TEMPERATURA<br>(°C) | TENSE<br>(daN) | FLECHA MÁXIMA (m)     |
|---------------------|----------------|-----------------------|
|                     |                | Longitud del vano (m) |
|                     |                | Desnivel (m)          |
|                     |                | Apoyos del vano       |
|                     |                | 168,8                 |
|                     |                | 0,2                   |
|                     |                | 8-9                   |
| 0                   | 1.599,5        | 1,279                 |
| 5                   | 1.532,2        | 1,335                 |
| 10                  | 1.466,6        | 1,395                 |
| 15                  | 1.403,0        | 1,458                 |
| 20                  | 1.341,5        | 1,525                 |
| 25                  | 1.282,2        | 1,595                 |
| 30                  | 1.225,4        | 1,669                 |
| 35                  | 1.171,1        | 1,747                 |
| 40                  | 1.119,4        | 1,828                 |
| 45                  | 1.070,4        | 1,911                 |
| 50                  | 1.024,2        | 1,997                 |

CABLE OPGW 48 43D58Z - TABLA DE REGULACIÓN

Cantón N°: 5 ZONA A

APOYO INICIAL N°: SC9

VANO DE REGULACIÓN: 299,7 m

APOYO FINAL N°: DC1

| TEMPERATURA (°C) | TENSE (daN) | FLECHA MÁXIMA (m)     |  |
|------------------|-------------|-----------------------|--|
|                  |             | Longitud del vano (m) |  |
|                  |             | Desnivel (m)          |  |
|                  |             | Apoyos del vano       |  |
|                  |             |                       |  |
|                  |             | 299,7                 |  |
|                  |             | -50,6                 |  |
|                  |             | 9-10                  |  |
| 0                | 1.534,2     | 4,262                 |  |
| 5                | 1.488,6     | 4,392                 |  |
| 10               | 1.444,9     | 4,525                 |  |
| 15               | 1.403,0     | 4,660                 |  |
| 20               | 1.362,9     | 4,798                 |  |
| 25               | 1.324,6     | 4,936                 |  |
| 30               | 1.288,0     | 5,077                 |  |
| 35               | 1.253,1     | 5,218                 |  |
| 40               | 1.219,8     | 5,361                 |  |
| 45               | 1.188,1     | 5,504                 |  |
| 50               | 1.157,8     | 5,648                 |  |

CABLE OPGW 48 43D58Z - TABLA DE REGULACIÓN

Cantón N°: 6 ZONA A

APOYO INICIAL N°: DC1

VANO DE REGULACIÓN: 334,4 m

APOYO FINAL N°: DC3

| TEMPERATURA (°C) | TENSE (daN) | FLECHA MÁXIMA (m)     |       |
|------------------|-------------|-----------------------|-------|
|                  |             | Longitud del vano (m) |       |
|                  |             | Desnivel (m)          |       |
|                  |             | Apoyos del vano       |       |
|                  |             |                       |       |
|                  |             | 250,8                 | 379,7 |
|                  |             | 11,4                  | -18,0 |
|                  |             | 1-2                   | 2-3   |
| 0                | 1.518,6     | 2,976                 | 6,823 |
| 5                | 1.478,4     | 3,057                 | 7,008 |
| 10               | 1.439,9     | 3,138                 | 7,196 |
| 15               | 1.403,0     | 3,221                 | 7,385 |
| 20               | 1.367,7     | 3,304                 | 7,576 |
| 25               | 1.333,9     | 3,388                 | 7,768 |
| 30               | 1.301,6     | 3,472                 | 7,961 |
| 35               | 1.270,8     | 3,556                 | 8,155 |
| 40               | 1.241,3     | 3,641                 | 8,349 |
| 45               | 1.213,1     | 3,725                 | 8,543 |
| 50               | 1.186,2     | 3,810                 | 8,737 |

CABLE OPGW 48 43D58Z - TABLA DE REGULACIÓN

Cantón N°: 7 ZONA A

APOYO INICIAL N°: DC3

VANO DE REGULACIÓN: 521,8m

APOYO FINAL N°: DC4

| TEMPERATURA<br>(°C) | TENSE<br>(daN) | FLECHA MÁXIMA (m)     |        |
|---------------------|----------------|-----------------------|--------|
|                     |                | Longitud del vano (m) |        |
|                     |                | Desnivel (m)          |        |
|                     |                | Apoyos del vano       |        |
|                     |                |                       |        |
|                     |                | 521,8                 |        |
|                     |                | 21,6                  |        |
|                     |                | 3-4                   |        |
| 0                   | 1.465,7        |                       | 13,350 |
| 5                   | 1.444,1        |                       | 13,550 |
| 10                  | 1.423,2        |                       | 13,749 |
| 15                  | 1.403,0        |                       | 13,948 |
| 20                  | 1.383,4        |                       | 14,146 |
| 25                  | 1.364,5        |                       | 14,342 |
| 30                  | 1.346,1        |                       | 14,538 |
| 35                  | 1.328,3        |                       | 14,733 |
| 40                  | 1.311,1        |                       | 14,927 |
| 45                  | 1.294,4        |                       | 15,121 |
| 50                  | 1.278,2        |                       | 15,313 |

CABLE OPGW 48 43D58Z - TABLA DE REGULACIÓN

Cantón N°: 8 ZONA A

APOYO INICIAL N°: DC4

VANO DE REGULACIÓN: 265,2m

APOYO FINAL N°: DC5

| TEMPERATURA<br>(°C) | TENSE<br>(daN) | FLECHA MÁXIMA (m)     |       |
|---------------------|----------------|-----------------------|-------|
|                     |                | Longitud del vano (m) |       |
|                     |                | Desnivel (m)          |       |
|                     |                | Apoyos del vano       |       |
|                     |                |                       |       |
|                     |                | 265,2                 |       |
|                     |                | -16,7                 |       |
|                     |                | 4-5                   |       |
| 0                   | 1.549,3        |                       | 3,265 |
| 5                   | 1.498,5        |                       | 3,376 |
| 10                  | 1.449,8        |                       | 3,489 |
| 15                  | 1.403,0        |                       | 3,606 |
| 20                  | 1.358,3        |                       | 3,724 |
| 25                  | 1.315,5        |                       | 3,845 |
| 30                  | 1.274,8        |                       | 3,968 |
| 35                  | 1.236,0        |                       | 4,093 |
| 40                  | 1.199,1        |                       | 4,219 |
| 45                  | 1.164,0        |                       | 4,346 |
| 50                  | 1.130,8        |                       | 4,474 |

CABLE OPGW 48 43D58Z - TABLA DE REGULACIÓN

Cantón N°: 9 ZONA A

APOYO INICIAL N°: DC5

VANO DE REGULACIÓN: 254,5m

APOYO FINAL N°: DC6

| TEMPERATURA<br>(°C) | TENSE<br>(daN) | FLECHA MÁXIMA (m)     |  |       |
|---------------------|----------------|-----------------------|--|-------|
|                     |                | Longitud del vano (m) |  |       |
|                     |                | Desnivel (m)          |  |       |
|                     |                | Apoyos del vano       |  |       |
|                     |                | 254,5                 |  |       |
|                     |                | 0,3                   |  |       |
|                     |                | 5-6                   |  |       |
| 0                   | 1.554,6        |                       |  | 2,990 |
| 5                   | 1.502,0        |                       |  | 3,094 |
| 10                  | 1.451,5        |                       |  | 3,202 |
| 15                  | 1.403,0        |                       |  | 3,313 |
| 20                  | 1.356,6        |                       |  | 3,426 |
| 25                  | 1.312,3        |                       |  | 3,542 |
| 30                  | 1.270,1        |                       |  | 3,660 |
| 35                  | 1.229,9        |                       |  | 3,779 |
| 40                  | 1.191,7        |                       |  | 3,901 |
| 45                  | 1.155,4        |                       |  | 4,023 |
| 50                  | 1.121,0        |                       |  | 4,147 |

CABLE OPGW 48 43D58Z - TABLA DE REGULACIÓN

Cantón N°: 10 ZONA A

APOYO INICIAL N°: DC6

VANO DE REGULACIÓN: 389,8m

APOYO FINAL N°: DC9

| TEMPERATURA<br>(°C) | TENSE<br>(daN) | FLECHA MÁXIMA (m)     |       |        |
|---------------------|----------------|-----------------------|-------|--------|
|                     |                | Longitud del vano (m) |       |        |
|                     |                | Desnivel (m)          |       |        |
|                     |                | Apoyos del vano       |       |        |
|                     |                | 359,8                 | 355,6 | 437,1  |
|                     |                | 3,1                   | 0,4   | -1,6   |
|                     |                | 6-7                   | 7-8   | 8-9    |
| 0                   | 1.498,6        | 6,202                 | 6,057 | 9,153  |
| 5                   | 1.465,4        | 6,343                 | 6,195 | 9,361  |
| 10                  | 1.433,6        | 6,484                 | 6,332 | 9,569  |
| 15                  | 1.403,0        | 6,625                 | 6,471 | 9,778  |
| 20                  | 1.373,6        | 6,767                 | 6,609 | 9,987  |
| 25                  | 1.345,5        | 6,909                 | 6,748 | 10,196 |
| 30                  | 1.318,4        | 7,051                 | 6,886 | 10,406 |
| 35                  | 1.292,5        | 7,192                 | 7,024 | 10,615 |
| 40                  | 1.267,6        | 7,334                 | 7,162 | 10,824 |
| 45                  | 1.243,7        | 7,475                 | 7,300 | 11,032 |
| 50                  | 1.220,8        | 7,615                 | 7,438 | 11,240 |

CABLE OPGW 48 43D58Z - TABLA DE REGULACIÓN

Cantón N°: 11 ZONA A

APOYO INICIAL N°: DC9

VANO DE REGULACIÓN: 386,9 m

APOYO FINAL N°: DC11

| TEMPERATURA<br>(°C) | TENSE<br>(daN) | FLECHA MÁXIMA (m)     |       |
|---------------------|----------------|-----------------------|-------|
|                     |                | Longitud del vano (m) |       |
|                     |                | Desnivel (m)          |       |
|                     |                | Apoyos del vano       |       |
|                     |                |                       |       |
|                     |                | 365,2                 | 405,4 |
|                     |                | -3,9                  | -9,6  |
|                     |                | 9-10                  | 10-11 |
| 0                   | 1.499,6        | 6,385                 | 7,870 |
| 5                   | 1.466,1        | 6,531                 | 8,050 |
| 10                  | 1.433,9        | 6,677                 | 8,231 |
| 15                  | 1.403,0        | 6,824                 | 8,412 |
| 20                  | 1.373,4        | 6,972                 | 8,594 |
| 25                  | 1.344,9        | 7,119                 | 8,776 |
| 30                  | 1.317,7        | 7,267                 | 8,958 |
| 35                  | 1.291,5        | 7,414                 | 9,139 |
| 40                  | 1.266,4        | 7,562                 | 9,321 |
| 45                  | 1.242,3        | 7,708                 | 9,502 |
| 50                  | 1.219,1        | 7,855                 | 9,683 |

CABLE OPGW 48 43D58Z - TABLA DE REGULACIÓN

Cantón N°: 12 ZONA A

APOYO INICIAL N°: DC11

VANO DE REGULACIÓN: 33,6 m

APOYO FINAL N°: PÓRTICO SET PRE-RUEDA

| TEMPERATURA<br>(°C) | TENSE<br>(daN) | FLECHA MÁXIMA (m)     |  |
|---------------------|----------------|-----------------------|--|
|                     |                | Longitud del vano (m) |  |
|                     |                | Desnivel (m)          |  |
|                     |                | Apoyos del vano       |  |
|                     |                |                       |  |
|                     |                | 33,6                  |  |
|                     |                | -22,6                 |  |
|                     |                | 11-12                 |  |
| 0                   | 167,2          | 0,583                 |  |
| 5                   | 157,9          | 0,617                 |  |
| 10                  | 149,9          | 0,650                 |  |
| 15                  | 142,9          | 0,682                 |  |
| 20                  | 136,7          | 0,713                 |  |
| 25                  | 131,2          | 0,743                 |  |
| 30                  | 126,3          | 0,772                 |  |
| 35                  | 121,9          | 0,800                 |  |
| 40                  | 117,9          | 0,827                 |  |
| 45                  | 114,3          | 0,853                 |  |
| 50                  | 110,9          | 0,879                 |  |



#### 1.10.4.8.1. Distancia de los conductores y el cable de tierra

De acuerdo con lo establecido en el punto 5.4.1 de la ITC 07 del Reglamento de líneas eléctricas, teniendo presente los efectos de las oscilaciones de los conductores y cables de tierra debidas al viento y al desprendimiento de nieve acumulada sobre ellos, la distancia de los conductores vendrá dada por la siguiente expresión:

$$D = K \sqrt{f_{\max} + L} + K' D_{pp}$$

siendo:

- D Distancia mínima entre conductor y cable de tierra en m
- $f_{\max}$  Flecha máxima del conductor o cable de tierra en m
- $D_{pp}$  Distancia mínima aérea especificada definida anteriormente
- l Longitud de la cadena en m
- K Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento
- K' Coeficiente en función de la categoría de la línea

El ángulo de oscilación de los conductores se determinará mediante la siguiente expresión:

$$\mu = \arctg \frac{p_v}{p_c}$$

Calculando la presión de viento para una velocidad de 120km/h.

Debido a que existen dos conductores se empleará el valor de K mayor de ambos. También en el caso de la flecha máxima se empleará la mayor, esto es la del conductor que normalmente tendrá mayor flecha que el cable de tierra al estar tendido por encima. Para el citado ángulo de oscilación, el Reglamento de Líneas de Alta Tensión da un valor de:

Categoría: Especial

$$\mu_c = 47,55^\circ \quad K_c = 0,65$$

$$\mu_t = 56,22^\circ \quad K_t = 0,65 \quad K' = 0,85$$

| Nº Apoyo | K     |       | F.cond (m) |         | F.cable (m) |         | Hipótesis | L (m) | d. mín (m) | d. Real (m) | % sup. |
|----------|-------|-------|------------|---------|-------------|---------|-----------|-------|------------|-------------|--------|
|          | cond. | cable | v. ant     | v. post | v. ant      | v. post |           |       |            |             |        |
| SC1      | 0,60  | 0,60  | 1,002      | 9,125   | 0,712       | 6,605   | Temper.   | 0,000 | 3,512      | 8,481       | 58,59% |
| SC2      | 0,65  | 0,65  | 7,423      | 8,540   | 7,772       | 8,945   | Viento    | 2,454 | 3,895      | 8,007       | 51,36% |
| SC3      | 0,60  | 0,60  | 10,500     | 7,435   | 7,601       | 5,173   | Temper.   | 0,000 | 3,644      | 7,049       | 48,30% |
| SC4      | 0,65  | 0,65  | 5,834      | 7,398   | 6,168       | 7,823   | Viento    | 2,454 | 3,784      | 8,007       | 52,74% |
| SC5      | 0,65  | 0,65  | 7,398      | 5,969   | 7,823       | 6,312   | Viento    | 2,454 | 3,784      | 8,007       | 52,74% |
| SC6      | 0,65  | 0,65  | 5,969      | 6,469   | 6,312       | 6,840   | Viento    | 2,454 | 3,682      | 8,007       | 54,02% |
| SC7      | 0,65  | 0,65  | 6,469      | 6,081   | 6,840       | 6,428   | Viento    | 2,454 | 3,682      | 8,007       | 54,02% |
| SC8      | 0,60  | 0,60  | 7,750      | 3,600   | 5,391       | 1,997   | Temper.   | 0,000 | 3,370      | 7,135       | 52,77% |
| SC9      | 0,60  | 0,60  | 3,600      | 8,212   | 1,997       | 5,648   | Temper.   | 0,000 | 3,419      | 7,272       | 52,98% |
| DC1      | 0,60  | 0,60  | 0,000      | 5,306   | 0,000       | 3,810   | Temper.   | 0,000 | 3,082      | 5,124       | 39,85% |
| DC2      | 0,65  | 0,65  | 4,285      | 9,826   | 4,497       | 10,315  | Viento    | 2,454 | 4,023      | 6,060       | 33,61% |

| Nº<br>Apoyo | K     |       | F.cond (m) |         | F.cable (m) |         | Hipótesis | L<br>(m) | d. mín<br>(m) | d. Real<br>(m) | % sup. |
|-------------|-------|-------|------------|---------|-------------|---------|-----------|----------|---------------|----------------|--------|
|             | cond. | cable | v. ant     | v. post | v. ant      | v. post |           |          |               |                |        |
| DC3         | 0,65  | 0,65  | 9,826      | 17,115  | 10,315      | 17,220  | Viento    | 0,000    | 4,397         | 5,124          | 14,19% |
| DC4         | 0,65  | 0,65  | 17,115     | 5,062   | 17,220      | 5,403   | Viento    | 0,000    | 4,397         | 5,115          | 14,03% |
| DC5         | 0,60  | 0,60  | 6,722      | 6,318   | 4,474       | 4,147   | Temper.   | 0,000    | 3,256         | 5,108          | 36,27% |
| DC6         | 0,65  | 0,65  | 4,693      | 8,523   | 5,023       | 8,843   | Viento    | 0,000    | 3,633         | 5,118          | 29,02% |
| DC7         | 0,65  | 0,65  | 8,523      | 8,324   | 8,843       | 8,636   | Viento    | 2,454    | 3,885         | 6,060          | 35,89% |
| DC8         | 0,65  | 0,65  | 8,324      | 12,580  | 8,636       | 13,053  | Viento    | 2,454    | 4,260         | 6,060          | 29,70% |
| DC9         | 0,65  | 0,65  | 12,580     | 8,793   | 13,053      | 9,129   | Viento    | 0,000    | 4,048         | 5,073          | 20,20% |
| DC10        | 0,65  | 0,65  | 8,793      | 10,840  | 9,129       | 11,254  | Viento    | 2,454    | 4,107         | 6,060          | 32,23% |
| DC11        | 0,65  | 0,65  | 10,840     | 0,811   | 11,254      | 0,744   | Viento    | 0,000    | 3,881         | 5,076          | 23,56% |

### 1.10.5. Cálculo mecánico de apoyos

Los cálculos mecánicos de apoyos se realizan de forma individual y para cada una de las distintas hipótesis de carga que establece la ITC 07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión.

Estos cálculos incluyen para cada hipótesis los esfuerzos individuales que cada conductor y cable transmiten a la cruceta y a la cúpula de tierra y el esfuerzo equivalente de todos ellos sobre el apoyo.

Los esfuerzos se referencian en un sistema de coordenadas cartesiano ortogonal a derechas (longitudinal, transversal, vertical).

Las distintas hipótesis de carga a considerar en el cálculo mecánico de apoyos serán las establecidas en las tablas 5 a 8 de la ITC-07 del RLAT siendo las siguientes:

- Hipótesis normales
- Hipótesis anormales

#### 1.10.5.1. Hipótesis normales

Las hipótesis normales a considerar con las correspondientes sobrecargas a aplicar en cada una de ellas según la zona de aplicación A son las indicadas en la siguiente tabla:

| TIPO APOYO  | ZONA A               |  |
|---|----------------------|--|
|   | 1ª HIPÓTESIS: VIENTO |  |
| Suspensión de alineación<br>o<br>Suspensión de ángulo | V                    | Cargas permanentes (3.1.1)   |
|   | T                    | Esfuerzo de viento sobre conductores (3.1.2) y apoyos en caso de ángulo Resultante de ángulo (3.1.6) |
|   | L                    | No aplica  |
| Amarre de alineación<br>o<br>Amarre de ángulo         | V                    | Cargas permanentes (3.1.1)   |
|   | T                    | Esfuerzo de viento sobre conductores (3.1.2) y apoyos en caso de ángulo Resultante de ángulo (3.1.6) |
|   | L                    | No aplica  |
| Anclaje de alineación<br>o<br>Anclaje de ángulo       | V                    | Cargas permanentes (3.1.1)   |
|   | T                    | Esfuerzo de viento sobre conductores (3.1.2) y apoyos en caso de ángulo Resultante de ángulo (3.1.6) |
|   | L                    | No aplica  |
| Fin de línea  | V                    | Cargas permanentes (3.1.1)   |
|   | T                    | Esfuerzo de viento sobre conductores y apoyos (3.1.2)  |
|   | L                    | Desequilibrio de tracciones (3.1.4.4)  |

V = Esfuerzo vertical

L = Esfuerzo Longitudinal

T = Esfuerzo transversal

El coeficiente de seguridad no será inferior a 1,5 en el caso de en apoyos y crucetas metálicas respecto al límite de fluencia.

### 1.10.5.1.1. Esfuerzos verticales

#### 1.10.5.1.1.1. Teoría del Gravivano

El cálculo de los esfuerzos verticales que conductores y cables transmiten a las cruces y a la cúpula de tierra se realiza mediante la teoría del gravivano.

Se denomina gravivano a la longitud de vano que hay que considerar para determinar los esfuerzos verticales que debido a los pesos aparentes de conductores y cables se transmiten al apoyo.

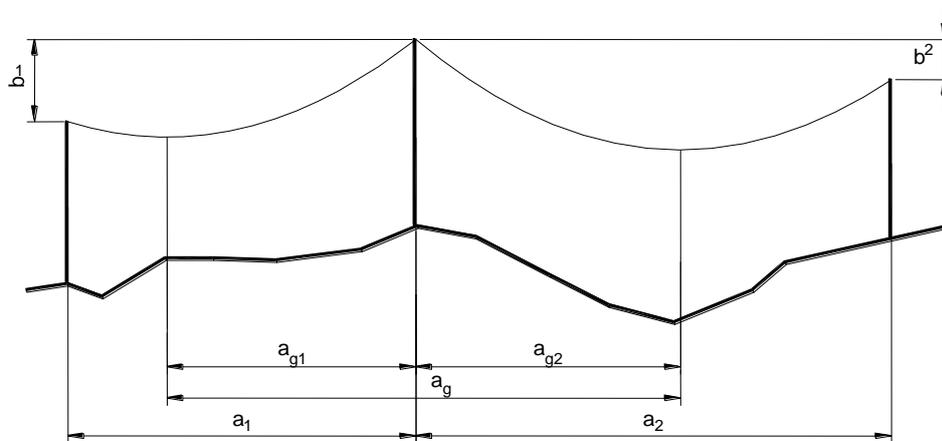
Dicha longitud viene determinada por la distancia horizontal que existe entre los vértices de las catenarias de los vanos contiguos al apoyo ( $a_g$ ).

El vértice de la catenaria modifica su situación con respecto a cada apoyo en función del parámetro de la catenaria, que varía con la temperatura y con el coeficiente de sobrecarga de cada hipótesis.

Para cada hipótesis normal y para cada apoyo se determina el valor del gravivano del conductor y cable de tierra.

Adicionalmente también se calcula el gravivano del conductor para la hipótesis de mínima flecha con el objeto de evitar el posible ahorcamiento en las cadenas de suspensión.

En el dibujo se pueden observar los tramos de la catenaria que intervienen en la determinación del gravivano de un apoyo.



En los apoyos de anclaje se tendrá presente la diferencia del parámetro de la catenaria en cada semigravivano.

$$a_g = a_{g1} + a_{g2} \quad (m)$$

$$a_{g1} = a_1 - H_1 \left( \arg \operatorname{th} \frac{\left( \operatorname{ch} \frac{a_1}{H_1} \right) - 1}{\operatorname{sh} \frac{a_1}{H_1}} - \arg \operatorname{sh} \frac{\frac{b_1}{H_1}}{\sqrt{\operatorname{sh}^2 \frac{a_1}{H_1} - \left( \left( \operatorname{ch} \frac{a_1}{H_1} \right) - 1 \right)^2}} \right)$$

$$a_{g2} = H_2 \left( \arg \operatorname{th} \frac{\left( \operatorname{ch} \frac{a_2}{H_2} \right) - 1}{\operatorname{sh} \frac{a_2}{H_2}} - \arg \operatorname{sh} \frac{\frac{b_2}{H_2}}{\sqrt{\operatorname{sh}^2 \frac{a_2}{H_2} - \left( \left( \operatorname{ch} \frac{a_2}{H_2} \right) - 1 \right)^2}} \right)$$

Siendo el criterio de signos para  $b_1$  y  $b_2$  el siguiente:

$$b_1 > 0 \quad \text{si } y_{b1} - y_{a1} > 0$$

$$b_1 < 0 \quad \text{si } y_{b1} - y_{a1} < 0$$

$$b_2 > 0 \quad \text{si } y_{b2} - y_{a2} > 0$$

$$b_2 < 0 \quad \text{si } y_{b2} - y_{a2} < 0$$

Conocido el gravivano se determinan los esfuerzos verticales que el conductor y el cable transmiten sobre cruceta y cúpula de tierra respectivamente.

$$P = P_A + P_B \quad (\text{daN})$$

$$P = p_a \left( H_1 \operatorname{sh} \frac{a_{g1}}{H_1} + H_2 \operatorname{sh} \frac{a_{g2}}{H_2} \right) \quad (\text{daN})$$

siendo:

- P Esfuerzo vertical que el cable o conductor transmite a la cruceta o cúpula de tierra (daN).
- $P_A$  Esfuerzo vertical que el cable o conductor del vano anterior al apoyo transmite a la cruceta o cúpula de tierra (daN).
- $P_B$  Esfuerzo vertical que el cable o conductor del vano posterior al apoyo transmite a la cruceta o cúpula de tierra (daN).
- $p_a$  Peso aparente del cable o conductor (daN/m).
- $a_g$  Gravivano del cable o conductor (m).
- $H_1$  Parámetro de la catenaria del cable o conductor en el vano anterior al apoyo (m).
- $H_2$  Parámetro de la catenaria del cable o conductor en el vano posterior al apoyo (m).

#### 1.10.5.1.1.2. Cargas permanentes

De acuerdo con el apartado 3.1.1 de la ITC-07 del RLEAT se consideran como cargas permanentes las cargas verticales debidas al peso propio de conductores, cables de tierra, aisladores y herrajes, apoyos y cimentaciones.

#### 1.10.5.1.1.3. Fuerzas del viento sobre los componentes de las líneas aéreas

De acuerdo con el apartado 3.1.2 de la ITC-07 del RLEAT se considera un viento de 140km/h que se supone horizontal actuando perpendicularmente a las superficies sobre las que incide.

#### 1.10.5.1.1.4. Sobrecargas motivadas por el viento

De acuerdo con el apartado 3.1.2 de la ITC-07 del RLEAT los conductores y cables se consideran sometidos a una sobrecarga horizontal transversal por viento por unidad de longitud, cuyo valor será:

$$p_v = q d 10^{-3} \text{ (daN/m)}$$

siendo:

d Diámetro del conductor o cable (mm).

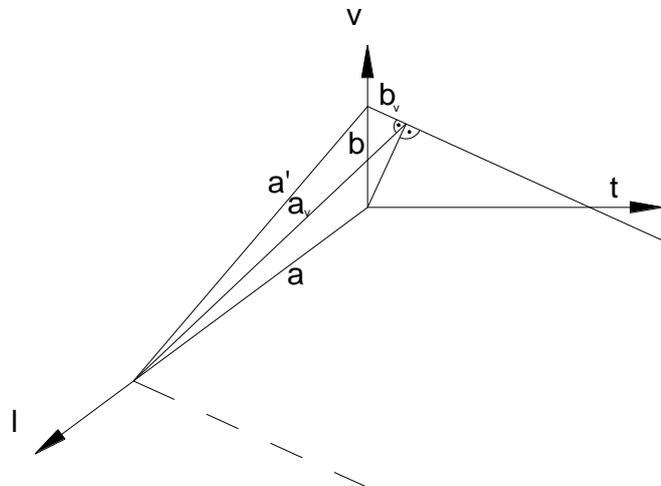
q Presión de viento

$$q = 60 \left( \frac{v}{120} \right)^2 \text{ para conductores } d < 16 \text{ mm}$$

$$q = 50 \left( \frac{v}{120} \right)^2 \text{ para conductores } d > 16 \text{ mm}$$

Al no ser las fuerzas debidas al viento por unidad de longitud coplanarias con el plano vertical, la catenaria se sitúa en el plano resultante de las fuerzas ( $\gamma$ ).

Para poder aplicar la teoría del gravivano habrá que considerar las proyecciones de a y b sobre el plano que contiene a la catenaria ( $\gamma$ ).



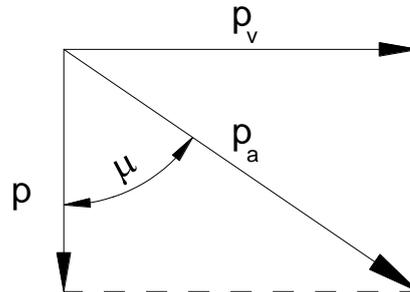
$$b_v = b \cos(\mu) \text{ (m)}$$

$$a_v = \sqrt{a'^2 - b_v^2} = \sqrt{a^2 + b^2 \sin^2(\mu)} \text{ (m)}$$

$$\mu = \text{tag}^{-1} \left( \frac{p_v}{p} \right)$$

$$a' = \sqrt{a^2 + b^2} \text{ (m)}$$

siendo:



$b_v$  Proyección de  $b$  sobre el plano que contiene la catenaria (m).

$a_v$  Proyección de  $a$  sobre el plano que contiene la catenaria (m).

Una vez aplicada la teoría del gravivano para referenciar el valor del esfuerzo vertical en el sistemas de coordenadas principal se proyecta el valor del mismo sobre el plano vertical.

$$P = P' \cos (\mu) \text{ (daN)}$$

donde:

$P'$  Esfuerzo vertical que el conductor o cable transmiten a la cruceta o cúpula de tierra referido al sistema de coordenadas secundario (plano que contiene la catenaria) (daN).

$P$  Esfuerzo vertical que el conductor o cable transmiten a la cruceta o cúpula de tierra referido al sistema de coordenadas principal (plano vertical) (daN).

#### 1.10.5.1.1.5. Sobrecargas motivadas por el hielo

No se consideran sobrecargas de hielo en zona A.

### 1.10.5.1.2. Esfuerzos horizontales longitudinales y transversales

#### 1.10.5.1.2.1. Teoría del Eolovano

Para el cálculo de los esfuerzos horizontales transversales ( $F_t$ ) que los conductores y cables transmiten a las crucetas y a la cúpula de tierra se emplea la teoría del eolovano.

Se define el eolovano como la longitud de vano horizontal a considerar para la determinación del esfuerzo transversal que, debido a la acción del viento, los conductores y cables transmiten al apoyo. Esta longitud queda determinada por la semisuma de los dos vanos contiguos al apoyo.

$$a_v = \frac{a_1 + a_2}{2} \text{ (m)}$$

siendo:

- $a_v$  Longitud del eolovano medido en la dirección longitudinal (m).
- $a_1$  Longitud del vano anterior al apoyo medido en la dirección longitudinal (m).
- $a_2$  Longitud del vano posterior al apoyo medido en la dirección longitudinal (m).

#### 1.10.5.1.2.2. Apoyos de alineación y anclaje, con cadena de suspensión y amarre.

##### a) Hipótesis del viento:

Los esfuerzos horizontales longitudinales ( $F_l$ ) y transversales ( $F_t$ ) que cada conductor o cable de tierra, debido a la acción del viento, transmiten a la cruceta o cúpula de tierra, se determinan, de acuerdo con el apartado 3.1.2.1 y con la tabla 5 y 6, de la ITC-07 del RLEAT mediante las siguientes expresiones:

$$F_l = 0 \text{ (daN)}$$

$$F_t = p_v a_v \text{ (daN)}$$

siendo:

- $a_v$  Longitud del eolovano medido en la dirección longitudinal (m).
- $p_v$  Fuerza por unidad de longitud del viento sobre el conductor o cable (daN/m).

##### b) Hipótesis del hielo:

No se considera esta hipótesis en zona A.

### 1.10.5.1.2.3. Apoyos de ángulo con cadena de suspensión o amarre y anclaje.

#### a) Hipótesis del viento:

Los esfuerzos horizontales longitudinales ( $F_l$ ) y transversales ( $F_t$ ) que cada conductor, cable de fibra óptica o cable de tierra, debido a la acción del viento, transmiten a la cruceta o cúpula de tierra, se determinan, de acuerdo con el apartado 3.1.2.1 y con la tabla 5 y 6, de la ITC-07 del RLEAT, mediante las siguientes expresiones:

$$F_l = 0 \text{ (daN)}$$

$$F_t = p_v \frac{a_1 + a_2}{2} \left| \sin \frac{\alpha}{2} \right| + 2 \max [T_{ov1}, T_{ov2}] \left| \cos \frac{\alpha}{2} \right| \text{ (daN)}$$

siendo:

$T_{ov1}, T_{ov2}$  Componente horizontal de la tensión del conductor o cable para la hipótesis de viento en los vanos anterior y posterior al apoyo (daN).

$p_v$  Fuerza por unidad de longitud del viento sobre el conductor o cable (daN/m).

$a_1$  Longitud del vano anterior al apoyo medida en la dirección longitudinal (m).

$a_2$  Longitud del vano posterior al apoyo medida en la dirección longitudinal (m).

$\alpha$  Ángulo en grados sexagesimales que forman las alineaciones, medido en sentido horario desde la alineación anterior a la alineación posterior

#### b) Hipótesis de hielo:

No se considera esta hipótesis en zona A.

### 1.10.5.1.2.4. Apoyos de fin de línea

#### a) Hipótesis del viento:

Los esfuerzos horizontales longitudinales ( $F_l$ ) y transversales ( $F_t$ ) que cada conductor, cable de fibra óptica o cable de tierra, debido a la acción del viento, transmiten a la cruceta o cúpula de tierra, se determinan, de acuerdo con el apartado 3.1.2.1 y con la tabla 6, de la ITC-07 del RLEAT, mediante las siguientes expresiones:

$$F_l = T_{ov} \text{ (daN)}$$

$$F_t = p_v \frac{a_1}{2} \text{ (daN)}$$

siendo:

$T_{ov}$  Componente horizontal de la tensión del conductor o cable para la hipótesis de viento (N).

$p_v$  Fuerza por unidad de longitud del viento sobre el conductor o cable (daN/m).

$a_1$  Longitud del vano del apoyo medido en la dirección longitudinal (m).

#### b) Hipótesis del hielo:

No se considera esta hipótesis en zona A.

La diferencia de esfuerzo en el apoyo es:

### 1.10.5.1.3. Esfuerzo equivalente en el apoyo

Los distintos esfuerzos que los conductores y cables de tierra transmiten al apoyo en las hipótesis normales pueden representarse mediante un único esfuerzo aplicado en un punto del mismo ( $x_{equi}$ ,  $y_{equi}$ ) en donde las distintas componentes de este esfuerzo se calculan mediante las siguientes expresiones:

$$F_{lequi} = \frac{\sum_1^n F_{li} y_i}{y_{equi}} \quad (\text{daN})$$

$$F_{tequi} = \frac{\sum_1^n F_{ti} y_i + F_{vi} x_i}{y_{equi}} \quad (\text{daN})$$

$$F_{vequi} = \sum_1^n F_{vi} \quad (\text{daN})$$

donde:

$F_{lequi}$  Componente longitudinal del esfuerzo equivalente (daN).

$F_{tequi}$  Componente transversal del esfuerzo equivalente (daN).

$F_{vequi}$  Componente vertical del esfuerzo equivalente (daN).

### 1.10.5.2. Hipótesis anormales

Las hipótesis anormales a considerar con las correspondientes sobrecargas a aplicar en cada una de ellas son las indicadas en la siguiente tabla:

| TIPO APOYO  | ZONA A                      |   |                                  |   |
|---|-----------------------------|---|----------------------------------|---|
|   | 3ª HIPÓTESIS: DESEQUILIBRIO |   | 4ª HIPÓTESIS: ROTURA CONDUCTORES |   |
| Suspensión de alineación<br>o<br>Suspensión de ángulo | V                           | Cargas permanentes (3.1.1)                                    | V                                | Cargas permanentes (3.1.1)                                    |
|   | T                           | Alineación: No aplica<br>Ángulo: Resultante de ángulo (3.1.6) | T                                | Alineación: No aplica<br>Ángulo: Resultante de ángulo (3.1.6) |
|   | L                           | Desequilibrio de tracciones (3.1.4.1)                         | L                                | Rotura de conductores y cables de tierra (3.1.5.1)            |
| Amarre de alineación<br>o<br>Amarre de ángulo         | V                           | Cargas permanentes (3.1.1)                                    | V                                | Cargas permanentes (3.1.1)                                    |
|   | T                           | Alineación: No aplica<br>Ángulo: Resultante de ángulo (3.1.6) | T                                | Alineación: No aplica<br>Ángulo: Resultante de ángulo (3.1.6) |
|   | L                           | Desequilibrio de tracciones (3.1.4.1)                         | L                                | Rotura de conductores y cables de tierra (3.1.5.2)            |
| Anclaje de alineación<br>o<br>Anclaje de ángulo       | V                           | Cargas permanentes (3.1.1)                                    | V                                | Cargas permanentes (3.1.1)                                    |
|   | T                           | Alineación: No aplica<br>Ángulo: Resultante de ángulo (3.1.6) | T                                | Alineación: No aplica<br>Ángulo: Resultante de ángulo (3.1.6) |
|   | L                           | Desequilibrio de tracciones (3.1.4.1)                         | L                                | Rotura de conductores y cables de tierra (3.1.5.3)            |
| Fin de línea  | V                           | No Aplica   | V                                | Cargas permanentes (3.1.1)                                    |
|   | T                           | No Aplica   | T                                | No Aplica   |
|   | L                           | No Aplica   | L                                | Rotura de conductores y cables de tierra (3.1.5.4)            |

V = Esfuerzo vertical      L = Esfuerzo Longitudinal      T = Esfuerzo transversal

El coeficiente de seguridad no será inferior a 1,2 en el caso de en apoyos y crucetas metálicas respecto al límite de fluencia.

#### 1.10.5.2.1. Esfuerzos verticales

Los esfuerzos verticales para hipótesis anormales se calculan con el mismo procedimiento indicado en el apartado anterior, teniendo en cuenta que para la hipótesis de rotura de conductor se considerará que el conductor o cable de tierra roto no ejerce esfuerzo vertical. El resto de conductores se calculará con el mismo gravivano que las hipótesis anteriores.

#### 1.10.5.2.2. Esfuerzos horizontales longitudinales

##### 1.10.5.2.2.1. Apoyos de alineación y ángulo con cadenas de suspensión

###### a) Desequilibrio de tracciones:

Los esfuerzos horizontales longitudinales ( $F_I$ ) que cada conductor o cable de tierra, debidos al desequilibrio de tracciones, transmiten a la cruceta o cúpula de tierra se determinan, de acuerdo con el apartado 3.1.4.1 de la ITC-07 del RLEAT, mediante las siguientes expresiones:

$$F_I = 0,15 T_0 \text{ (daN)}$$

Siendo:

$T_0$  Componente horizontal de la tensión máxima del conductor o cable en la citada hipótesis (daN).

Este esfuerzo se aplicará en el punto de fijación de los conductores al apoyo.

###### b) Rotura de conductores:

Los esfuerzos horizontales longitudinales ( $F_I$ ) que debidos a la rotura de un conductor o cable de tierra, se transmiten a la cruceta o cúpula de tierra, se determinan, de acuerdo con el apartado 3.1.5.1 de la ITC-07 del RLEAT, mediante las siguientes expresiones:

$$F_I = 0,5 T_0 \text{ (daN)}$$

siendo:

$T_0$  Componente horizontal de la tensión máxima del conductor o cable (daN).

En apoyos de ángulo con cadena de suspensión se valorará además del esfuerzo de torsión, el esfuerzo de ángulo creado por esta circunstancia en su punto de aplicación.

##### 1.10.5.2.2.2. Apoyos de alineación y ángulo con cadenas de amarre

###### a) Hipótesis de desequilibrio de tracciones:

Los esfuerzos horizontales longitudinales ( $F_I$ ) que cada conductor o cable de tierra, debidos al desequilibrio de tracciones, transmiten a la cruceta o cúpula de tierra se determinan, de acuerdo con el apartado 3.1.4.2 de la ITC-07 del RLEAT, mediante las siguientes expresiones:

$$F_I = 0,25 \max [T_{01}, T_{02}] \text{ (daN)}$$

siendo:

$T_{01} T_{02}$  Componente horizontal de la tensión máxima del conductor o cable en los vanos contiguos al apoyo (daN).

Este esfuerzo se aplicará en el punto de fijación de los conductores al apoyo.

En apoyos de ángulo se estudiará el esfuerzo de ángulo debido a esta circunstancia.

###### b) Hipótesis de rotura de conductores:

Los esfuerzos horizontales longitudinales ( $F_I$ ) que debidos a la rotura de un conductor o cable de tierra, se transmiten a la cruceta o cúpula de tierra, se determinan, de acuerdo con el apartado 3.1.5.2 de la ITC-07 del RLEAT, mediante las siguientes expresiones:

$$F_1 = \max [T_{01}, T_{02}] \quad (\text{daN})$$

siendo:

$T_{01}T_{02}$  Componente horizontal de la tensión máxima del conductor o cable en los vanos contiguos al apoyo (daN).

En apoyos de ángulo se valorará además del esfuerzo de torsión, el esfuerzo de ángulo creado por esta circunstancia en su punto de aplicación.

#### 1.10.5.2.2.3. Apoyos de anclaje

##### a) Hipótesis de desequilibrio de tracciones:

Los esfuerzos horizontales longitudinales ( $F_1$ ) que cada conductor o cable de tierra, debidos al desequilibrio de tracciones, transmiten a la cruceta o cúpula de tierra se determinan, de acuerdo con el apartado 3.1.4.3 de la ITC-07 del RLEAT, mediante las siguientes expresiones:

$$F_1 = 0,5 \max [T_{01}, T_{02}] (\text{daN})$$

siendo:

$T_{01}T_{02}$  Componente horizontal de la tensión máxima del conductor o cable en los vanos contiguos al apoyo (daN).

Este esfuerzo se aplicará en el punto de fijación de los conductores al apoyo.

En apoyos de ángulo se estudiará el esfuerzo de ángulo debido a esta circunstancia.

##### b) Hipótesis de rotura de conductores:

Los esfuerzos horizontales longitudinales ( $F_1$ ) que debidos a la rotura de un conductor o cable de tierra, se transmiten a la cruceta o cúpula de tierra, se determinan, de acuerdo con el apartado 3.1.5.3 de la ITC-07 del RLEAT, mediante las siguientes expresiones:

$$F_1 = \max [T_{01}, T_{02}] \quad (\text{daN}) \quad \text{para } n' = 1 \text{ conductores normales}$$

$$F_1 = \max [T_{01}, T_{02}] n' 50\% \quad (\text{daN}) \quad \text{para } n' > 1 \text{ conductores en haz}$$

siendo:

$T_{01}T_{02}$  Componente horizontal de la tensión máxima del conductor o cable en los vanos contiguos al apoyo (daN).

$n'$  Número de conductores por fase

En apoyos de ángulo se valorará además del esfuerzo de torsión, el esfuerzo de ángulo creado por esta circunstancia en su punto de aplicación.

#### 1.10.5.2.2.4. Apoyos de fin de línea

a) Hipótesis de desequilibrio de tracciones:

En apoyos fin de línea no se considera la hipótesis

b) Hipótesis de rotura de conductores:

Los esfuerzos horizontales longitudinales ( $F_l$ ) que debidos a la rotura de un conductor, serán los mismos que en el apartado anterior, pero suponiendo, en el caso de las líneas con haces múltiples, los conductores sometidos a la tensión mecánica que les corresponda:

$$F_l = T_0 n' \text{ (daN)}$$

siendo:

$T_0$  Componente horizontal de la tensión máxima del conductor o cable (daN).

$n'$  Número de conductores por fase

#### 1.10.5.2.3. Esfuerzo equivalente en el apoyo

##### 1.10.5.2.3.1. Desequilibrio de tracciones

Los distintos esfuerzos que los conductores y cable de tierra transmiten al apoyo en la hipótesis de desequilibrio de tracciones pueden representarse mediante un único esfuerzo aplicado en un punto del mismo ( $x_{equi}$ ,  $y_{equi}$ ) en donde las distintas componentes de este esfuerzo se calcularán según lo establecido en el apartado anterior.

En apoyos de ángulo se estudiará el esfuerzo de ángulo debido a esta circunstancia.

##### 1.10.5.2.3.2. Rotura de conductores

La sollicitación que la rotura de un conductor transmite al apoyo se representa mediante un momento torsor en la dirección del eje vertical y un esfuerzo vertical aplicado en un punto del mismo ( $x_{equi}$ ,  $y_{equi}$ ) calculados según las siguientes expresiones:

$$M_{tequi} = F_{li} x_i \text{ (daN m)}$$

$$F_{vequi} = \sum_1^n F_{vi} \text{ (daN)}$$

El momento torsor se representa mediante un esfuerzo aplicado en un punto del apoyo a una distancia  $d$  del eje vertical. El valor de este esfuerzo equivalente se calcula según la siguiente expresión:

$$F_{lequi} = \frac{M_{tequi}}{d} \text{ (daN)}$$

En apoyos de ángulo se valorará además del esfuerzo de torsión, el esfuerzo de ángulo creado por esta circunstancia en su punto de aplicación.

#### 1.10.5.3. Tablas de resultados

A continuación se reflejan los resultados obtenidos para en el cálculo mecánico de apoyos, así como los coeficientes de seguridad de apoyos y crucetas referidos a cada hipótesis.

## CARACTERÍSTICAS DE LOS APOYOS

| Nº apoyo                | Tipo de apoyo | Angulo apoyo(g) | Cota apoyo (m) | Altura punto Engrape (m) | Vano anterior (m) | Vano posterior (m) | Tense máx.(daN) |                |
|-------------------------|---------------|-----------------|----------------|--------------------------|-------------------|--------------------|-----------------|----------------|
|                         |               |                 |                |                          |                   |                    | AAAC A3 400     | OPGW 48 43D58Z |
| PÓRTICO SET RUEDA OESTE | PÓRTICO       | 0,00            | 348,15         | 15,00                    | ----              | 31,0               | 500,0           | 350,0          |
| SC1                     | FL            | 188,72          | 347,92         | 15,00                    | 31,0              | 331,3              | 4.728,2         | 2.432,3        |
| SC2                     | AL-S          | 0,00            | 349,58         | 21,95                    | 331,3             | 355,4              | 4.728,2         | 2.432,3        |
| SC3                     | AG-AM         | 141,67          | 344,82         | 24,00                    | 355,4             | 289,4              | 4.728,2         | 2.432,3        |
| SC4                     | AL-S          | 0,00            | 342,16         | 18,75                    | 289,4             | 325,9              | 4.662,1         | 2.356,9        |
| SC5                     | AL-S          | 0,00            | 347,86         | 18,75                    | 325,9             | 292,8              | 4.662,1         | 2.356,9        |
| SC6                     | AL-S          | 0,00            | 351,54         | 18,75                    | 292,8             | 304,7              | 4.662,1         | 2.356,9        |
| SC7                     | AL-S          | 0,00            | 360,50         | 18,75                    | 304,7             | 294,9              | 4.662,1         | 2.356,9        |
| SC8                     | AG-AM         | 246,80          | 366,47         | 39,00                    | 294,9             | 168,8              | 4.662,1         | 2.356,9        |
| SC9                     | AL-AM         | 180,71          | 369,56         | 36,11                    | 168,8             | 299,7              | 4.634,9         | 2.334,9        |
| DC1                     | FL            | 0,00            | 333,81         | 15,00                    | ----              | 250,8              | 4.712,9         | 2.415,0        |
| DC2                     | AL-S          | 0,00            | 335,17         | 24,75                    | 250,8             | 379,7              | 4.712,9         | 2.415,0        |
| DC3                     | AL-AM         | 0,00            | 317,13         | 25,00                    | 379,7             | 521,8              | 4.880,0         | 2.672,7        |
| DC4                     | AG-AM         | 226,44          | 343,68         | 20,00                    | 521,8             | 265,2              | 4.880,0         | 2.672,7        |
| DC5                     | AG-AM         | 165,15          | 326,97         | 20,00                    | 265,2             | 254,5              | 4.595,4         | 2.282,2        |
| DC6                     | AG-AM         | 221,73          | 327,27         | 20,00                    | 254,5             | 359,8              | 4.791,0         | 2.505,8        |
| DC7                     | AL-S          | 0,00            | 328,13         | 21,95                    | 359,8             | 355,6              | 4.791,0         | 2.505,8        |

| Nº apoyo              | Tipo de apoyo | Angulo apoyo(g) | Cota apoyo (m) | Altura punto Engrape (m) | Vano anterior (m) | Vano posterior (m) | Tense máx.(daN) |                |
|-----------------------|---------------|-----------------|----------------|--------------------------|-------------------|--------------------|-----------------|----------------|
|                       |               |                 |                |                          |                   |                    | AAAC A3 400     | OPGW 48 43D58Z |
| DC8                   | AL-S          | 0,00            | 328,51         | 21,95                    | 355,6             | 437,1              | 4.791,0         | 2.505,8        |
| DC9                   | AG-AM         | 263,95          | 324,07         | 25,00                    | 437,1             | 365,2              | 4.791,0         | 2.505,8        |
| DC10                  | AL-S          | 0,00            | 320,39         | 24,55                    | 365,2             | 405,4              | 4.787,1         | 2.501,3        |
| DC10                  | FL            | 138,17          | 310,54         | 25,00                    | 405,4             | 33,6               | 4.787,1         | 2.501,3        |
| PÓRTICO SET PRE-RUEDA | PÓRTICO       | 0,00            | 311,43         | 15,00                    | 33,6              | -----              | 500,0           | 350,0          |

CÁLCULO DE EOLOVANOS Y GRAVIVANOS

| Apoyo Nº                | Eolovano (m) | Gravivano (m)         |                |                     |
|-------------------------|--------------|-----------------------|----------------|---------------------|
|                         |              | Hipótesis 1ª (VIENTO) |                | Flecha mínima (0°C) |
|                         |              | AAAC A3 400           | OPGW 48 43D58Z | AAAC A3 400         |
| PÓRTICO SET RUEDA OESTE | 15,5         | 16,4                  | -43,8          | 17,2                |
| SC1                     | 181,1        | 150,5                 | 233,5          | 109,4               |
| SC2                     | 343,3        | 382,4                 | 360,0          | 434,3               |
| SC3                     | 322,4        | 345,0                 | 334,1          | 377,8               |
| SC4                     | 307,7        | 257,1                 | 274,5          | 183,9               |
| SC5                     | 309,3        | 315,2                 | 313,7          | 323,1               |
| SC6                     | 298,8        | 280,0                 | 285,6          | 252,5               |
| SC7                     | 299,8        | 232,8                 | 255,0          | 136,0               |
| SC8                     | 231,9        | 331,8                 | 300,2          | 474,7               |
| SC9                     | 234,3        | 450,6                 | 369,6          | 767,3               |
| DC1                     | 125,4        | 74,7                  | 88,4           | 5,5                 |
| DC2                     | 315,3        | 420,3                 | 391,9          | 563,0               |
| DC3                     | 450,7        | 348,8                 | 375,2          | 222,3               |
| DC4                     | 393,5        | 514,0                 | 480,9          | 675,6               |
| DC5                     | 259,9        | 188,4                 | 210,4          | 78,2                |
| DC6                     | 307,2        | 299,7                 | 301,2          | 290,2               |

| Apoyo N°              | Eolovano (m) | Gravivano (m)         |                |                     |
|-----------------------|--------------|-----------------------|----------------|---------------------|
|                       |              | Hipótesis 1ª (VIENTO) |                | Flecha mínima (0°C) |
|                       |              | AAAC A3 400           | OPGW 48 43D58Z | AAAC A3 400         |
| DC7                   | 357,7        | 366,0                 | 364,6          | 375,7               |
| DC8                   | 396,4        | 401,9                 | 401,2          | 407,9               |
| DC9                   | 401,2        | 411,3                 | 407,8          | 423,1               |
| DC10                  | 385,3        | 399,7                 | 397,2          | 417,0               |
| DC11                  | 219,5        | 226,0                 | 280,3          | 221,2               |
| PÓRTICO SET PRE-RUEDA | 16,8         | -16,0                 | -62,5          | -44,6               |

## SOLICITACIONES COMBINADAS EN CRUCETA - CONDUCTOR AAAC A3 400

## ZONA A

| Nº APOYO                | TIPO APOYO | 1º Hipótesis |       |       | 2º Hipótesis |    |    | 3º Hipótesis |       |       | 4º Hipótesis |       |       |
|-------------------------|------------|--------------|-------|-------|--------------|----|----|--------------|-------|-------|--------------|-------|-------|
|                         |            | Fv           | FI    | Ft    | Fv           | FI | Ft | Fv           | FI    | Ft    | Fv           | FI    | Ft    |
| PÓRTICO SET RUEDA OESTE | PORTICO    | 285          | 500   | 30    |              |    |    | 285          | 500   |       |              | 500   |       |
| SC1                     | FL         | 457          | 4.728 | 345   |              |    |    |              |       |       |              | 4.342 | 386   |
| SC2                     | AL-S       | 626          |       | 654   |              |    |    | 626          | 709   |       | 387          | 2.364 |       |
| SC3                     | AG-AM      | 706          |       | 4.796 |              |    |    | 706          | 1.060 | 3.659 | 489          | 4.241 | 2.091 |
| SC4                     | AL-S       | 465          |       | 586   |              |    |    | 465          | 699   |       | 319          | 2.331 |       |
| SC5                     | AL-S       | 540          |       | 589   |              |    |    | 540          | 699   |       | 370          | 2.331 |       |
| SC6                     | AL-S       | 494          |       | 569   |              |    |    | 494          | 699   |       | 342          | 2.331 |       |
| SC7                     | AL-S       | 434          |       | 571   |              |    |    | 434          | 699   |       | 374          | 2.331 |       |
| SC8                     | AG-AM      | 689          |       | 3.793 |              |    |    | 689          | 1.088 | 2.932 | 582          | 4.351 | 1.675 |
| SC9                     | AL-AM      | 841          |       | 1.846 |              |    |    | 841          | 1.145 | 1.224 | 731          | 4.582 | 700   |
| DC1 (*)                 | FL         | 740          | 4.713 | 3.972 |              |    |    |              |       |       | 543          | 4.713 | 3.650 |
| DC2                     | AL-S       | 674          |       | 601   |              |    |    | 674          | 707   |       | 448          | 2.356 |       |
| DC3                     | AL-AM      | 711          |       | 859   |              |    |    | 711          | 1.220 |       | 536          | 4.880 |       |
| DC4                     | AG-AM      | 922          |       | 2.762 |              |    |    | 922          | 1.194 | 1.760 | 662          | 4.775 | 1.006 |
| DC5                     | AG-AM      | 505          |       | 2.980 |              |    |    | 505          | 1.106 | 2.174 | 425          | 4.424 | 1.242 |
| DC6                     | AG-AM      | 648          |       | 2.213 |              |    |    | 648          | 1.180 | 1.424 | 483          | 4.721 | 814   |
| DC7                     | AL-S       | 605          |       | 682   |              |    |    | 605          | 719   |       | 378          | 2.395 |       |
| DC8                     | AL-S       | 651          |       | 755   |              |    |    | 651          | 719   |       | 421          | 2.395 |       |
| DC9                     | AG-AM      | 791          |       | 5.378 |              |    |    | 791          | 1.050 | 4.036 | 540          | 4.199 | 2.307 |
| DC10                    | AL-S       | 648          |       | 734   |              |    |    | 648          | 718   |       | 431          | 2.394 |       |
| DC11                    | FL         | 553          | 4.787 | 418   |              |    |    |              |       |       |              | 3.133 | 1.654 |
| PÓRTICO SET PRE-RUEDA   | PORTICO    | 243          | 500   | 32    |              |    |    | 243          | 500   |       |              | 500   |       |

## SOLICITACIONES COMBINADAS EN CUPULA DE TIERRA - CABLE OPGW 48 43D58Z

## ZONA A

| Nº APOYO                | TIPO APOYO | 1º Hipótesis |       |       | 2º Hipótesis |    |    | 3º Hipótesis |     |       | 4º Hipótesis |       |       |
|-------------------------|------------|--------------|-------|-------|--------------|----|----|--------------|-----|-------|--------------|-------|-------|
|                         |            | Fv           | FI    | Ft    | Fv           | FI | Ft | Fv           | FI  | Ft    | Fv           | FI    | Ft    |
| PÓRTICO SET RUEDA OESTE | PÓRTICO    | -22          | 350   | 18    |              |    |    |              | 350 |       |              | 350   |       |
| SC1                     | FL         | 137          | 2.432 | 212   |              |    |    |              |     |       |              | 2.234 | 198   |
| SC2                     | AL         | 210          |       | 401   |              |    |    | 210          | 365 |       | 110          | 2.432 |       |
| SC3                     | AG-AM      | 195          |       | 2.528 |              |    |    | 195          | 545 | 1.882 | 100          | 2.181 | 1.076 |
| SC4                     | AL-S       | 161          |       | 359   |              |    |    | 161          | 354 |       | 89           | 2.357 |       |
| SC5                     | AL-S       | 183          |       | 361   |              |    |    | 183          | 354 |       | 105          | 2.357 |       |
| SC6                     | AL-S       | 167          |       | 349   |              |    |    | 167          | 354 |       | 93           | 2.357 |       |
| SC7                     | AL-S       | 149          |       | 350   |              |    |    | 149          | 354 |       | 104          | 2.357 |       |
| SC8                     | AG-AM      | 175          |       | 1.965 |              |    |    | 175          | 550 | 1.482 | 127          | 2.199 | 847   |
| SC9                     | AL-AM      | 215          |       | 979   |              |    |    | 215          | 577 | 617   | 166          | 2.308 | 352   |
| DC1 (*)                 | FL         | 125          | 2.415 | 2.093 |              |    |    |              |     |       | 215          | 2.463 | 2.239 |
| DC2                     | AL-S       | 228          |       | 368   |              |    |    | 228          | 362 |       | 135          | 2.415 |       |
| DC3                     | AL-AM      | 218          |       | 526   |              |    |    | 218          | 668 |       | 132          | 2.673 |       |
| DC4                     | AG-AM      | 279          |       | 1.561 |              |    |    | 279          | 654 | 964   | 175          | 2.615 | 551   |
| DC5                     | AG-AM      | 124          |       | 1.537 |              |    |    | 124          | 549 | 1.080 | 76           | 2.197 | 617   |
| DC6                     | AG-AM      | 176          |       | 1.210 |              |    |    | 176          | 617 | 745   | 102          | 2.469 | 426   |
| DC7                     | AL-S       | 212          |       | 418   |              |    |    | 212          | 376 |       | 111          | 2.506 |       |
| DC8                     | AL-S       | 233          |       | 463   |              |    |    | 233          | 376 |       | 131          | 2.506 |       |
| DC9                     | AG-AM      | 237          |       | 2.881 |              |    |    | 237          | 549 | 2.111 | 127          | 2.196 | 1.206 |
| DC10                    | AL-S       | 231          |       | 450   |              |    |    | 231          | 375 |       | 131          | 2.501 |       |
| DC11                    | FL         | 164          | 2.501 | 256   |              |    |    |              |     |       |              | 1.637 | 864   |
| PÓRTICO SET PRE-RUEDA   | PÓRTICO    | -33          | 350   | 20    |              |    |    |              | 350 |       |              | 350   |       |

SOLICITACIONES COMBINADAS EN CRUCETA – ALINEACIÓN EN SUSPENSIÓN - CONDUCTOR AAAC A3 400

ZONA A

| Nº APOYO | TIPO APOYO | 1º Hipótesis |    |     | 2º Hipótesis |    |    | 3º Hipótesis |     |    | 4º Hipótesis |       |    |
|----------|------------|--------------|----|-----|--------------|----|----|--------------|-----|----|--------------|-------|----|
|          |            | Fv           | FI | Ft  | Fv           | FI | Ft | Fv           | FI  | Ft | Fv           | FI    | Ft |
| SC2      | AL-S       | 626          |    | 654 |              |    |    | 626          | 709 |    | 387          | 2.364 |    |
| SC4      | AL-S       | 465          |    | 586 |              |    |    | 465          | 699 |    | 319          | 2.331 |    |
| SC5      | AL-S       | 540          |    | 589 |              |    |    | 540          | 699 |    | 370          | 2.331 |    |
| SC6      | AL-S       | 494          |    | 569 |              |    |    | 494          | 699 |    | 342          | 2.331 |    |
| SC7      | AL-S       | 434          |    | 571 |              |    |    | 434          | 699 |    | 374          | 2.331 |    |
| DC2      | AL-S       | 674          |    | 601 |              |    |    | 674          | 707 |    | 448          | 2.356 |    |
| DC7      | AL-S       | 605          |    | 682 |              |    |    | 605          | 719 |    | 378          | 2.395 |    |
| DC8      | AL-S       | 651          |    | 755 |              |    |    | 651          | 719 |    | 421          | 2.395 |    |
| DC10     | AL-S       | 648          |    | 734 |              |    |    | 648          | 718 |    | 431          | 2.394 |    |

SOLICITACIONES COMBINADAS EN CUPULA DE TIERRA – ALINEACIÓN EN SUSPENSIÓN - CABLE OPGW 48 43D58Z

ZONA A

| Nº APOYO | TIPO APOYO | 1º Hipótesis |    |     | 2º Hipótesis |    |    | 3º Hipótesis |     |    | 4º Hipótesis |       |    |
|----------|------------|--------------|----|-----|--------------|----|----|--------------|-----|----|--------------|-------|----|
|          |            | Fv           | FI | Ft  | Fv           | FI | Ft | Fv           | FI  | Ft | Fv           | FI    | Ft |
| SC2      | AL-S       | 210          |    | 401 |              |    |    | 210          | 365 |    | 110          | 2.432 |    |
| SC4      | AL-S       | 161          |    | 359 |              |    |    | 161          | 354 |    | 89           | 2.357 |    |
| SC5      | AL-S       | 183          |    | 361 |              |    |    | 183          | 354 |    | 105          | 2.357 |    |
| SC6      | AL-S       | 167          |    | 349 |              |    |    | 167          | 354 |    | 93           | 2.357 |    |
| SC7      | AL-S       | 149          |    | 350 |              |    |    | 149          | 354 |    | 104          | 2.357 |    |
| DC2      | AL-S       | 228          |    | 368 |              |    |    | 228          | 362 |    | 135          | 2.415 |    |
| DC7      | AL-S       | 212          |    | 418 |              |    |    | 212          | 376 |    | 111          | 2.506 |    |
| DC8      | AL-S       | 233          |    | 463 |              |    |    | 233          | 376 |    | 131          | 2.506 |    |
| DC10     | AL-S       | 231          |    | 450 |              |    |    | 231          | 375 |    | 131          | 2.501 |    |

## SOLICITACIONES COMBINADAS EN CRUCETA – ALINEACIÓN EN AMARRE - CONDUCTOR AAAC A3 400

## ZONA A

| Nº APOYO | TIPO APOYO | 1º Hipótesis |    |       | 2º Hipótesis |    |    | 3º Hipótesis |       |       | 4º Hipótesis |       |     |
|----------|------------|--------------|----|-------|--------------|----|----|--------------|-------|-------|--------------|-------|-----|
|          |            | Fv           | FI | Ft    | Fv           | FI | Ft | Fv           | FI    | Ft    | Fv           | FI    | Ft  |
| SC9      | AL-AM      | 841          |    | 1.846 |              |    |    | 841          | 1.145 | 1.224 | 731          | 4.582 | 700 |
| DC3      | AL-AM      | 711          |    | 859   |              |    |    | 711          | 1.220 |       | 536          | 4.880 |     |

## SOLICITACIONES COMBINADAS EN CUPULA DE TIERRA – ALINEACIÓN EN AMARRE - CABLE OPGW 48 43D58Z

## ZONA A

| Nº APOYO | TIPO APOYO | 1º Hipótesis |    |     | 2º Hipótesis |    |    | 3º Hipótesis |     |     | 4º Hipótesis |       |     |
|----------|------------|--------------|----|-----|--------------|----|----|--------------|-----|-----|--------------|-------|-----|
|          |            | Fv           | FI | Ft  | Fv           | FI | Ft | Fv           | FI  | Ft  | Fv           | FI    | Ft  |
| SC9      | AL-AM      | 215          |    | 979 |              |    |    | 215          | 577 | 617 | 166          | 2.308 | 352 |
| DC3      | AL-AM      | 218          |    | 526 |              |    |    | 218          | 668 |     | 132          | 2.673 |     |

SOLICITACIONES COMBINADAS EN CRUCETA – FIN DE LÍNEA - CONDUCTOR AAAC A3 400

ZONA A

| Nº APOYO | TIPO APOYO | 1º Hipótesis |       |       | 2º Hipótesis |    |    | 3º Hipótesis |    |    | 4º Hipótesis |       |       |
|----------|------------|--------------|-------|-------|--------------|----|----|--------------|----|----|--------------|-------|-------|
|          |            | Fv           | FI    | Ft    | Fv           | FI | Ft | Fv           | FI | Ft | Fv           | FI    | Ft    |
| SC1      | FL         | 457          | 4.728 | 345   |              |    |    |              |    |    |              | 4.342 | 386   |
| DC1 (*)  | FL         | 740          | 4.713 | 3.972 |              |    |    |              |    |    | 543          | 4.713 | 3.650 |
| DC11     | FL         | 553          | 4.787 | 418   |              |    |    |              |    |    |              | 3.133 | 1.654 |

SOLICITACIONES COMBINADAS EN CUPULA DE TIERRA – FIN DE LÍNEA - CABLE OPGW 48 43D58Z

ZONA A

| Nº APOYO | TIPO APOYO | 1º Hipótesis |       |       | 2º Hipótesis |    |    | 3º Hipótesis |    |    | 4º Hipótesis |       |       |
|----------|------------|--------------|-------|-------|--------------|----|----|--------------|----|----|--------------|-------|-------|
|          |            | Fv           | FI    | Ft    | Fv           | FI | Ft | Fv           | FI | Ft | Fv           | FI    | Ft    |
| SC1      | FL         | 137          | 2.432 | 212   |              |    |    |              |    |    |              | 2.234 | 198   |
| DC1 (*)  | FL         | 125          | 2.415 | 2.093 |              |    |    |              |    |    | 215          | 2.463 | 2.239 |
| DC11     | FL         | 164          | 2.501 | 256   |              |    |    |              |    |    |              | 1.637 | 864   |

## SOLICITACIONES COMBINADAS EN CRUCETA – ÁNGULO - CONDUCTOR AAAC A3 400

## ZONA A

| Nº APOYO | TIPO APOYO | 1º Hipótesis |    |       | 2º Hipótesis |    |    | 3º Hipótesis |       |       | 4º Hipótesis |       |       |
|----------|------------|--------------|----|-------|--------------|----|----|--------------|-------|-------|--------------|-------|-------|
|          |            | Fv           | FI | Ft    | Fv           | FI | Ft | Fv           | FI    | Ft    | Fv           | FI    | Ft    |
| SC3      | AG-AM      | 706          |    | 4.796 |              |    |    | 706          | 1.060 | 3.659 | 489          | 4.241 | 2.091 |
| SC8      | AG-AM      | 689          |    | 3.793 |              |    |    | 689          | 1.088 | 2.932 | 582          | 4.351 | 1.675 |
| DC4      | AG-AM      | 922          |    | 2.762 |              |    |    | 922          | 1.194 | 1.760 | 662          | 4.775 | 1.006 |
| DC5      | AG-AM      | 505          |    | 2.980 |              |    |    | 505          | 1.106 | 2.174 | 425          | 4.424 | 1.242 |
| DC6      | AG-AM      | 648          |    | 2.213 |              |    |    | 648          | 1.180 | 1.424 | 483          | 4.721 | 814   |
| DC9      | AG-AM      | 791          |    | 5.378 |              |    |    | 791          | 1.050 | 4.036 | 540          | 4.199 | 2.307 |

## SOLICITACIONES COMBINADAS EN CUPULA DE TIERRA – ÁNGULO - CABLE OPGW 48 43D58Z

## ZONA A

| Nº APOYO | TIPO APOYO | 1º Hipótesis |    |       | 2º Hipótesis |    |    | 3º Hipótesis |     |       | 4º Hipótesis |       |       |
|----------|------------|--------------|----|-------|--------------|----|----|--------------|-----|-------|--------------|-------|-------|
|          |            | Fv           | FI | Ft    | Fv           | FI | Ft | Fv           | FI  | Ft    | Fv           | FI    | Ft    |
| SC3      | AG-AM      | 195          |    | 2.528 |              |    |    | 195          | 545 | 1.882 | 100          | 2.181 | 1.076 |
| SC8      | AG-AM      | 175          |    | 1.965 |              |    |    | 175          | 550 | 1.482 | 127          | 2.199 | 847   |
| DC4      | AG-AM      | 279          |    | 1.561 |              |    |    | 279          | 654 | 964   | 175          | 2.615 | 551   |
| DC5      | AG-AM      | 124          |    | 1.537 |              |    |    | 124          | 549 | 1.080 | 76           | 2.197 | 617   |
| DC6      | AG-AM      | 176          |    | 1.210 |              |    |    | 176          | 617 | 745   | 102          | 2.469 | 426   |
| DC9      | AG-AM      | 237          |    | 2.881 |              |    |    | 237          | 549 | 2.111 | 127          | 2.196 | 1.206 |

\*Los esfuerzos del apoyo aparecen reflejados en el plano FE-21000034-11.

RESUMEN DE APOYOS - CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

| Nº APOYO | TIPO APOYO | Denominación                 | Hi (m) | Hm (m) | Hs (m) | Ht (m) | Hu (m) | Brazo Cruc. (m) |
|----------|------------|------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------------|
| SC1      | FL         | IC-15/55000 S1C              | 15,00  | 20,80  | 26,60  | 33,80  | 20,80  | 4,50            |
| SC2      | AL-S       | CO-24/7000 S1561             | 24,40  | 27,70  | 31,00  | 35,30  | 27,70  | 4,30            |
| SC3      | AG-AM      | CO-24/33000 S1563            | 24,00  | 27,30  | 30,60  | 36,50  | 27,30  | 4,30            |
| SC4      | AL-S       | CO-21/7000 S1561             | 21,20  | 24,50  | 27,80  | 32,10  | 24,50  | 4,30            |
| SC5      | AL-S       | CO-21/7000 S1561             | 21,20  | 24,50  | 27,80  | 32,10  | 24,50  | 4,30            |
| SC6      | AL-S       | CO-21/7000 S1561             | 21,20  | 24,50  | 27,80  | 32,10  | 24,50  | 4,30            |
| SC7      | AL-S       | CO-21/7000 S1561             | 21,20  | 24,50  | 27,80  | 32,10  | 24,50  | 4,30            |
| SC8      | AG-AM      | CO-39/33000 S1563            | 39,00  | 42,30  | 45,60  | 51,50  | 42,30  | 4,30            |
| SC9      | AL-AM      | CO-36/33000 S1563            | 36,11  | 39,41  | 42,71  | 48,61  | 39,41  | 4,30            |
| DC1      | FL         | IC-15/55000 N2DC D=4.9 E=3.5 | 15,00  | 20,80  | 26,60  | 31,50  | 20,80  | 6,00            |
| DC2      | AL-S       | CO-27/12000 N388DC D=3.3 E=3 | 27,20  | 32,70  | 38,20  | 41,50  | 32,70  | 4,90            |
| DC3      | AL-AM      | IC-25/55000 N2DC D=4.9 E=3.5 | 25,00  | 30,80  | 36,60  | 41,50  | 30,80  | 6,00            |
| DC4      | AG-AM      | IC-20/55000 N2DC D=4.9 E=3.5 | 20,00  | 25,80  | 31,60  | 36,50  | 25,80  | 6,00            |
| DC5      | AG-AM      | IC-20/55000 N2DC D=4.9 E=3.5 | 20,00  | 25,80  | 31,60  | 36,50  | 25,80  | 6,00            |
| DC6      | AG-AM      | IC-20/55000 N2DC D=4.9 E=3.5 | 20,00  | 25,80  | 31,60  | 36,50  | 25,80  | 6,00            |
| DC7      | AL-S       | CO-24/12000 N388DC D=3.3 E=3 | 24,40  | 29,90  | 35,40  | 38,70  | 29,90  | 4,90            |
| DC8      | AL-S       | CO-24/12000 N388DC D=3.3 E=3 | 24,40  | 29,90  | 35,40  | 38,70  | 29,90  | 4,90            |
| DC9      | AG-AM      | IC-25/55000 N2DC D=4.9 E=3.5 | 25,00  | 30,80  | 36,60  | 41,50  | 30,80  | 6,00            |
| DC10     | AL-S       | CO-27/27000 N388DC D=3.3 E=3 | 27,00  | 32,50  | 38,00  | 41,30  | 32,50  | 4,90            |
| DC11     | FL         | IC-25/55000 N2DC D=4.9 E=3.5 | 25,00  | 30,80  | 36,60  | 41,50  | 30,80  | 6,00            |

siendo:

$H_i$       Altura de la cruceta inferior (m).                       $H_m$       Altura de la cruceta media (m).                       $H_s$       Altura de la cruceta superior (m).  
 $H_u$       Punto de aplicación para cálculo de esfuerzos (m).  $H_t$       Altura total de la estructura (m).

### 1.10.6. Cálculo mecánico de cimentaciones

Las cimentaciones serán fraccionadas.

En las cimentaciones cuya estabilidad esté fundamentalmente confiada a las reacciones verticales del terreno, de acuerdo con lo establecido en el apdo. 1 del Art. 31 del Reglamento de líneas eléctricas, el coeficiente de seguridad al vuelco para las distintas hipótesis no será inferior a los siguientes valores:

- Hipótesis normales ..... 1,50
- Hipótesis anormales ..... 1,20

En las cimentaciones cuya estabilidad esté fundamentalmente confiada a las reacciones horizontales del terreno de acuerdo con lo establecido en el apdo. 2 del Reglamento de líneas eléctricas, la tangente del ángulo de giro al alcanzar el equilibrio no será superior a 0,01, siendo el coeficiente de seguridad al vuelco para las distintas hipótesis no inferiores a los siguientes valores:

- Para  $0 < \frac{M_{ch}}{M_{cv}} \leq 1$  ..... 1,50
- Para  $\frac{M_{ch}}{M_{cv}} > 1$  ..... 1,50

Siendo:

$M_{ch}$ : Momento estabilizador debido a las reacciones horizontales del terreno sobre las paredes del macizo (daN m)

$M_{cv}$ : Momento estabilizador debido a las reacciones verticales del terreno sobre el fondo del macizo (daNm)

Estos coeficientes de seguridad se verán aumentados un 25% para las hipótesis normales en aquellos apoyos que intervengan en cruzamientos con otras líneas o con vías de comunicación y paso sobre zonas urbanas.

Las tensiones máximas que la cimentación transmite al terreno no excederán los valores máximos fijados para el mismo.

#### 1.10.6.1. Comprobación al arranque

Se considerarán todas las fuerzas que se oponen al arranque del apoyo:

- Peso propio de la cimentación
- Peso de las tierras que arrastraría el macizo de hormigón al ser arrancado

Se comprobará que el coeficiente de estabilidad de la cimentación, definido como la relación entre las fuerzas que se oponen al arranque del apoyo y la carga nominal de arranque, no sea inferior a 1,5 para las hipótesis normales y 1,2 para las hipótesis eventuales.

#### 1.10.6.2. Comprobación a la compresión

Se considerarán todas las cargas de compresión que la cimentación transmite al terreno:

- Peso propio de la cimentación

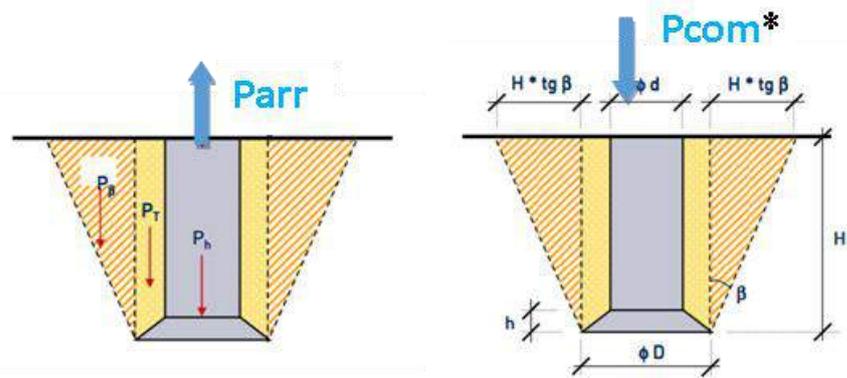
- Peso de las tierras que actúan sobre la solera de la cimentación
- Carga de compresión ejercida por el apoyo

### 1.10.6.3. Cimentaciones fraccionadas

Las cimentaciones fraccionadas están constituidas por cuatro macizos de hormigón armado, de forma troncocónica en la parte inferior y de sección cuadrada en la parte superior.

Este tipo de cimentaciones deben de absorber las cargas de compresión y arranque que el apoyo transmite al suelo. De los cuatro macizos constituyentes de la cimentación, para un determinado esfuerzo transversal o longitudinal aplicado al apoyo, dos de ellos trabajan al arranque y los otros a la compresión. El cálculo de las cargas de compresión y de arranque está basado en el método del talud natural o ángulo de arranque de tierras.

Para el cálculo se deberán conocer las máximas reacciones en la base transmitidas por cada apoyo, mayoradas con el coeficiente de seguridad correspondiente al tipo de carga. El fabricante del apoyo deberá facilitar el valor máximo de las reacciones mayoradas, al arranque ( $P_{arr}$ ) y a la compresión ( $P_{com}$ ), obtenidas a partir del árbol de cargas y los esfuerzos de viento que actúan sobre cada estructura, además de los coeficientes de seguridad aplicados en cada caso.



El peso del apoyo está implícito en la reacción a tracción en la base.

### 1.10.6.3.1. Comprobación al arranque:

El esfuerzo estabilizador  $P_e$  (daN) para equilibrar el arranque ( $P_{arr}$ ) viene dado por la expresión:

$$P_e = \frac{P_a}{4} + P_h + P_t + P_\beta$$

siendo:

- $P_e$  Esfuerzo estabilizador (daN)
- $P_a$  Peso del apoyo (daN)
- $P_h$  Peso del bloque de hormigón (daN)
- $P_t$  Peso de tierras que gravitan sobre el hormigón (daN)
- $P_\beta$  Peso de tierras que serían arrancadas según el ángulo natural del terreno o ángulo de fricción del mismo (daN)

Las fuerzas que se oponen a la salida del macizo del terreno vienen definidas por:

- Peso del macizo

$$P_h = \delta_h \cdot \left[ (H-h) \cdot d^2 + \frac{h}{3} \cdot (D^2 + D \cdot d + d^2) \right]$$

- $\frac{1}{4}$  parte del peso del apoyo
- Peso de la tierra que gravita sobre la cimentación

$$P_t = \delta_T \cdot \left( H \cdot D^2 - \frac{P_h}{\delta_h} \right)$$

- Peso de la tierra comprendida en un tronco de cono cuya superficie está limitada por una generatriz que partiendo de la arista inferior del macizo tiene una inclinación hacia el exterior definida por el ángulo de arranque  $\beta$ .

$$P_\beta = \delta_T \cdot \left[ \frac{H}{3} \cdot \left[ (D + 2 \cdot H \cdot \tan \beta)^2 + D \cdot (D + 2 \cdot H \cdot \tan \beta) + D^2 \right] - H \cdot D^2 \right]$$

siendo:

- $\delta_h$  Peso específico del hormigón
- $\delta_T$  Peso específico del terreno (daN/m<sup>3</sup>)
- D Diámetro de la base tronco-piramidal (m)
- d Diámetro de la base recta (m)
- H Altura de la cimentación (m)
- h Altura de la campana (m)
- $\beta$  Ángulo de arranque del terreno

Si la reacción  $P_{arr}$  esta mayorada, la cimentación estará validada si:

$$P_{arr} \leq P_e$$

#### 1.10.6.3.2. Comprobación a la compresión:

Se calculará la  $\sigma_c$  (daN/cm<sup>2</sup>) transmitida por la cimentación al terreno, considerando que las acciones que contribuyen a la compresión son:

- C: la reacción en la base del apoyo a compresión (sin mayorar)
- $P_h$  Peso del bloque de hormigón (daN)
- $P_a$  Peso del apoyo (daN)
- $P_t$  Peso de tierras que gravitan sobre hormigón (daN)

$$\sigma_c = \frac{C + \frac{P_a}{4} + P_h + P_t}{S}$$

siendo

S Superficie de la base del macizo (cm<sup>2</sup>)

El valor de  $\sigma_c$  debe resultar inferior o igual al marcado en el reglamento para cada tipo de terreno.

El coeficiente de seguridad al vuelco viene dado por la expresión:

$$C_s = \frac{P_e}{P_{arr}}$$

En este caso se ha considerado un ángulo de arranque del terreno de 30,0°, una densidad del terreno de 1.700daN/m<sup>3</sup> y una densidad del hormigón de 2.156daN/m<sup>3</sup>.

El valor de la resistencia mecánica del terreno es 3,50daN/cm<sup>2</sup>.

Con estos valores se calculan las siguientes tablas, donde se pueden ver los coeficientes de seguridad al arranque y a compresión de las cimentaciones para las distintas hipótesis reglamentarias.

#### 1.10.6.4. Cimentaciones monobloque

Las cimentaciones monobloque serán de forma prismática recta de sección cuadrada.

El dimensionamiento de las mismas se realizará por la formulación de Sulzberger.

El momento de vuelco de la cimentación vendrá dado por la siguiente expresión:

$$M_v = F \left( H_t + \frac{2}{3} \cdot h \right) \text{ daN m}$$

siendo:

- $M_v$ : Momento al vuelco (daN m)
- F: Esfuerzo horizontal resultante de la sollicitación combinada (daN)
- P: Esfuerzo vertical resultante de la sollicitación combinada en la que se incluye peso propio del apoyo, peso propio del macizo de hormigón y esfuerzos verticales de conductores (daN)
- $H_t$ : Altura sobre el terreno del punto de aplicación del esfuerzo resultante (m)
- h: Profundidad de la cimentación (m)

El momento estabilizador vendrá dado por la siguiente expresión:

$$M_e = \frac{bh^3}{36} C_h \operatorname{tg} \alpha + Pa \left( 0,5 - \frac{2}{3} \sqrt{\frac{P}{2a^2 b C_k \operatorname{tg} \alpha}} \right) \text{ (daN m)}$$

$$M_e = M_{eh} + M_{ev}$$

siendo:

- $M_e$  : Momento estabilizador (daN m).
- $M_{eh}$  : Momento estabilizador debido a las reacciones horizontales del terreno sobre las paredes del macizo (daN m).
- $M_{ev}$  : Momento estabilizador debido a las reacciones verticales del terreno sobre el fondo del macizo (daN m).
- a : Anchura del macizo en la dirección longitudinal del esfuerzo F (m).
- b : Anchura del macizo en la dirección transversal del esfuerzo F (m).
- h : Profundidad del macizo (m).
- $C_h$  : Coeficiente de compresibilidad del terreno en las paredes laterales del macizo a h metros de profundidad (daN/m<sup>3</sup>).
- $C_k$  : Coeficiente de compresibilidad del terreno en el fondo del macizo a k metros de profundidad (daN/m<sup>3</sup>).
- P : Esfuerzo vertical resultante en la que se incluye peso propio del apoyo, peso propio del macizo de hormigón y esfuerzos verticales de conductores (daN).
- $\alpha$  : Ángulo de rotación admisible (°).

Las tensiones transmitidas por la cimentación al terreno vendrán dadas por las siguientes expresiones:

$$\sigma_l = \sqrt{\frac{2 \cdot C_k \cdot P \cdot \operatorname{tg}(\alpha)}{b}} \text{ (daN/cm}^2\text{)}$$

$$\sigma_3 = \frac{\text{tg}(\alpha) \cdot C_h \cdot h}{3} \quad (\text{daN/cm}^2)$$

$$\sigma_2 = \frac{\sigma_3}{3} \quad (\text{daN/cm}^2)$$

El coeficiente de seguridad al vuelco vendrá dado por la expresión:

$$C_s = \frac{M_e}{M_v}$$

#### 1.10.6.5. Dimensiones propuestas

Las estructuras propuestas tienen previstas unas cimentaciones que se describen a continuación.

Las dimensiones de la geometría de estas cimentaciones son solo una referencia, y se deberán validar una vez que se tengan datos obtenidos del estudio geotécnico del terreno, y las reacciones en la base mayoradas del fabricante.

Para el cálculo de estas cimentaciones se ha considerado un terreno normal ( $\sigma_{adm} = 10 \text{ daN/cm}^2 / \beta = 30^\circ$ ).

| Apoyo Nº | Tipo de apoyo | Cimentación fraccionada (m) |      |      |      |      | V excav. (m³) | V horm. (m³) |
|----------|---------------|-----------------------------|------|------|------|------|---------------|--------------|
|          |               | d                           | D    | h    | H    | B    |               |              |
| SC1      | FL            | 1,40                        | 2,45 | 1,05 | 4,05 | 5,30 | 39,48         | 41,45        |
| SC2      | AL-S          | 0,90                        | 1,30 | 0,40 | 2,60 | 5,00 | 9,08          | 9,89         |
| SC3      | AG-AM         | 1,30                        | 2,05 | 0,75 | 3,80 | 5,92 | 29,16         | 30,85        |
| SC4      | AL-S          | 0,90                        | 1,30 | 0,40 | 2,55 | 4,60 | 8,92          | 9,73         |
| SC5      | AL-S          | 0,90                        | 1,30 | 0,40 | 2,55 | 4,60 | 8,92          | 9,73         |
| SC6      | AL-S          | 0,90                        | 1,30 | 0,40 | 2,55 | 4,60 | 8,92          | 9,73         |
| SC7      | AL-S          | 0,90                        | 1,30 | 0,40 | 2,55 | 4,60 | 8,92          | 9,73         |
| SC8      | AG-AM         | 1,30                        | 2,60 | 1,30 | 3,60 | 8,17 | 28,32         | 29,74        |
| SC9      | AL-AM         | 1,36                        | 2,43 | 1,07 | 3,68 | 7,72 | 34,95         | 36,43        |
| DC1      | FL            | 1,40                        | 2,45 | 1,05 | 4,05 | 5,30 | 39,48         | 41,45        |
| DC2      | AL-S          | 1,00                        | 1,40 | 0,40 | 2,90 | 6,40 | 12,32         | 13,32        |
| DC3      | AL-AM         | 1,40                        | 2,60 | 1,20 | 4,15 | 6,97 | 42,92         | 45,07        |
| DC4      | AG-AM         | 1,40                        | 2,55 | 1,15 | 4,10 | 6,14 | 41,56         | 43,64        |
| DC5      | AG-AM         | 1,40                        | 2,55 | 1,15 | 4,10 | 6,14 | 41,56         | 43,64        |
| DC6      | AG-AM         | 1,40                        | 2,55 | 1,15 | 4,10 | 6,14 | 41,56         | 43,64        |
| DC7      | AL-S          | 1,00                        | 1,40 | 0,40 | 2,85 | 5,92 | 12,12         | 13,12        |
| DC8      | AL-S          | 1,00                        | 1,40 | 0,40 | 2,85 | 5,92 | 12,12         | 13,12        |
| DC9      | AG-AM         | 1,40                        | 2,60 | 1,20 | 4,15 | 6,97 | 42,92         | 45,07        |
| DC10     | AL-S          | 1,30                        | 1,90 | 0,60 | 3,65 | 6,40 | 26,84         | 28,53        |
| DC11     | FL            | 1,40                        | 2,60 | 1,20 | 4,15 | 6,97 | 42,92         | 45,07        |

#### 1.10.7. Puesta a tierra

Los apoyos, se conectarán a tierra teniendo presente lo especificado en el apartado 7 de la ITC-07 del Reglamento de líneas eléctricas de alta tensión.

Todos los apoyos metálicos, al ser de material conductor, deberán conectarse a tierra mediante una conexión específica. Los elementos que constituyen la instalación de puesta a tierra son:

- Electrodo de puesta a tierra
- Línea de tierra

Para poder identificar los apoyos en los que se debe garantizar los valores admisibles de las tensiones de contacto, se establece la siguiente clasificación de los apoyos según su ubicación:

- Apoyos NO frecuentados: son los situados en lugares que no son de acceso público o donde el acceso de personas es poco frecuente. Básicamente los apoyos no frecuentados serán los situados en bosques, monte bajo, explotaciones agrícolas o ganaderas, zonas alejadas de los núcleos urbanos, etc.
- Apoyos Frecuentados: Son los situados en lugares de acceso público y donde la presencia de personas ajenas a la instalación eléctrica es frecuente: donde se espere que las personas se queden durante tiempo relativamente largo, algunas horas al día durante varias semanas, o por un tiempo corto pero muchas veces al día.

Básicamente se considerarán apoyos frecuentados los situados en:

- Casco urbano y parques urbanos públicos.
- Zonas próximas a viviendas.
- Polígonos industriales.
- Áreas públicas destinadas al ocio, como parques deportivos, zoológicos, ferias y otras instalaciones análogas.
- Zonas de equipamientos comunitarios, tanto públicos como privados, tales como hipermercados, hospitales, centros de enseñanza, etc.

Los apoyos del presente proyecto, según su ubicación, son en su mayoría NO FRECUENTADOS.

El diseño del sistema de puesta a tierra cumple los siguientes criterios básicos:

- Resistencia a los esfuerzos mecánicos y a la corrosión.
- Resistencia a los esfuerzos mecánicos y a la corrosión.
- Resistencia desde un punto de vista térmico.
- Garantizar la seguridad de las personas con respecto a tensiones que aparezcan durante una falta a tierra.
- Proteger de daños a propiedades y equipos y garantizar la fiabilidad de la línea.
- Estos requisitos dependen fundamentalmente de:
- Método de puesta a tierra del neutro de la red: neutro aislado, neutro puesto a tierra mediante impedancia o neutro rígido a tierra.

- Del tipo de apoyo en función de su ubicación: apoyos frecuentados y apoyos no frecuentados y del material constituyente del apoyo: conductor o no conductor.

#### 1.10.7.1. Electrodo de puesta a tierra

Se utilizarán como electrodos de puesta a tierra:

- Electrodo de difusión vertical para apoyos no frecuentados
- Anillo cerrado de cobre para apoyos frecuentados

En la siguiente tabla se exponen las características de la puesta a tierra de los distintos apoyos en función de su tensión y ubicación:

| Nº Apoyo | Tipo Apoyo | Frecuentado | Maniobra | Paso A/S | Tipo PAT   |
|----------|------------|-------------|----------|----------|------------|
| SC1      | FL         | No          | No       | No       | Pica Doble |
| SC2      | AL-S       | No          | No       | No       | Pica Doble |
| SC3      | AG-AM      | No          | No       | No       | Pica Doble |
| SC4      | AL-S       | No          | No       | No       | Pica Doble |
| SC5      | AL-S       | No          | No       | No       | Pica Doble |
| SC6      | AL-S       | No          | No       | No       | Pica Doble |
| SC7      | AL-S       | No          | No       | No       | Pica Doble |
| SC8      | AG-AM      | No          | No       | No       | Pica Doble |
| SC9      | AL-AM      | No          | No       | No       | Pica Doble |
| DC1      | FL         | No          | No       | No       | Pica Doble |
| DC2      | AL-S       | No          | No       | No       | Pica Doble |
| DC3      | AL-AM      | No          | No       | No       | Pica Doble |
| DC4      | AG-AM      | No          | No       | No       | Pica Doble |
| DC5      | AG-AM      | No          | No       | No       | Pica Doble |
| DC6      | AG-AM      | No          | No       | No       | Pica Doble |
| DC7      | AL-S       | No          | No       | No       | Pica Doble |
| DC8      | AL-S       | No          | No       | No       | Pica Doble |
| DC9      | AG-AM      | No          | No       | No       | Pica Doble |
| DC10     | AL-S       | No          | No       | No       | Pica Doble |
| DC11     | FL         | No          | No       | No       | Pica Doble |

##### 1.10.7.1.1. Electrodo de difusión vertical

Se utilizará como electrodo de difusión vertical picas con alma de acero y recubrimiento de cobre de 2 m de longitud.

El extremo superior de cada pica quedará al menos a 0,50 m por debajo de la superficie del terreno. A esta profundidad irá también la línea de tierra que conecte las picas con el apoyo.

La puesta a tierra doble se realizará mediante dos picas de puesta a tierra situadas a ambos lados del apoyo y perpendicularmente a la dirección de la línea.

##### 1.10.7.2. Línea de tierra

Estará constituida por un doble cable de acero galvanizado de 50 mm<sup>2</sup> de sección.

Los apoyos de la línea de 45 kV dispondrán de dos líneas de tierra situadas en lados opuestos del apoyo.

La corriente de cortocircuito máxima admitida por la línea de tierra en función de la duración del defecto y de las características de los conductores de puesta a tierra, a efectos de no sobrepasar la temperatura máxima permisible, considerando el proceso adiabático, se calculará mediante la siguiente expresión:

$$I_{th} = k \cdot \frac{S}{\sqrt{t}}$$

donde:

$$k = \sqrt{\frac{\gamma \cdot c}{\rho_{cc} \cdot \alpha} \cdot \ln \frac{1 + \alpha \cdot (\theta_2 - 20)}{1 + \alpha \cdot (\theta_1 - 20)}}$$

siendo:

- $I_{th}$  : Corriente de cortocircuito térmica equivalente (A)
- S: Sección del conductor (mm<sup>2</sup>)
- t: Tiempo de duración de la falta (s)
- $\gamma$ : Densidad del conductor (kg/m<sup>3</sup>)
- c: Calor específico del conductor (J/kg °C)
- $\rho_{cc}$ : Resistividad del conductor en corriente continua a 20 °C (Ω m)
- $\alpha$ : Coeficiente de variación de la resistividad del conductor con la temperatura (°C<sup>-1</sup>)
- $\theta_1$ : Temperatura inicial del conductor (°C)
- $\theta_2$ : Temperatura final del conductor (°C)

Si se considera la temperatura inicial de 40 °C y una temperatura máxima de 300 °C, para un defecto de una duración de 0,5 s, las corrientes de cortocircuito térmicas equivalentes máximas admisibles serán:

| SECCIÓN (MM <sup>2</sup> ) | I <sub>TH</sub> (KA) |
|----------------------------|----------------------|
| 2x50                       | 7,96                 |
| 2x(2x50)                   | 15,92                |

La unión de los conductores de acero con la estructura metálica del apoyo se realizará mediante grapa sobre estructura para dos cables.

La unión entre la línea de tierra y los electrodos de puesta a tierra se realizará mediante bridas con estribos para dos cables en el caso de unión a pica de acero-cobre o mediante soldadura aluminotérmica en caso de unión a anillo cerrado de cobre.

## 1.11. Prescripciones especiales

### 1.11.1. Cruzamientos

#### 1.11.1.1. Líneas eléctricas y de telecomunicación

En los cruces de líneas eléctricas se situará a mayor altura la de tensión más elevada, y en el caso de igual tensión, la que se instale con posterioridad. En todo caso, siempre que fuera preciso sobre elevar la línea preexistente, será de cargo del nuevo concesionario la modificación de la línea ya instalada. Se procurará que el cruce se efectúe en la proximidad de uno de los apoyos de la línea más elevada, pero la distancia entre los conductores de la línea inferior y las partes más próximas de los apoyos de la superior no será menor de:

$$D_{lin} = D_{add} + D_{el} = 1,5 + D_{el}$$

Con un mínimo de:

- 2 metros para líneas de tensión nominal hasta 45kV
- 3 metros para líneas de tensión nominal hasta 66kV
- 4 metros para líneas de tensión nominal hasta 132kV
- 5 metros para líneas de tensión nominal hasta 220kV
- 7 metros para líneas de tensión nominal hasta 400kV

y considerándose los conductores bajo la máxima desviación bajo la acción del viento.

La mínima distancia vertical entre los conductores de ambas líneas, en las condiciones más desfavorables, no deberá ser inferior a:

$$D_{FF} = D_{add} + D_{pp}$$

| Tensión nominal (kV) | Dadd (m)  |   |
|----------------------|---|---|
|                      | Distancia apoyo línea superior al punto cruce < 25m | Distancia apoyo punto línea superior al cruce > 25m |
| De 3 a 30            | 1,8   | 2,5   |
| De 45 o 66           | 2,5   |   |
| De 110 a 150         | 3   |   |
| 220                  | 3,5   |   |
| 400                  | 4   |   |

La distancia mínima vertical entre los conductores de fase de la línea superior y los cables de tierra de la línea inferior, no deberá ser inferior a

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

con un mínimo de 2 metros.

Esta comprobación se realizará con los conductores de fase de la línea superior en condiciones de flecha máxima establecidos en el proyecto.

Con los conductores de fase o cables de guarda de la línea eléctrica inferior sin sobrecarga a la temperatura mínima según la zona.

#### 1.11.1.2. Terreno, caminos, sendas y cursos de agua no navegables

La altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su flecha máxima vertical según las hipótesis de temperatura y de hielo, queden situados por encima de cualquier punto del terreno, senda, vereda o superficies de agua no navegables, a una altura mínima de:

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

con un mínimo de 6 metros.

#### 1.11.1.3. Carreteras y ferrocarriles sin electrificar

La altura mínima de los conductores sobre la rasante de la carretera o sobre las cabezas de carriles en el caso de ferrocarriles sin electrificar será de:

$$D_{crra} = D_{add} + D_{el}$$

con un mínimo de 7 metros.

$D_{add}$  toma un valor de 7,5 metros para líneas de categoría especial y de 6,3 metros en el resto.

#### 1.11.1.4. Cañadas, coladas y vías pecuarias

En los cruzamientos con cañadas, coladas y vías pecuarias, la altura mínima de los conductores sobre el terreno se considera la mínima al terreno normal. En este cruzamiento no es necesario realizar prescripciones especiales:

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

con un mínimo de 7 metros.

#### 1.11.1.5. Ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses

En los cruzamientos entre las líneas eléctricas y los ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses, la distancia mínima vertical de los conductores de la línea eléctrica sobre el conductor más alto de todas las líneas de energía eléctrica, telefónica y telegráfica del ferrocarril será:

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

con un mínimo de 4 metros.

## 1.11.2. Paralelismos

### 1.11.2.1. Líneas eléctricas aéreas

En los paralelismos con líneas eléctricas aéreas, siempre que sea posible, se evitará la construcción de líneas paralelas de transporte o de distribución de energías eléctrica, a distancias inferiores a 1,5 veces la altura del apoyo más alto, entre las trazas de los conductores más próximos.

### 1.11.2.2. Ferrocarriles electrificados

En los paralelismos con ferrocarriles electrificados se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones a la hora de instalar apoyos:

- A ambos lados de las líneas ferroviarias que formen parte de la red ferroviaria de interés general, se establece la línea límite de edificación desde la cual hasta la línea ferroviaria queda prohibido cualquier tipo de obra de edificación, reconstrucción o ampliación.
- La línea límite de edificación es la situada a 50 metros de la arista exterior de la explanación medidos en horizontal y perpendicularmente al carril exterior de la vía férrea. No se autorizará la instalación de apoyos dentro de la superficie afectada por la línea límite de edificación.
- Para la colocación de apoyos en la zona de protección de las líneas ferroviarias, se solicitará la oportuna autorización a los órganos competentes de la Administración. La línea límite de la zona de protección es la situada a 70 metros de la arista exterior de la explanación, medidos en horizontal y perpendicularmente al carril exterior de la vía férrea.

#### 1.12. Seguridad y Salud

Como anexo a este PROYECTO se adjunta el Estudio de Seguridad y Salud de la línea proyectada en cumplimiento del Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre (Art. 4)

#### 1.13. Relación de Bienes y Derecho Afectados

Como anexo a este PROYECTO se adjunta la Relación de Bienes y Derecho Afectados de la línea proyectada.

#### 1.14. Cronograma

Se estima una duración de los trabajos de instalación y construcción de la línea de 28 semanas, considerándose una utilización media de 20-25 trabajadores. Los tiempos indicados en la siguiente tabla son solo una referencia, y deberán ser validados por la empresa encargada de la obra.

|                |   | ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD             |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----------------|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Nº ORDEN       | ACTIVIDADES<br><br>FASES - TAREAS - OPERACIONES | PLANIFICACION Y DURACION DE LOS TRABAJOS |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                |   | SEMANA                                   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                |   | 1  | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 |
| 1              | EJECUCION LINEA ELECTRICA AEREA                 |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 1, 1,          | REPLANTEO                                       |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 1, 2,          | EJECUCION DE ACCESOS                            |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 1, 3,          | EJECUCION DE APOYOS                             |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 1, 3, 1,       | EJECUCION DE EXCAVACION                         |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 1, 3, 1, 1,    | APOYOS N° SC1-DC11                              |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 1, 3, 2,       | EJECUCION DE ANCLAJES APOYOS                    |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 1, 3, 2, 1,    | COLOCACION Y NIVELACION DE TRAMO DE ANCLAJE     |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 1, 3, 2, 2,    | VERTIDO DE HORMIGON                             |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 1, 3, 3,       | MONTAJE DE APOYOS                               |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 1, 3, 3, 1,    | DESCARGA DE ELEMENTOS                           |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 1, 3, 3, 2,    | MONTAJE DE ELEMENTOS                            |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 1, 3, 3, 3,    | IZADO Y COLOCACION EN CIMENTACION               |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 1, 4,          | TENDIDO DE CABLE                                |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 1, 4, 1,       | INSTALACION DE CADENA DE AISLADORES             |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 1, 4, 2,       | TENDIDO DE CABLE                                |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 1, 4, 2, 1,    | TENDIDO ENTRE APOYOS                            |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 1, 4, 3, 1, 1, | TENSADO DE CABLE                                |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 1, 4, 3, 1, 2, | ENGRAPADO                                       |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 1, 4, 3, 1, 3, | COLOCACION DE AISLADOR APOYOS                   |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 1, 4, 3, 3,    | RETIRADA DE ROLDANAS                            |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 1, 5,          | REALIZACIÓN DE PRUEBAS Y ENSAYOS                |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

### 1.15. Conclusión

Considerando expuestas en esta memoria de la MODIFICACIÓN de PROYECTO de la LAAT 220KV SC SET RUEDA OESTE 220/30 KV A SET PRE-RUEDA 400/220 KV, todas las razones que justifican la construcción de la misma, se espera sea concedida la Autorización Administrativa y la Aprobación del Proyecto así como la Declaración de Utilidad Pública a efecto de imposición de servidumbres para el paso de la línea a través de los terrenos afectados por las obras de acuerdo con la ley 54/1997 de 27 de Noviembre del Sector Eléctrico.

**En Madrid, Octubre de 2022**  
EL INGENIERO INDUSTRIAL



D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS  
COLEGIADO DEL ICAI Nº 1813/102

## 2. PLIEGO DE CONDICIONES TECNICAS

## 2.1. Objeto y campo de aplicación

Este Pliego de Condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de obras de instalación de líneas de alta tensión descritas en este proyecto.

Este Pliego de Condiciones se refiere al suministro e instalación de los materiales necesarios en el montaje las líneas.

Los Pliegos de Condiciones Particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

## 2.2. Normativa aplicable

Se aplicarán las normas citadas en este documento, teniendo en cuenta las actualizaciones posteriores a las mismas, y que sean de aplicación a este proyecto.

## 2.3. Replanteo y medición

El replanteo de los apoyos y las mediciones de cualquier carácter en la línea correrán a cargo del Contratista. El replanteo de los apoyos se deberá encargar a la ingeniería que desarrollo el proyecto de la línea.

## 2.4. Ejecución del trabajo

Corresponde al Contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a este Pliego de Condiciones.

### 2.4.1. Líneas Aéreas

#### 2.4.1.1. Accesos a la situación de los apoyos

En la medida de lo posible, se usarán los caminos existentes para el transporte de la maquinaria. El contratista se responsabilizará de respetar el estado de los mismos y de reponerlos a su estado original si fuera necesario realizar alguna transformación.

En la medida de lo posible, se usarán los caminos existentes para el transporte de la maquinaria. El contratista se responsabilizará de respetar el estado de los mismos y de reponerlos a su estado original si fuera necesario realizar alguna transformación.

En caso de existir "Anexo al proyecto: accesos provisionales a los apoyos", el contratista deberá realizar los caminos de acceso a los apoyos conforme al mismo, tratando de respetar las lindes de las propiedades y siempre de acuerdo con los propietarios y ayuntamiento afectados.

El contratista será responsable en todo momento de los desperfectos y perjuicios ocasionados a los propietarios de los terrenos afectados, por el transporte y acopio del material.

#### 2.4.1.2. Trabajos en los cruzamientos

Para los cruzamientos que se realicen con otras líneas de distribución o transporte, se deberá contar con la coordinación de la empresa suministradora.

En aquellos casos que sea posible la realización de descargos, el contratista deberá solicitarlo a la empresa suministradora.

En los casos que no sea posible la realización de los descargos, se deberán realizar los trabajos en tensión. Estos trabajos deberán ser presupuestados aparte, y no serán abonados en caso de no ser necesarios por realizarse el cruzamiento sin tensión.

#### 2.4.1.3. Apertura de pozos

Las dimensiones de las excavaciones se ajustarán lo más posible a las indicadas en el proyecto y al catálogo del fabricante de los apoyos. Las paredes de los pozos serán verticales. Si las dimensiones de la excavación fueran superiores a las indicadas en el proyecto, el exceso de hormigón será a cargo del contratista.

La cimentación de los apoyos está formada por cuatro bloques de hormigón en masa, proyectándose para un terreno de tipo normal con un coeficiente de compresibilidad de 12 Kg/cm<sup>2</sup>.

El precio de la obra civil de excavación es único, independientemente del tipo de terreno en el que se excave.

El Contratista tomará las disposiciones convenientes para señalar adecuadamente los pozos y para dejar el menor tiempo posible abiertas las excavaciones, con objeto de evitar accidentes, según su Plan de Seguridad y Salud.

Las excavaciones se realizarán con útiles apropiados según el tipo de terreno. 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 pozo, aumentando así las dimensiones del mismo.

#### 2.4.1.4. Transporte y acopio a pie de pozo

El transporte se hará en condiciones tales que los puntos de apoyo de los postes con la caja del vehículo, queden bien promediados respecto a la longitud de los mismos.

Se evitará las sacudidas bruscas durante el transporte. En la carga y descarga de los camiones se evitará toda clase de golpes o cualquier otra causa que pueda producir el doblado de los perfiles.

Por ninguna razón el poste quedará apoyado de plano, siempre su colocación será de canto para evitar en todo momento deformaciones y grietas.

En el depósito en obra se colocarán los postes con una separación de éstos con el suelo y entre ellos (en el caso de unos encima de otros) con objeto de meter los estrobos, por lo que se pondrán como mínimo tres puntos de apoyo, los cuales serán tacos de madera y todos ellos de igual tamaño; por ninguna razón se utilizarán piedras para este fin.

Los apoyos no serán arrastrados ni golpeados.

Desde el almacén de obra se transportarán con carros especiales o elementos apropiados al pie del pozo.

Los estrobos a utilizar serán los adecuados para no producir daños en los apoyos.

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 arriostamiento.

#### 2.4.1.5. Cimentaciones

La cimentación de los apoyos se realizará de acuerdo con el Proyecto y conforme a la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08). Se empleará un hormigón cuya resistencia mecánica mínima sea  $200 \text{ kg/cm}^2$  (H-200)

La fabricación del hormigón se realizará según lo establecido en el artículo 28º de la EHE-08.

En caso de preparación en obra la composición del mismo será la siguiente:

- $250 \text{ kg/m}^3$  de cemento 2BM-32,5
- 1350 kg grava tamaño 40mm Ø
- 675 kg arena seca
- 180 l de agua limpia

El amasado del hormigón se hará siempre sobre chapas metálicas o superficies impermeables, se efectuará a mano o en hormigoneras cuando así sea posible, procurando que la mezcla sea lo más homogénea posible.

Al hacer el vertido el hormigón se apisonará al objeto de hacer desaparecer las coqueas que pudieran formarse. No se dejarán las cimentaciones cortadas, ejecutándolas con hormigonado continuo hasta su terminación. Si por fuerza mayor hubiera de suspenderse y quedara este sin terminar, se dejarán redondos visibles y, antes de proceder de nuevo al hormigonado, se levantará la concha de lechada que tenga, con todo cuidado para no mover la piedra, siendo aconsejable el empleo suave del pico y luego el cepillo de alambre con agua o solamente este último si con él basta, más tarde se procederá a mojarlo con una lechada de cemento e inmediatamente se procederá de nuevo al hormigonado.

Las peanas de los apoyos sobrepasarán el nivel en 10 cm como mínimo en terrenos normales, y 20 cm en terrenos de cultivo. La parte superior de esta peana estará terminada en forma de punta de diamante, a partir de mortero rico en cemento, con una pendiente de un 10% como mínimo como vierte-aguas.

Se tendrá la precaución de dejar dos tubos corrugados 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 la arista del apoyo que tenga la toma de tierra. La pica de toma de tierra no estará en el fondo del pozo del apoyo, sino al lado de la cimentación, e independiente de ella.

##### 2.4.1.5.1. Arena

Puede proceder de ríos o de canteras. Debe ser limpia y no contener impurezas arcillosas u orgánicas. Será preferible la que tenga superficie áspera y de origen cuarzoso, desechando la de procedencia de terrenos que contengan mica o feldespato.

#### 2.4.1.5.2. Piedra

Podrá proceder de canteras o de graveras de río. Siempre se suministrará limpia. Sus condiciones físico-químicas, las condiciones físico-mecánicas la granulometría y el coeficiente de forma se ajustarán a lo establecido en el artículo 28º de la EHE-08.

Se prohíbe el empleo de revoltón, o sea piedras y arena unidas sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos.

#### 2.4.1.5.3. Cementos

Los cementos utilizados en la elaboración del hormigón deberán ajustarse a lo establecido en el artículo 26º de la EHE-08.

#### 2.4.1.5.4. Agua

Se empleará agua de río o manantial sancionada como aceptables por la práctica, quedando prohibido el empleo de aguas de ciénagas.

Deben rechazarse las que no cumplan algunas de las condiciones establecidas en el artículo 27º de la EHE-08.

#### 2.4.1.6. Armado de apoyos

El armado de estos apoyos se realizará teniendo presente la concordancia de diagonales. 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 necesitan su sustitución o su modificación, el Contratista lo notificará al Director de Obra.

No se empleará ningún elemento metálico doblado o torcido. Sólo podrán enderezarse previo consentimiento del Director de Obra.

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, los cuales se granetearán para evitar que puedan aflojarse.

#### 2.4.1.7. Protección de las superficies metálicas

Todos los elementos de acero deberán estar galvanizados en caliente, según norma UNE 37 508.

Todos los tornillos y sus accesorios deberán estar galvanizados en caliente según norma UNE 37 507.

#### 2.4.1.8. Izado de apoyos

La operación de izado de los apoyos debe realizarse de tal forma que ningún elemento sea solicitado excesivamente. En cualquier caso, los esfuerzos deben ser inferiores al límite elástico del material.

Por tratarse de postes pesados se recomienda sean izados con pluma o grúa, evitando que el aparejo dañe las aristas o montantes del poste. Si el montaje de las torres no

se pudiera realizar con grúa por decisión del Director de Obra, se realizará por el método de barra a barra (a mano con plumín).

#### 2.4.1.9. Tendido, empalme, tensado y retencionado

La medición de la unidad de tendido y aporte de cable (conductor, OPGW, tierra), está realizada sobre la distancia entre los centros de las bases de los apoyos en línea recta y en su proyección horizontal, asumiendo el contratista los despuntes, retales, puentes, empalmes y catenaria del cable.

##### 2.4.1.9.1. Herramientas

###### 2.4.1.9.1.1. Máquina de frenado del conductor

Dispondrá esta máquina de dos tambores en serie con canaladuras para permitir el enrollamiento en espiral del conductor.

Dichos tambores serán de aluminio, plástico, neopreno o cualquier otro material que será previamente aprobado por el Director de Obra.

La relación de diámetros entre tambores y conductor será fijada por el Director de Obra.

La máquina de frenado mantendrá constante la tensión durante el tendido limitando la tensión máxima y la velocidad de salida del cable.

La bobina se frenará con el exclusivo fin de que no siga girando por su propia inercia por variaciones de velocidad en la máquina de frenado. Nunca debe rebasar valores que provoquen daños en el cable por el encrustamiento en las capas inferiores.

###### 2.4.1.9.1.2. Poleas de tendido del conductor

Para tender el conductor de aluminio-acero, las gargantas de las poleas serán aluminio plástico o neopreno. El ancho y profundidad de la garganta tendrá una dimensión mínima igual a vez y media el diámetro del conductor.

Su diámetro estará comprendido entre 25 y 30 veces el diámetro del conductor.

La superficie de la garganta de las poleas será lisa y exenta de porosidades y rugosidades.

No se emplearán jamás poleas que se hayan utilizado para tendidos en conductores de cobre.

No se permitirá el empleo de poleas que por el uso presenten erosiones o canaladuras provocadas por el paso de las cuerdas o cables piloto.

Las paredes laterales estarán inclinadas formando un ángulo entre sí comprendido entre 20 y 60 grados, para evitar enganches. Los bordes deberán ser biselados con el mismo fin.

Las poleas estarán montadas sobre cojinetes de bolas o rodillos, pero nunca con cojinete de fricción y de tal forma que permitan una fácil rodadura. Se colgarán directamente de las crucetas del apoyo.

###### 2.4.1.9.1.3. Mordazas

Se utilizarán mordazas adecuadas para efectuar la tracción del conductor que no dañen el aluminio ni al galvanizado del cable de acero cuando se aplique una tracción

igual a la que determine la ecuación de cambio de condiciones a 0°C sin manguito de hielo ni viento.

El apriete de la mordaza debe ser uniforme, y si es de estribos, el par de apriete de los tornillos debe efectuarse de forma que no se produzca un desequilibrio.

#### 2.4.1.9.1.4. Máquina de tracción

Podrá utilizarse como tal la trócola, el cabestrante o cualquier otro tipo de máquina de tracción que el Director de Obra estime oportuno, en función del conductor y de la longitud del tramo a tender.

#### 2.4.1.9.1.5. Dinamómetros

Será preciso utilizar dispositivos para medir la tracción del cable durante el tendido en los extremos del tramo, es decir, en la máquina de freno y en la máquina de tracción.

El dinamómetro situado en la máquina de tracción ha de ser de máxima y mínima con dispositivo de parada automática cuando se produzca una elevación anormal en la tracción de tendido.

#### 2.4.1.9.1.6. Giratorios

Se colocarán dispositivos de libre giro con cojinetes axiales de bolas o rodillos entre conductor y cable piloto para evitar que pase el giro de un cable a otro.

#### 2.4.1.9.2. Método de montaje

##### 2.4.1.9.2.1. Tendido

Las operaciones de tendido no comenzarán hasta que hayan pasado 15 días desde la terminación de la cimentación de los apoyos de ángulo y anclaje, salvo indicación en contrario del Director de Obra.

El Contratista se ocupará del tendido, elección de los emplazamientos del equipo y orden de entrega de las bobinas, para conseguir que los empalmes (si fueran necesarios) queden situados fuera de los sitios que prohíbe el R.L.A.T., una vez tensado el conductor.

El conductor se tendrá siempre en bobina. El conductor se sacará de éstas mediante el giro de las mismas.

Las bobinas han de ser tendidas sin cortar el cable y sin que se produzcan sobrantes. Si en algún caso una o varias bobinas deben ser cortadas, por exigirlo así las condiciones del tramo tendido, el Contratista lo someterá a la consideración del Director de Obra sin cuya aprobación no podrá hacerlo.

Durante el despliegue es preciso evitar el retorcido del conductor con la consiguiente formación de cocas, que reducen extraordinariamente las características mecánicas de los mismos.

El conductor será revisado cuidadosamente en toda su longitud, con objeto de comprobar que no existe ningún hilo roto en la superficie ni abultamiento anormales que hicieran presumir alguna rotura interna. En el caso de existir algún defecto el Contratista deberá comunicarlo al Director de Obra quien decidirá lo que procede hacer.

La tracción de tendido de los conductores será, como máximo, la indicada en las tablas de tensado definitivo de conductores que corresponda a la temperatura existente en el conductor.

La tracción mínima será aquella que permita hacer circular los conductores sin rozar con los obstáculos naturales tales como tierra, que al contener ésta sales, se depositarán en el conductor, produciendo efectos químicos que deterioren el mismo.

El anclaje de las máquinas de tracción y freno deberá realizarse mediante el suficiente número de puntos que aseguren su inmovilidad, aún en el caso de lluvia imprevista, no debiéndose nunca anclar estas máquinas a árboles u otros obstáculos naturales.

La longitud del tramo a tender vendrá limitada por la resistencia de las poleas al avance del conductor sobre ellas. En principio puede considerarse un máximo de veinte poleas por conductor y por tramo; pero en el caso de existir poleas muy cargadas, ha de disminuir dicho número con el fin de no dañar el conductor.

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

El Contratista será responsable de las averías que se produzcan por la falta de observación de estas prescripciones.

#### 2.4.1.9.2.2. Empalmes

El tendido del conductor se efectuará uniendo los extremos de bobinas con empalmes definitivos efectuados de forma adecuada a cada tensión y sección. Dada su flexibilidad son válidos para el paso por las poleas de tendido.

Debe tenerse especial cuidado en la elección del preformado, así como en su colocación, debiendo seguirse las normas indicadas por el fabricante, prestando atención al sentido del cableado del conductor.

En la preparación del empalme debe cortarse los hilos de aluminio utilizando sierra y nunca con tijera o cizalla, cuidando de no dañar jamás el galvanizado del alma de acero y evitando que se aflojen los hilos mediante ligaduras de alambre adecuadas.

#### 2.4.1.9.2.3. Tensado

El anclaje a tierra para efectuar el tensado se hará desde un punto lo más alejado posible y como mínimo a una distancia horizontal del apoyo doble de su altura, equivalente a un ángulo de  $150^\circ$  entre las tangentes de entrada y salida del cable en las poleas.

Se colocarán tensores de cable o varilla de acero provisionales, entre la punta de los brazos y el cuerpo del apoyo como refuerzo, en los apoyos desde los que se efectúe el tensado. Las poleas serán en dicho apoyo de diámetro adecuado, para que el alma del conductor no dañe el aluminio.

#### 2.4.1.9.2.4. Regulación de conductores

La longitud total de la línea se dividirá en trozos de longitud variable, según sea la situación de los vértices. A cada uno de estos trozos los llamaremos serie.

Cada serie dispondrá de la correspondiente tabla de tendido, indicando el vano de regulación, la temperatura, tensión y flecha.

Para el tendido se requerirá el uso de dinamómetro, ajustando la tensión de acuerdo con el conductor, longitud de vano, y temperatura ambiente.

Con el fin de compensar la variación del módulo de elasticidad del conductor entre la situación final (conductor tendido, y considerada en proyecto) y la situación inicial

(conductor nuevo, sin tensión inicial), se tenderá el conductor de acuerdo a la tabla de tendido, pero considerando una temperatura 5° C menos que la existente en el momento del tendido.

En cada serie el Director de Obra fijará los vanos en que ha de ser medida la flecha. Estos vanos pueden ser de regulación, o sea, aquellos en que se mide la flecha primeramente elegidos entre todos los que constituyen la serie y los de comprobación variables en número, según sean las características del perfil en los cálculos efectuados y que señalarán los errores motivados por la imperfección del sistema empleado en el reglaje, especialmente por lo que se refiere a los rozamientos habidos en las poleas.

Después del tensado y regulación de los conductores se mantendrán éstos sobre poleas durante 24 horas como mínimo, para que puedan adquirir una posición estable.

#### 2.4.1.9.2.5. Retencionado

La suspensión de los conductores se hará por intermedio de estobos de cuerda, o de acero forrados de cuero para evitar daños al conductor.

En el caso de que sea preciso correr la grapa sobre el conductor para conseguir el aplomado de las cadenas de aisladores, este desplazamiento nunca se hará a golpes: primeramente se suspenderá el conductor, se aflojará la grapa y se correrá a mano donde sea necesario.

Tanto en los puntos de amarre como en los de suspensión, reforzaremos el conductor con las adecuadas varillas preformadas de protección.

#### 2.4.1.10. Reposición del terreno

Las tierras sobrantes procedentes de la excavación, así como los restos del hormigonado deberán ser retiradas a vertedero, a cargo del Contratista siendo de su responsabilidad el reacondicionamiento de las zonas afectadas.

#### 2.4.1.11. Numeración de apoyos. Avisos de peligro eléctrico

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

La placa de señalización de riesgo eléctrico se colocará en el apoyo a una altura suficiente para que no se pueda quitar desde el suelo. Deberá cumplir las características señaladas en la Recomendación UNESA 0203.

#### 2.4.1.12. Puesta a tierra

Los apoyos de la línea deberán conectarse a tierra de un modo eficaz, de acuerdo con el Proyecto y siguiendo las instrucciones dadas en el Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión.

En contratista medirá todas y cada una de ellas, y entregará una relación completa de las mediciones. La dirección de obra realizará una verificación aleatoria de las mediciones obtenidas y exigirá que sean rebajadas aquellas que sean superiores a lo indicado en el Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión.

## 2.5. Materiales

Todos los materiales empleados en la obra serán de primera calidad. El director de obra se reserva el derecho de rechazar aquellos materiales que no ofrezcan suficientes garantías.

El Contratista se hace responsable de la conservación y, de cualquier desperfecto que puedan producirse en los materiales, así como de las consecuencias de ellos, hasta la recepción completa de la obra.

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

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

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

Los cables instalados serán los que figuran en el presente Proyecto y deberán estar de acuerdo con las Recomendaciones UNESA y las Normas UNE correspondientes.

### 2.5.1. Apoyos

Los apoyos estarán contruidos con perfiles laminados de acero de los seleccionados en la Recomendación UNESA 6702 y de acuerdo con la Norma UNE 36531-1ª R.

### 2.5.2. Herrajes

Serán del tipo indicado en el presente Proyecto. Todos estarán galvanizados en caliente.

Los herrajes para las cadenas de suspensión y amarre cumplirán con las Norma UNE-EN 61284.

En donde sea necesario adoptar disposiciones de seguridad se emplearán varillas preformadas de acuerdo con la Recomendación UNESA 6617.

### 2.5.3. Aisladores

Los aisladores empleados en las cadenas de suspensión o amarre en caso de utilizar vidrio, cumplirán las especificaciones de la Norma UNE-EN 60305. En caso de aislamiento compuesto la norma aplicable será la UNE-EN 61466.

En cualquier caso el tipo de aislador será el que figura en el presente Proyecto.

### 2.5.4. Conductor

Serán los que figuran en el presente Proyecto y deberán estar de acuerdo con la Norma UNE-EN 50182.

### 2.5.5. Salvapájaros

Se instalarán en el cable de tierra según las indicaciones dadas (tipo y distancia entre ellos) por la consejería de Medio Ambiente, según la Declaración de Impacto Ambiental (DIA).

### 2.5.6. Señalizaciones diurnas (bolas)

Las bolas de señalización diurnas para el cruce de las carreteras y su montaje están incluidas y repercutidas en el precio unitario del cable de tierra.

## 2.6. 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 completa de la obra.

En la recepción de la instalación el contratista deberá aportar los resultados del control de calidad realizado sobre la conductividad de la toma de tierra de cada apoyo, las pruebas de aislamiento, y mediciones de las flechas y tensiones aplicadas en cada vano.

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

### 2.6.1. Calidad de cimentaciones

El contratista contratará a su cargo un laboratorio independiente para la certificación de la resistencia mecánica del hormigón utilizado.

Se realizarán muestras en probeta de hormigón por cada 10 apoyos para efectuar ensayos que certificarán dicha resistencia a los 28 días del vertido.

### 2.6.2. Tolerancias de ejecución

#### 2.6.2.1. 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 y la alineación real, debe ser inferior a  $(D/100) + 10$ , expresada en centímetros.

#### 2.6.2.2. Desplazamiento de un apoyo sobre el perfil longitudinal

El desplazamiento de un apoyo sobre el perfil longitudinal de la línea con relación a su situación prevista no debe suponer un aumento en la altura del apoyo. Las distancias de los conductores respecto al terreno deben permanecer como mínimo iguales a las previstas en el Reglamento.

#### 2.6.2.3. Verticalidad de los apoyos.

En apoyos de alineación se admite una tolerancia del 0,2% sobre la altura de apoyo.

#### 2.6.2.4. Altura de flechas.

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

±3% En el conductor que se regula.

±3% Entre dos conductores situados en el plano vertical.

±6% Entre dos conductores situados en el plano horizontal.

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

Cuando se utilice un conductor en haz múltiple, la diferencia entre las flechas de un haz de los dos subconductores no excederá del diámetro del conductor.

#### 2.6.2.5. Estado y colocación de los aisladores y herrajes.

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

No se admitirá una desviación horizontal de las cadenas de aisladores de suspensión superior al 1% de la longitud de la cadena.

#### 2.6.2.6. Distancias a masa

Se comprobará que las distancias fase-tierra son mayores que las que mínimas establecidas por el R.L.A.T.

### 2.7. Plan de seguridad y salud de la obra.

El plan de seguridad en obra se ajustará al Estudio de Seguridad y Salud correspondiente al proyecto de la obra, y en la partida alzada de la aplicación del estudio de seguridad y salud, el contratista se obliga a aportar todas las unidades de seguridad marcadas por el estudio de seguridad aprobado por la propiedad, para la obra.

Se someterá a la aprobación de la Dirección de Obra, y del coordinador de seguridad, la inclusión en el plan de seguridad, y por lo tanto en la obra, de cualquier subcontrata.

### 2.8. Planning de ejecución de la obra.

El contratista deberá aportar antes de comenzar la obra el planning de realización de los trabajos que se ajustará al Estudio de Seguridad y Salud con las medidas correspondientes. Dicho planning será realizado en Microsoft Project o herramienta similar.

Ante órdenes de la propiedad de parada e inicio de obra, la empresa contratista responderá en 24 horas ante la parada y en 72 horas ante la notificación de inicio de obra. El plazo de la obra será considerado como la suma parcial de los periodos comprendidos entre las órdenes de inicio y parada de ejecución de obra. Este será el plazo en el que como máximo la empresa de contrata tendrá estipulado la finalización de la obra.



Después del inicio de la obra, ante paradas obligadas y propuestas por la propiedad, el contratista no repercutirá ningún coste adicional.

La contrata propondrá a la propiedad, por escrito y justificadamente, la aprobación de cualquier posible modificación de dicho planning.

## 2.9. Dirección de obra.

El contratista deberá dar el servicio de Dirección de Obra, con las siguientes condiciones:

1. Deberá emitir el documento de Compromiso de Dirección de Obra, que deberá visarse en el colegio de Ingenieros Industriales, asumiendo por escrito las responsabilidades inherentes a dicho cargo. Este documento deberá ser presentado con la documentación que proporcione el contratista antes de la firma del acta de replanteo. Su nombre deberá figurar al solicitar la Licencia de obras en los organismos que lo requieran.
2. En las obras afectadas por el RD 1627/97 (Seguridad y Salud en obras de construcción), cuando no sea necesaria la designación de Coordinador de Seguridad, la dirección Facultativa de la obra será el máximo responsable de seguridad en la obra designado por el promotor, y deberá:
  - Aprobar por escrito el plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista adjudicatario de la obra, así como todas las subcontrataciones
  - Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra
  - Cumplimentar el libro de incidencias (el cual se deberá mantener siempre en la obra), Custodiar el mismo, y anotar la variaciones o incidencias que se produzcan en la obra
3. En las obras afectadas por el RD 1627/97 (Seguridad y Salud en obras de construcción), en las que se haya designado Coordinador de Seguridad, la Dirección Facultativa de obras deberá figurar en el libro de incidencias y en algunos casos en el Acta de Aprobación del plan de Seguridad y Salud que ha realizado el Coordinador de Seguridad.
4. En las obras no afectadas por el RD 1627/97 (Seguridad y Salud en obras de construcción), la Dirección Facultativa de obras deberá aprobar el Plan de Seguridad y Salud específico elaborado por el contratista adjudicatario de la obra, así como los correspondientes a todos los subcontratistas.

La dirección de obra deberá mantener periódicamente informado al control de obra por parte de la empresa propietaria, aportando la documentación necesaria (planos, mediciones, cálculos, ...).

El contratista deberá responsabilizarse con la firma del Documento de Dirección de Obra Terminada, visado en el Colegio Oficial de Ingenieros.

El documento que se presente en el Colegio, deberá certificar la realización de la obra conforme al proyecto constructivo. En caso de haber sido necesario realizar modificaciones se deberán documentar, incorporando los cálculos justificativos, y planos que describan la obra terminada.

Además se deberán incorporar los datos de las mediciones realizadas por el contratista (resistencias de puesta a tierra, tensiones de paso y contacto, mediciones de aislamiento), y demás datos solicitados para la tramitación del proyecto en la Delegación de Industria correspondiente.

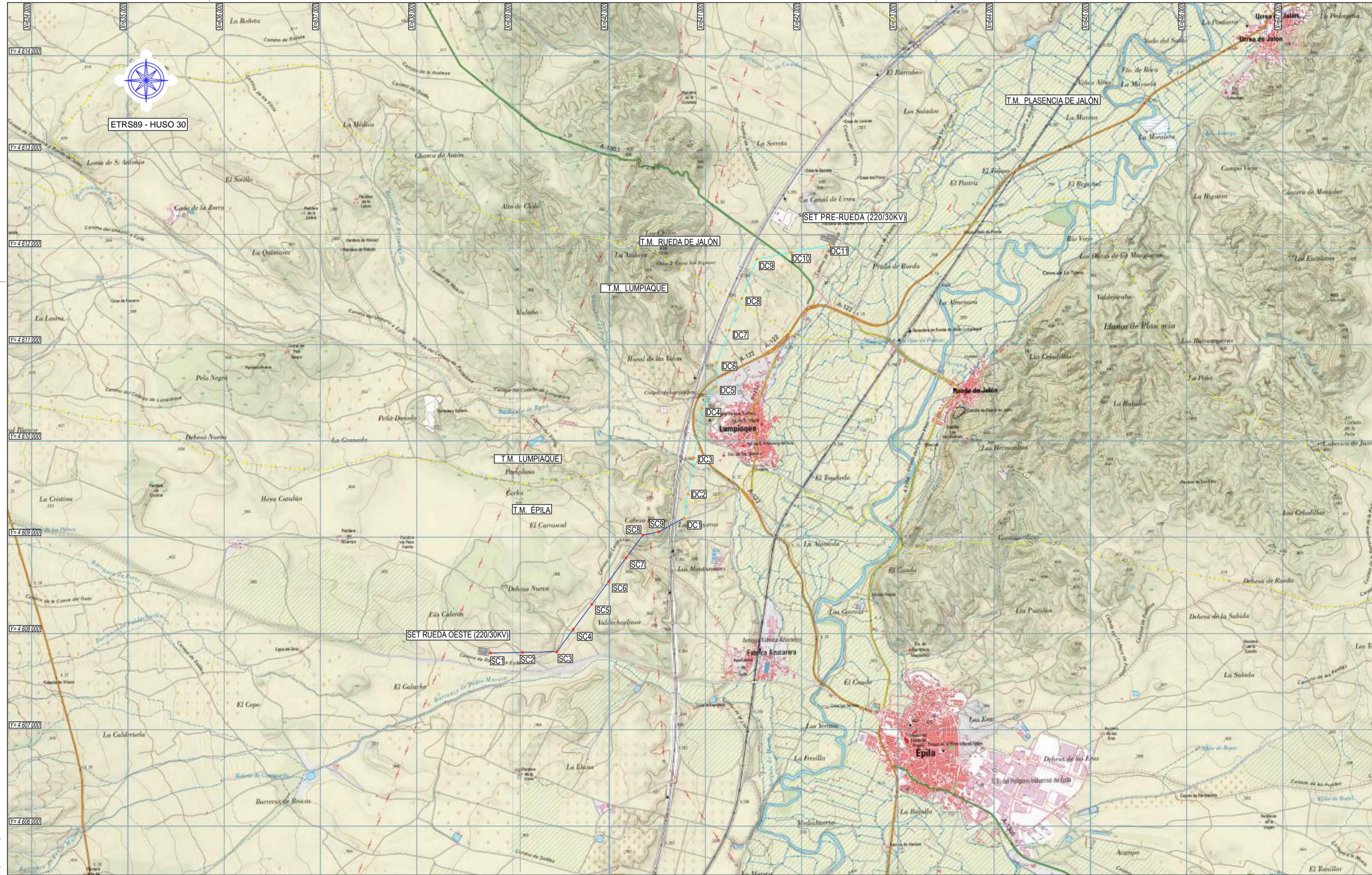
### 3. PLANOS

### 3.1. Lista de planos

Los planos que se adjuntan son aquellos aplicables a la presente MODIFICACIÓN. El resto de planos se encuentran incluidos en el Proyecto LAAT 220kV SET RUEDA OESTE 220/30 kV – SET PRE-RUEDA 400/220 kV.

|                                     |                |
|-------------------------------------|----------------|
| SITUACIÓN.....                      | FE-21000034-01 |
| EMPLAZAMIENTO .....                 | FE-21000034-02 |
| PERFIL Y PLANTA .....               | FE-21000034-03 |
| APOYOS TIPO.....                    | FE-21000034-05 |
| CADENAS DE AISLADORES.....          | FE-21000034-06 |
| ANTIVIBRADOR TIPO STOCKBRIDGE ..... | FE-21000034-07 |
| DISPOSITIVO SALVAPÁJAROS.....       | FE-21000034-08 |
| CIMENTACIONES APOYOS .....          | FE-21000034-09 |
| PUESTA A TIERRA .....               | FE-21000034-10 |
| ARBOL DE CARGAS APOYO DC1.....      | FE-21000034-11 |

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO n°: 060722. Fecha: 04/11/2022. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVHPKZTUQH4L7BS. Autenticidad verificable a través de la página: https://geobase.informatica.gov.co/validador/validador.aspx



LEYENDA:

|   |   |
|---|---|
| <span style="color: blue;">—</span> LAT 220 KV SC             | <span style="color: red;">●</span> APOYOS SC    |
| <span style="color: green;">—</span> LAT 220 KV DC            | <span style="color: orange;">●</span> APOYOS DC |
| <span style="color: yellow;">- - -</span> LÍMITES T.MUNICIPAL |   |

D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS  
INGENIERO DEL ICAI COL. N° 18131024



**FEMTAB**  
Grupo Sisener Ingenieros

|             | Fecha:  | Nombre: |
|-------------|---------|---------|
| Dibujado:   | 10/2022 | ALM     |
| Comprobado: | 10/2022 | ALM     |
| Aprobado:   | 10/2022 | RFB     |

LAAT 220 KV SC  
SET RUEDA OESTE 220/30KV-SET PRE-RUEDA 400/220KV  
ZARAGOZA

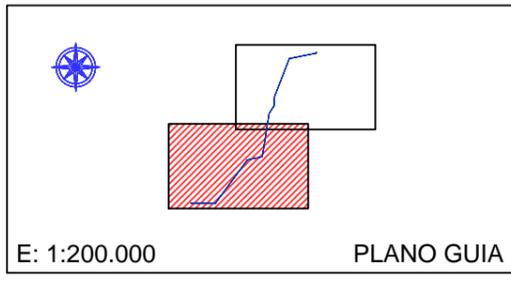
PLANO DE SITUACIÓN

|            |             |
|------------|-------------|
| Escala:    | 1/25.000    |
| Revisión:  | 00          |
| Hoja:      | 01          |
| Siguiente: | -           |
| Código:    | FE-21000034 |



| Nº APOYO | COORDENADAS UTM HUSO 30 |           |
|----------|-------------------------|-----------|
|          | X                       | Y         |
| PÓRTICO  | 638.738                 | 4.607.802 |
| SC1      | 638.769                 | 4.607.797 |
| SC2      | 639.100                 | 4.607.803 |
| SC3      | 639.455                 | 4.607.810 |
| SC4      | 639.627                 | 4.608.042 |
| SC5      | 639.821                 | 4.608.304 |
| SC6      | 639.995                 | 4.608.540 |
| SC7      | 640.176                 | 4.608.785 |
| SC8      | 640.351                 | 4.609.022 |
| SC9      | 640.517                 | 4.609.056 |
| DC1      | 640.780                 | 4.609.200 |
| DC2      | 640.820                 | 4.609.447 |
| DC3      | 640.881                 | 4.609.822 |

D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS  
INGENIERO DEL ICAI COL. Nº 1813/1024

LEYENDA:

|  |                     |  |           |
|--|---------------------|--|-----------|
|  | LAT 220 kV SC       |  | APOYOS SC |
|  | LAT 220 kV DC       |  | APOYOS DC |
|  | LÍMITES T.MUNICIPAL |  |           |

**FEMTAB**  
Grupo Sisener Ingenieros

|             | Fecha:  | Nombre: |
|-------------|---------|---------|
| Dibujado:   | 10/2022 | ALM     |
| Comprobado: | 10/2022 | ALM     |
| Aprobado:   | 10/2022 | RFB     |

LAAT 220 KV SC  
SET RUEDA OESTE 220/30KV-SET PRE-RUEDA 400/220KV  
ZARAGOZA

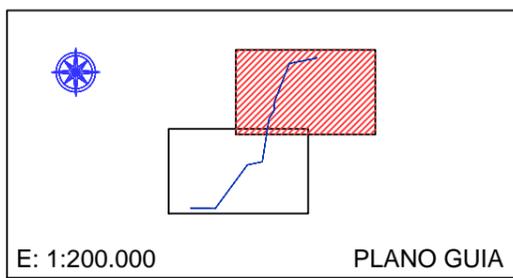
PLANO DE EMPLAZAMIENTO

|            |             |
|------------|-------------|
| Escala:    | 1/10.000    |
| Revisión:  | 00          |
| Hoja:      | 02.1        |
| Siguiente: | 02.2        |
| Código:    | FE-21000034 |



| Nº APOYO | COORDENADAS UTM HUSO 30 |           |
|----------|-------------------------|-----------|
|          | X                       | Y         |
| DC4      | 640.965                 | 4.610.337 |
| DC5      | 641.110                 | 4.610.559 |
| DC6      | 641.118                 | 4.610.814 |
| DC7      | 641.248                 | 4.611.149 |
| DC8      | 641.377                 | 4.611.480 |
| DC9      | 641.536                 | 4.611.888 |
| DC10     | 641.894                 | 4.611.959 |
| DC11     | 642.292                 | 4.612.037 |
| PÓRTICO  | 642.305                 | 4.612.068 |

D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS  
INGENIERO DEL ICAI COL. Nº 1813/1024

LEYENDA:

|  |                     |  |           |
|--|---------------------|--|-----------|
|  | LAT 220 kV SC       |  | APOYOS SC |
|  | LAT 220 kV DC       |  | APOYOS DC |
|  | LÍMITES T.MUNICIPAL |  |           |

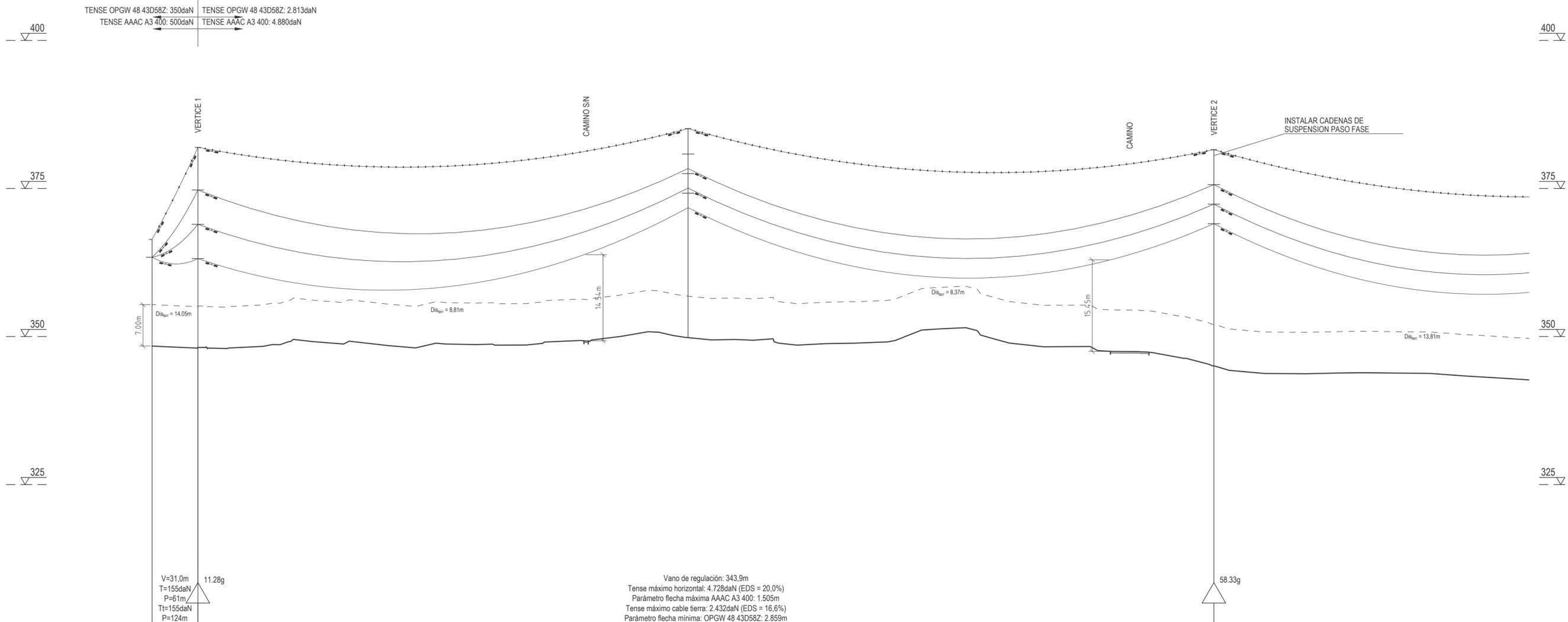


|             | Fecha:  | Nombre: |
|-------------|---------|---------|
| Dibujado:   | 10/2022 | ALM     |
| Comprobado: | 10/2022 | ALM     |
| Aprobado:   | 10/2022 | RFB     |

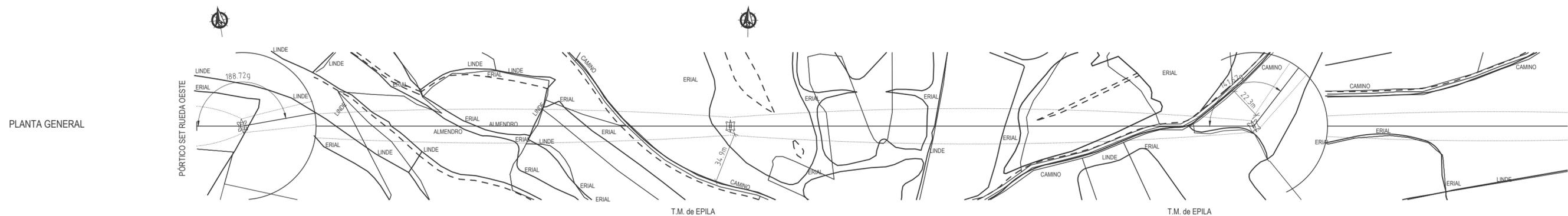
LAAT 220 KV SC  
SET RUEDA OESTE 220/30KV-SET PRE-RUEDA 400/220KV  
ZARAGOZA

PLANO DE EMPLAZAMIENTO

|            |             |
|------------|-------------|
| Escala:    | 1/10.000    |
| Revisión:  | 00          |
| Hoja:      | 02.2        |
| Siguiente: | -           |
| Código:    | FE-21000034 |



|                    |   |                                      |                                       |                                      |  |  |  |  |
|--------------------|---|--------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--|--|--|--|
| COORD. GEOGRAFICAS | Long. -1° 20' 6.1" Lat. 41° 36' 32.9"               |                                      | Long. -1° 20' 4.8" Lat. 41° 36' 32.8" |                                      | Long. -1° 19' 50.5" Lat. 41° 36' 32.8" |  | Long. -1° 19' 35.1" Lat. 41° 36' 32.7" |  |
| COORDENADAS U.T.M. | X=638.738<br>Y=4.607.802<br>Z=348.15                | X=638.769<br>Y=4.607.797<br>Z=347.92 | X=639.100<br>Y=4.607.803<br>Z=349.58  | X=639.455<br>Y=4.607.810<br>Z=344.82 |  |  |  |  |
| DISTANCIA A ORIGEN | 31.0  |                                      | 362.2                                 |                                      | 717.6                                  |  |  |  |
| CLASE DE TERRENO   |   |                                      | CAMINO                                |                                      |  |  |  |  |
| TIPO APOYOS        | PORTICO 15MFL IC-15/55000<br>SUBESTACION S1C CA-220 |                                      | AL-S CO-24/7000<br>S1561 CS-220       |                                      | AG-AM CO-24/33000<br>S1563 CA-220      |  |  |  |
| VANOS Y N° APOYOS  | P 31,0 SC1 331,2                                    |                                      | SC2 355,4                             |                                      | SC3 289,4                              |  |  |  |
| ALINEACIONES       | N°1 31,0m   |                                      | ALINEACION N°2 DE 686,6m.             |                                      |  |  |  |  |



**Grupo Sisener Ingenieros**

LAAT 220 KV SC  
SET RUEDA OESTE 220/30KV-SET PRE-RUEDA 400/220KV  
ZARAGOZA

Escala: H:1/2.000  
V:1/500

Revisión: 02

Hoja: 03.1

Siguiente: 03.2

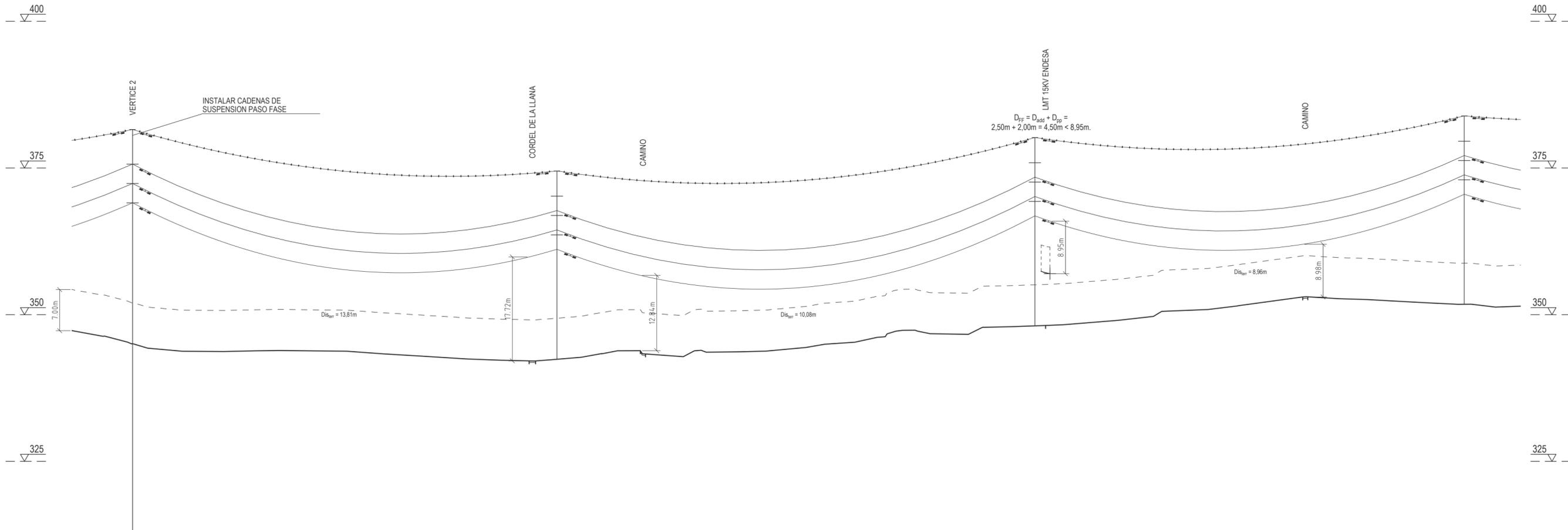
Código: FE-21000034

|             |         |     |
|-------------|---------|-----|
| Dibujado:   | 10/2022 | JCR |
| Comprobado: | 10/2022 | ALM |
| Aprobado:   | 10/2022 | RFB |

D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS  
INGENIERO DEL ICAI COL. N° 1813/1024

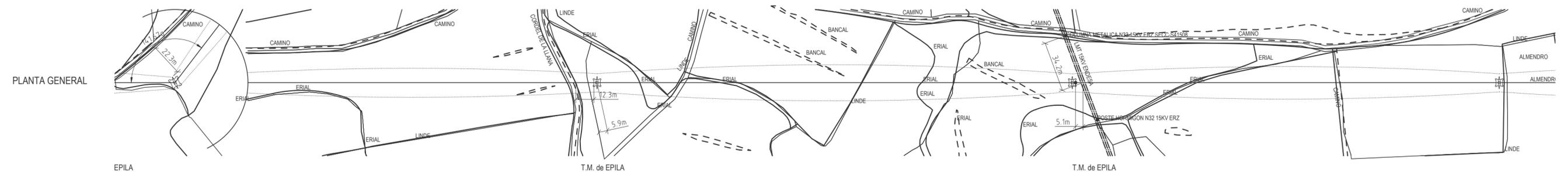
RFB

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISOADO n°: 080722. Fecha: 04/11/2022. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVHPKZTUQHILTB5 Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icaicol.com/validarCSV.aspx



Vano de regulación: 302.4m  
 Tense máximo horizontal: 4.662daN (EDS = 20.0%)  
 Parámetro flecha máxima AAAC A3 400: 1.410m  
 Tense máximo cable tierra: 2.357daN (EDS = 16.6%)  
 Parámetro flecha mínima: OPGW 48 43D58Z: 2.923m

|                    |  |  |  |  |
|--------------------|--|--|--|--|
| COORD. GEOGRAFICAS | Long. -1° 19' 35,1" Lat. 41° 36' 32,7" | Long. -1° 19' 27,5" Lat. 41° 36' 40,2" | Long. -1° 19' 18,9" Lat. 41° 36' 48,5" | Long. -1° 19' 11,2" Lat. 41° 36' 56,1" |
| COORDENADAS U.T.M. | X=639.455<br>Y=4.607.810<br>Z=344.82   | X=639.627<br>Y=4.608.042<br>Z=342.16   | X=639.821<br>Y=4.608.304<br>Z=347.86   | X=639.995<br>Y=4.608.540<br>Z=351.54   |
| DISTANCIA A ORIGEN | 717,6                                  | KM:1,000                               | 1.332,9                                | 1.625,7                                |
| CLASE DE TERRENO   |  |  |  |  |
| TIPO APOYOS        | AG-AM CO-24/33000<br>S1563 CA-220      | AL-S CO-21/7000<br>S1561 CS-220        | AL-S CO-21/7000<br>S1561 CS-220        | AL-S CO-21/7000<br>S1561 CS-220        |
| VANOS Y N° APOYOS  | SC3 289,4                              | SC4 325,9                              | SC5 292,8                              | SC6                                    |
| ALINEACIONES       | ALINEACION N°3 DE 1.507,7m.            |  |  |  |



**PLANTA GENERAL**

EPILA

T.M. de EPILA

T.M. de EPILA

**FEMTAB**  
Grupo Sisener Ingenieros

D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS  
INGENIERO DEL ICAI COL. N° 1813/1024

*RFB*

LAAT 220 KV SC  
SET RUEDA OESTE 220/30KV-SET PRE-RUEDA 400/220KV  
ZARAGOZA

PERFIL Y PLANTA  
ENTRE PÓRTICO SET RUEDA ESTE Y N°SC3

|                     |         |
|---------------------|---------|
| Fecha:              | Nombre: |
| Dibujado: 10/2022   | JCR     |
| Comprobado: 10/2022 | ALM     |
| Aprobado: 10/2022   | RFB     |

Escala: H:1/2.000  
V:1/500

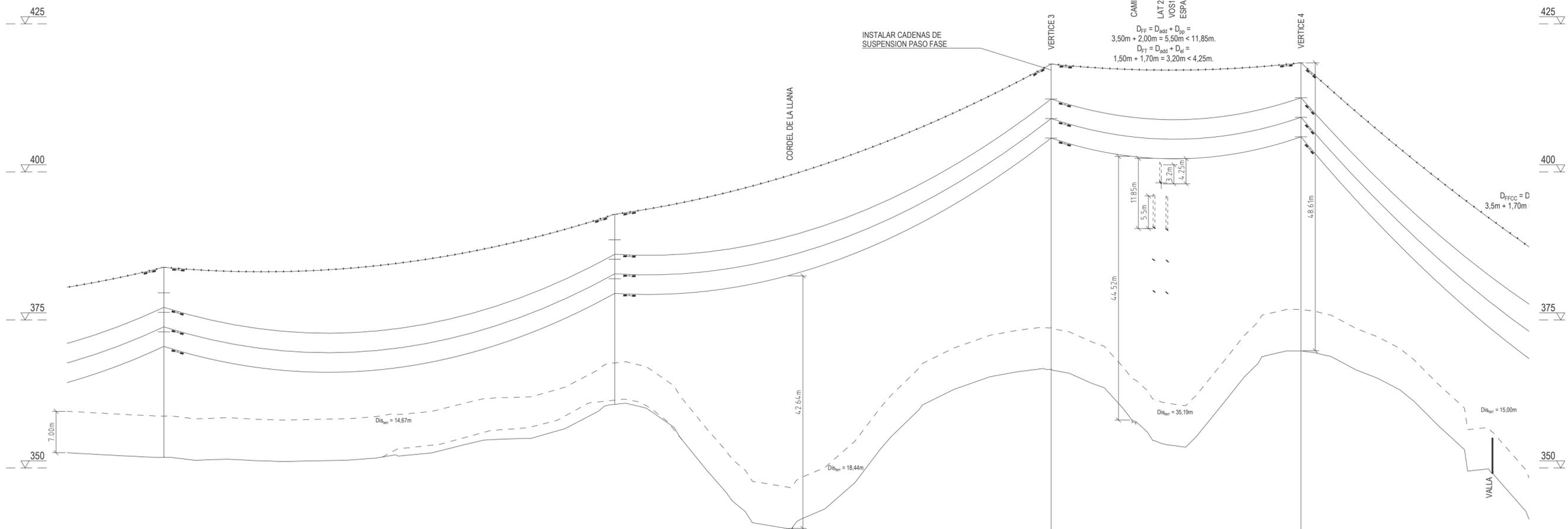
Revisión: 02

Hoja: 03.2

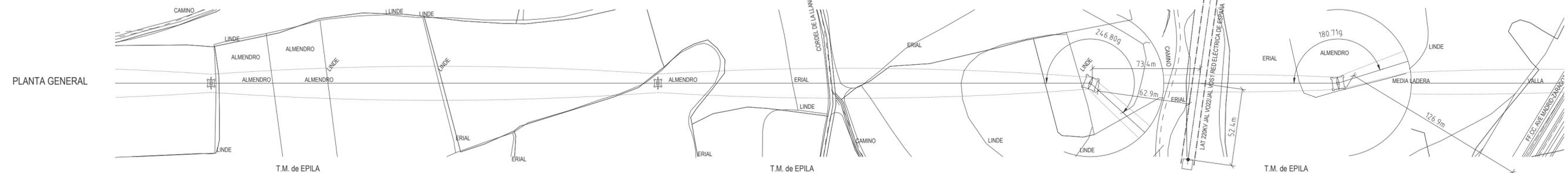
Siguiente: 03.3

Código: FE-21000034

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISOADO n°: 080722. Fecha: 04/11/2022. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVHPKZTUQHLTBS Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icaicol.com/validarCSV.aspx



|                    |  |                                      |  |  |
|--------------------|--|--------------------------------------|--|--|
| COORDENADAS U.T.M. | Long. -1° 19' 11,2" Lat. 41° 36' 56,1" | Long. -1° 19' 3,2" Lat. 41° 37' 3,9" | Long. -1° 18' 55,4" Lat. 41° 37' 11,5" | Long. -1° 18' 48,2" Lat. 41° 37' 12,5" |
| DISTANCIA A ORIGEN | 1.625,7                                | 1.930,4                              | 2.225,3                                | 2.394,2                                |
| TIPO APOYOS        | AL-S CO-21/7000<br>S1561 CS-220        | AL-S CO-21/7000<br>S1561 CS-220      | AG-AM CO-39/33000<br>S1563 CA-220      | AG-AM CO-36/33000<br>S1563 CA-220      |
| VANOS Y N° APOYOS  | SC6                                    | SC7                                  | SC8                                    | SC9                                    |
| ALINEACIONES       |  |                                      | ALINEACION N°4 DE 168,8m               | ALINEACION N°5                         |



**Grupo Sisener Ingenieros**

LAAT 220 KV SC  
SET RUEDA OESTE 220/30KV-SET PRE-RUEDA 400/220KV  
ZARAGOZA

Escala: H:1/2.000  
V:1/500

Revisión: 02

Hoja: 03.3

Siguiente: 03.4

Código: FE-21000034

D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS  
INGENIERO DEL ICAI COL. N° 1813/1024

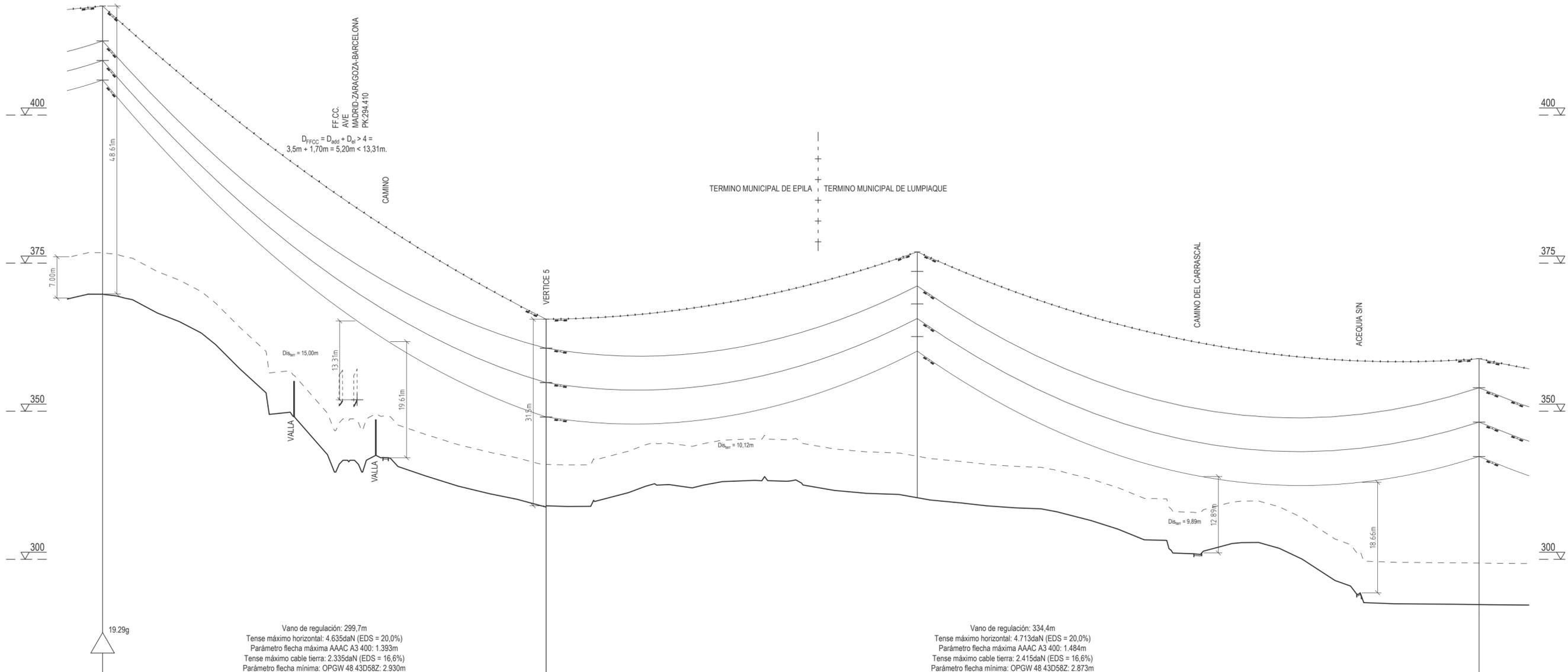
Fecha: 10/2022 Nombre: JCR

Comprobado: 10/2022 ALM

Aprobado: 10/2022 RFB

PERFIL Y PLANTA  
ENTRE PÓRTICO SET RUEDA ESTE Y N°SC3

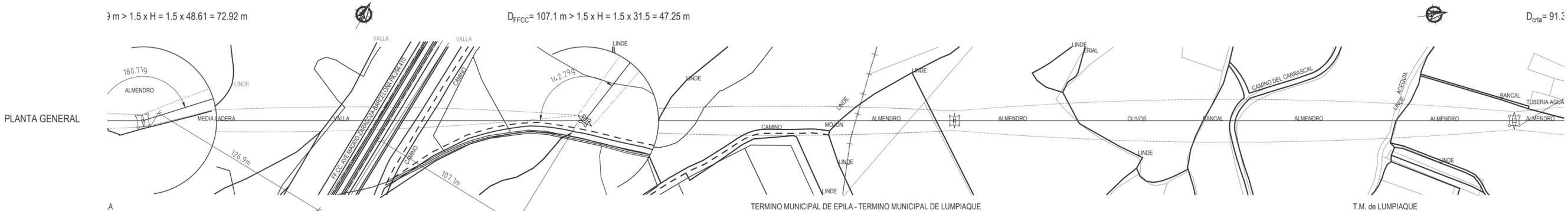
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISOADO n°: 080722. Fecha: 04/11/2022. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVHPKZTUQHLLTBS Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icaicol.com/ValidarCSV.aspx



Vano de regulación: 299,7m  
 Tense máximo horizontal: 4.635daN (EDS = 20,0%)  
 Parámetro flecha máxima AAAC A3 400: 1.393m  
 Tense máximo cable tierra: 2.335daN (EDS = 16,6%)  
 Parámetro flecha mínima: OPGW 48 43D58Z: 2.930m

Vano de regulación: 334,4m  
 Tense máximo horizontal: 4.713daN (EDS = 20,0%)  
 Parámetro flecha máxima AAAC A3 400: 1.484m  
 Tense máximo cable tierra: 2.415daN (EDS = 16,6%)  
 Parámetro flecha mínima: OPGW 48 43D58Z: 2.873m

|                    |                                      |                                      |   |                                      |   |        |  |  |
|--------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---|--------------------------------------|---|--------|--|--|
| COORD. GEOGRAFICAS | -1° 18' 48,2" Lat. 41° 37' 12,5"     |                                      | Long. -1° 18' 36,8" Lat. 41° 37' 17,0"    |                                      | Long. -1° 18' 34,8" Lat. 41° 37' 25,0"    |        | Long. -1° 18' 31,8" Lat. 41° 37' 37,0" |  |
| COORDENADAS U.T.M. | X=640.517<br>Y=4.609.056<br>Z=369.56 | X=640.668<br>Y=4.609.138<br>Z=341.04 | X=640.780<br>Y=4.609.200<br>Z=333.81      | X=640.820<br>Y=4.609.447<br>Z=335.17 | X=640.881<br>Y=4.609.822<br>Z=317.13      |        |  |  |
| DISTANCIA A ORIGEN | 2.394,2                              |                                      | KM:2.694                                  | 2.944,8                              | KM:3.000                                  |        |  | 3.324,5                                      |
| CLASE DE TERRENO   |                                      | CAMINO                               |   |                                      |   | CAMINO |  |  |
| TIPO APOYOS        | AG-AM CO-36/33000<br>S1563 CA-220    |                                      | FL IC-15/55000<br>N2DC D=4,9 E=3,5 CA-220 |                                      | AL CO-27/12000<br>N388DC D=3,3 E=3 CS-220 |        |  | AL-AM IC-25/55000<br>N2DC D=4,9 E=3,5 CA-220 |
| VANOS Y N° APOYOS  | SC9                                  | 299,7                                | DC1                                       | 250,8                                | DC2                                       | 379,7  |  | DC3  |
| ALINEACIONES       |                                      | ALINEACION N°5 DE 299,7m.            |   |                                      |   |        |  | ALINEACION N°6 DE 1.152,3m.                  |



PLANTA GENERAL

TERMINO MUNICIPAL DE EPILA - TERMINO MUNICIPAL DE LUMPIAQUE

T.M. de LUMPIAQUE

Nota: Debido a la imposibilidad de acceder al recinto vallado de las vías del AVE propiedad de ADIF, dicho tramo se ha simulado utilizando el modelo digital del terreno MDT-02 del Centro Nacional de Información Geográfica

D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS  
 INGENIERO DEL ICAI COL. N° 1813/1024

Escala: H:1/2.000  
V:1/500

Revisión: 02

Hoja: 03.4

Siguiente: 03.5

Código: FE-21000034

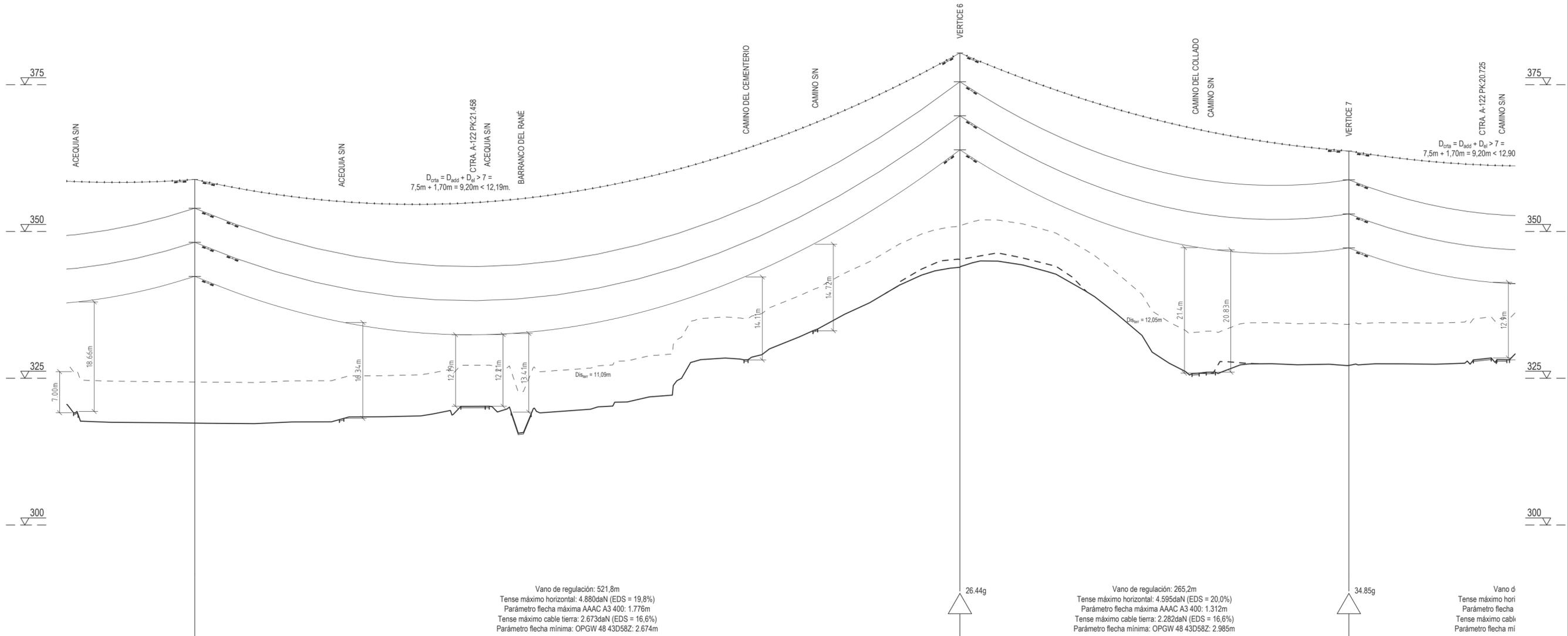
**FEMTAB**  
 Grupo Sisener Ingenieros

LAAT 220 KV SC  
 SET RUEDA OESTE 220/30KV-SET PRE-RUEDA 400/220KV  
 ZARAGOZA

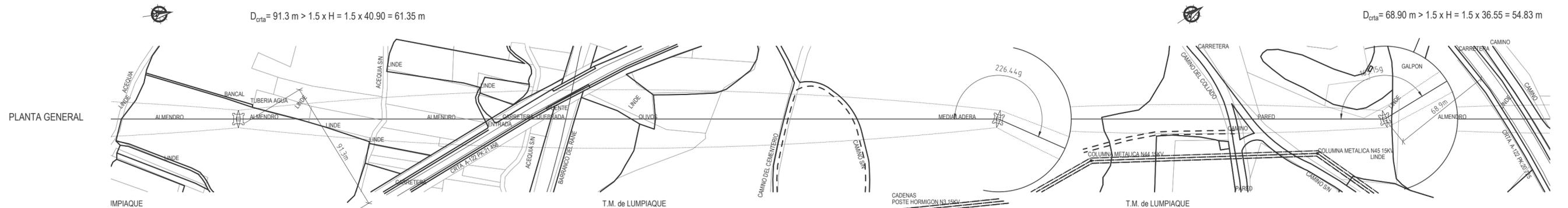
PERFIL Y PLANTA  
 ENTRE PÓRTICO SET RUEDA ESTE Y N°SC3

|                     |         |
|---------------------|---------|
| Fecha:              | Nombre: |
| Dibujado: 10/2022   | JCR     |
| Comprobado: 10/2022 | ALM     |
| Aprobado: 10/2022   | RFB     |

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISOADO n°: 060722. Fecha: 04/11/2022. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVHPKZTUQHLLTB5 Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icaicol.com/ValidarCSV.aspx



|                    |  |                                      |       |                                      |       |       |       |  |                           |       |  |       |                                      |
|--------------------|--|--------------------------------------|-------|--------------------------------------|-------|-------|-------|--|---------------------------|-------|--|-------|--------------------------------------|
| COORDENADAS U.T.M. | 31837  | X=640.881<br>Y=4.609.822<br>Z=317.13 | 31794 | X=640.912<br>Y=4.610.009<br>Z=319.99 | 31546 | 31792 | 33302 | X=640.965<br>Y=4.610.337<br>Z=343.68         | 32580                     | 32681 | X=641.110<br>Y=4.610.559<br>Z=326.97         | 32806 | X=641.113<br>Y=4.610.650<br>Z=328.06 |
| DISTANCIA A ORIGEN | 3.324.5                                      |                                      |       |                                      |       |       |       | 3.846.3                                      | KM:4,000                  |       | 4.111.5                                      |       |                                      |
| TIPO APOYOS        | AL-AM IC-25/55000<br>N2DC D=4.9 E=3.5 CA-220 |                                      |       |                                      |       |       |       | AG-AM IC-20/55000<br>N2DC D=4.9 E=3.5 CA-220 |                           |       | AG-AM IC-20/55000<br>N2DC D=4.9 E=3.5 CA-220 |       |                                      |
| VANOS Y Nº APOYOS  | DC3  |                                      | 521,8 |                                      |       |       | DC4   |  | 265,2                     |       | DC5  |       |                                      |
| ALINEACIONES       | ALINEACION Nº6 DE 1.152,3m.                  |                                      |       |                                      |       |       |       |  | ALINEACION Nº7 DE 265,2m. |       |  |       | ALINEA                               |



**Grupo Sisener Ingenieros**

LAAT 220 KV SC  
SET RUEDA OESTE 220/30kv-SET PRE-RUEDA 400/220KV  
ZARAGOZA

Escala: H:1/2.000  
V:1/500

Revisión: 02

Hoja: 03.5

Siguiente: 03.6

Código: FE-21000034

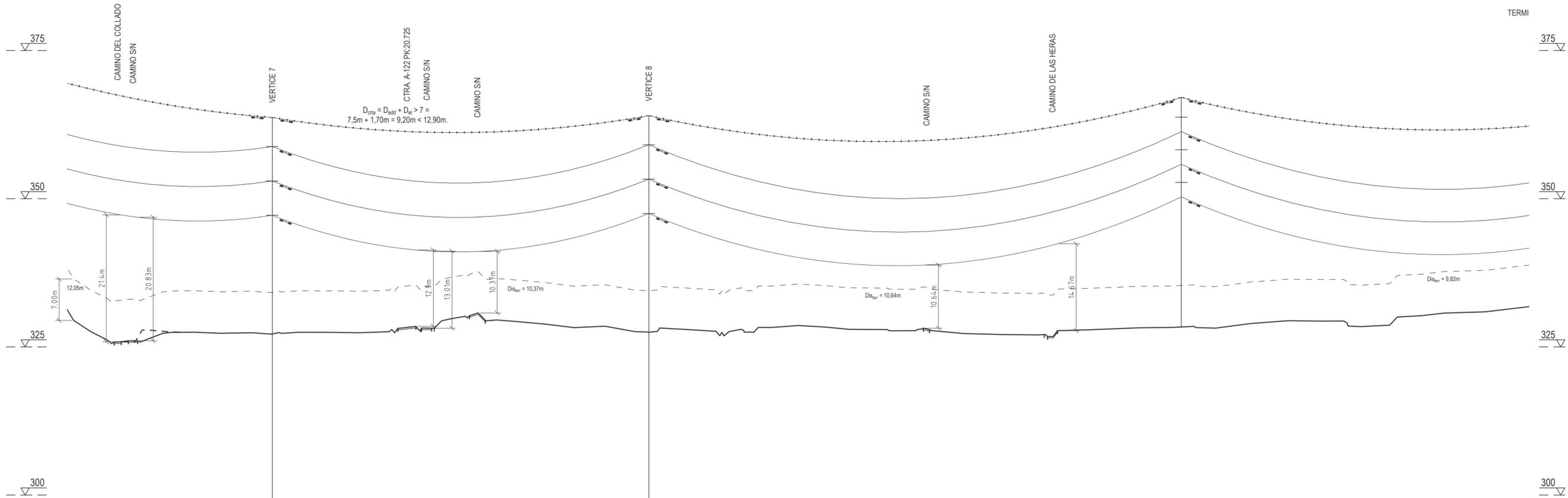
PERFIL Y PLANTA  
ENTRE PÓRTICO SET RUEDA ESTE Y N°SC3

D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS  
INGENIERO DEL ICAI COL. Nº 1813/1024

*RFB*

|                     |         |
|---------------------|---------|
| Fecha:              | Nombre: |
| Dibujado: 10/2022   | JCR     |
| Comprobado: 10/2022 | ALM     |
| Aprobado: 10/2022   | RFB     |

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISOADO nº: 060722. Fecha: 04/11/2022. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVHPBKZUQH4L7B5 Autenticidad verificable a través de la página: https://gsbdocuments.icaei.es/validarCSV.aspx

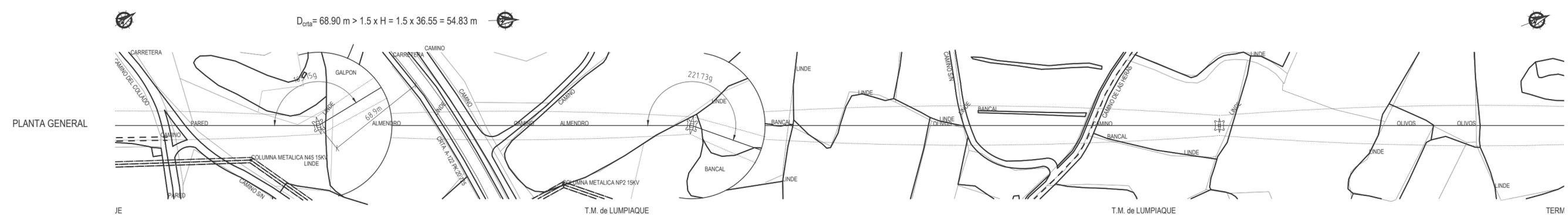


gulación: 265,2m  
 tal: 4.595daN (EDS = 20,0%)  
 ima AAAC A3 400: 1.312m  
 ra: 2.282daN (EDS = 16,6%)  
 a: OPGW 48 43D58Z: 2.985m

Vano de regulación: 254,5m  
 Tense máximo horizontal: 4.578daN (EDS = 20,0%)  
 Parámetro flecha máxima AAAC A3 400: 1.282m  
 Tense máximo cable tierra: 2.262daN (EDS = 16,6%)  
 Parámetro flecha mínima: OPGW 48 43D58Z: 3.003m

Vano de regulación: 38  
 Tense máximo horizontal: 4.791daN  
 Parámetro flecha máxima AAAC /  
 Tense máximo cable tierra: 2.506da  
 Parámetro flecha mínima: OPGW 4E

| COORDENADAS U.T.M. | Long. -1° 18' 21,3" Lat. 41° 38' 0,8"        | Long. -1° 18' 20,8" Lat. 41° 38' 9,1"        | Long. -1° 18' 14,9" Lat. 41° 38' 19,8"      |
|--------------------|--|--|---|
| 325,80             | X=641.110<br>Y=4.610.659<br>Z=326,97         | X=641.113<br>Y=4.610.650<br>Z=328,06         | X=641.248<br>Y=4.611.149<br>Z=328,13        |
| KM:4,000           | 4.111,5                                      | 4.366,0                                      | 4.725,8                                     |
| TIPO APOYOS        | AG-AM IC-20/55000<br>N2DC D=4.9 E=3.5 CA-220 | AG-AM IC-20/55000<br>N2DC D=4.9 E=3.5 CA-220 | AL-S CO-24/12000<br>N388DC D=3.3 E=3 CS-220 |
| VANOS Y N° APOYOS  | 265,2  | 254,5  | 359,8                                       |
| ALINEACIONES       | N N°7 DE 265,2m.                             | ALINEACION N°8 DE 254,5m.                    | ALINEACION N°9 DE 1.1                       |



**Grupo Sisener Ingenieros**

LAAT 220 KV SC  
SET RUEDA OESTE 220/30kV-SET PRE-RUEDA 400/220KV  
ZARAGOZA

Escala: H:1/2.000  
V:1/500

Revisión: 02

Hoja: 03.6

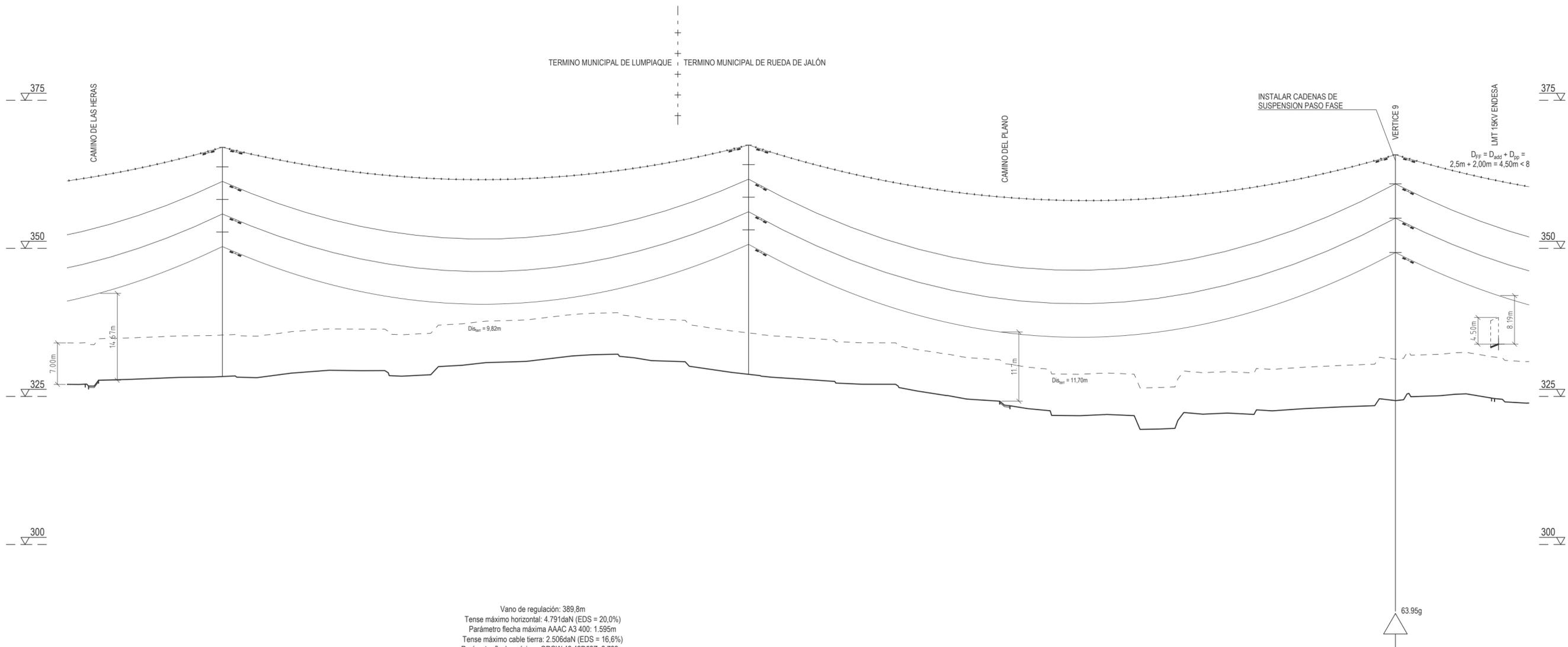
Siguiente: 03.7

Código: FE-21000034

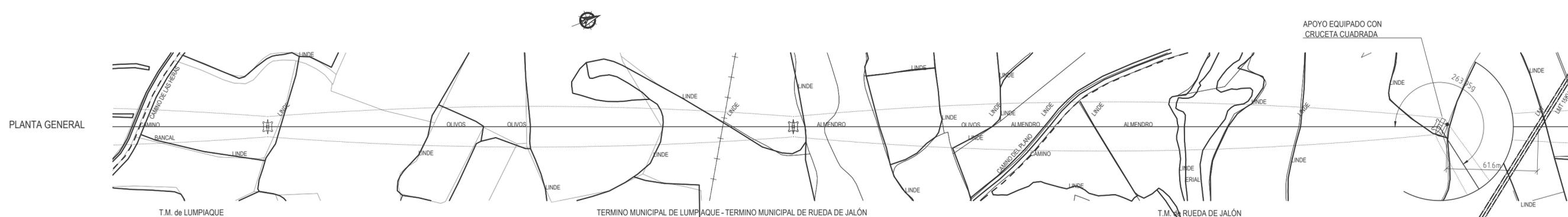
|             |         |     |
|-------------|---------|-----|
| Dibujado:   | 10/2022 | JCR |
| Comprobado: | 10/2022 | ALM |
| Aprobado:   | 10/2022 | RFB |

PERFIL Y PLANTA  
ENTRE PÓRTICO SET RUEDA ESTE Y N°SC3

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISOADO n°: 060722. Fecha: 04/11/2022. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVHPKZTUQHLLTB5 Autenticidad verificable a través de la página: https://gsbdocuments.icai.es/ValidarCSV.aspx



|                    |   |   |  |                                      |                                       |  |
|--------------------|---|---|--|--------------------------------------|---------------------------------------|--|
| COORD. GEOGRAFICAS | Long. -1° 18' 14,9" Lat. 41° 38' 19,8"      |   | Long. -1° 18' 9,0" Lat. 41° 38' 30,5"        |                                      | Long. -1° 18' 1,8" Lat. 41° 38' 43,6" |  |
| COORDENADAS U.T.M. | X=641.248<br>Y=4.611.149<br>Z=328.13        | X=641.377<br>Y=4.611.480<br>Z=328.51        | X=641.536<br>Y=4.611.888<br>Z=324.07         | X=641.604<br>Y=4.611.901<br>Z=324.35 |                                       |  |
| DISTANCIA A ORIGEN | 4.725,8                                     | 5.081,5                                     | 5.518,6                                      |                                      |                                       |  |
| CLASE DE TERRENO   | CAMINO                                      |   | CAMINO                                       |                                      |                                       |  |
| TIPO APOYOS        | AL-S CO-24/12000<br>N388DC D=3.3 E=3 CS-220 | AL-S CO-24/12000<br>N388DC D=3.3 E=3 CS-220 | AG-AM IC-25/55000<br>N2DC D=4.9 E=3.5 CA-220 |                                      |                                       |  |
| VANOS Y N° APOYOS  | DC7   | DC8   | DC9  |                                      |                                       |  |
| ALINEACIONES       | ALINEACION N°9 DE 1.152,6m.                 |   |  |                                      |                                       |  |



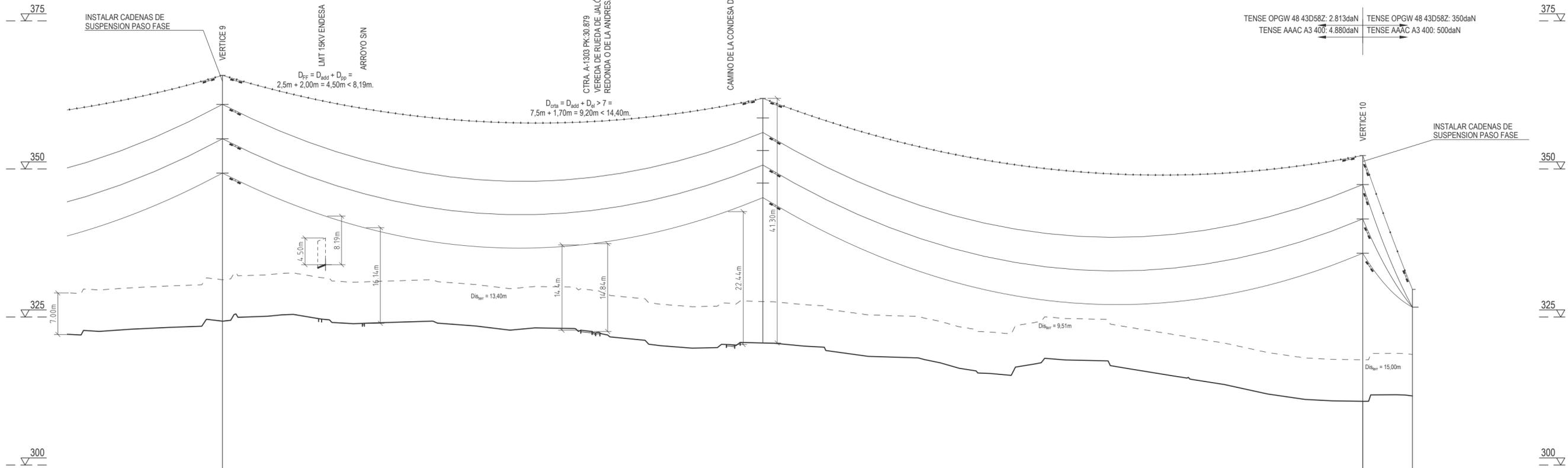
LAAT 220 KV SC  
SET RUEDA OESTE 220/30KV-SET PRE-RUEDA 400/220KV  
ZARAGOZA

|            |                      |
|------------|----------------------|
| Escala:    | H:1/2.000<br>V:1/500 |
| Revisión:  | 02                   |
| Hoja:      | 03.7                 |
| Siguiente: | 03.8                 |
| Código:    | FE-21000034          |

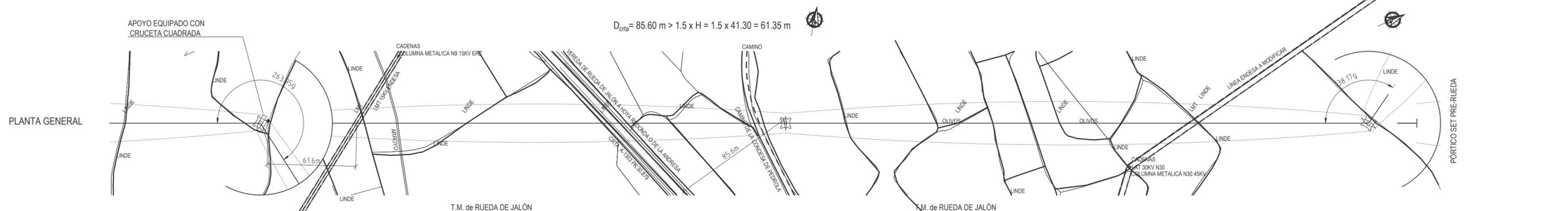
|             |         |     |
|-------------|---------|-----|
| Dibujado:   | 10/2022 | JCR |
| Comprobado: | 10/2022 | ALM |
| Aprobado:   | 10/2022 | RFB |

PERFIL Y PLANTA  
ENTRE PÓRTICO SET RUEDA ESTE Y N°SC3

D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS  
INGENIERO DEL ICAI COL. N° 1813/1024  
*RFB*



|                    |  |                                      |   |                                      |   |                                      |
|--------------------|--|--------------------------------------|---|--------------------------------------|---|--------------------------------------|
| COOR. GEOGRAFICAS  | Long. -1° 18' 1,8" Lat. 41° 38' 43,6"        |                                      | Long. -1° 17' 46,3" Lat. 41° 38' 45,7"      |                                      | Long. -1° 17' 29,0" Lat. 41° 38' 48,9"    |                                      |
| COORDENADAS U.T.M. | X=641.536<br>Y=4.611.888<br>Z=324.07         | X=641.777<br>Y=4.611.901<br>Z=324.35 | X=641.777<br>Y=4.611.935<br>Z=322.43        | X=641.783<br>Y=4.611.937<br>Z=322.11 | X=641.894<br>Y=4.611.959<br>Z=320.39      | X=642.292<br>Y=4.612.037<br>Z=310.54 |
| DISTANCIA A ORIGEN | 5.518,6                                      |                                      | 5.883,8                                     |                                      | 6.289,2                                   |                                      |
| CLASE DE TERRENO   | CAMINO                                       |                                      | CAMINO                                      |                                      | CAMINO                                    |                                      |
| TIPO APOYOS        | AG-AM IC-25/55000<br>N2DC D=4.9 E=3.5 CA-220 |                                      | AL-S CO-27/27000<br>N388DC D=3.3 E=3 CS-220 |                                      | FL IC-25/55000<br>N2DC D=4.9 E=3.5 CA-220 |                                      |
| VANOS Y N° APOYOS  | DC9 365,2                                    |                                      | DC10 405,4                                  |                                      | DC11 33,6                                 |                                      |
| ALINEACIONES       | ALINEACION N°10DE 770,7m.                    |                                      | ALINEACION N°10DE 770,7m.                   |                                      | ALINEACION N°10DE 770,7m.                 |                                      |



**Grupo Sisener Ingenieros**

LAAT 220 KV SC  
SET RUEDA OESTE 220/30kv-SET PRE-RUEDA 400/220KV  
ZARAGOZA

Escala: H:1/2.000  
V:1/500

Revisión: 02

Hoja: 03.8

Siguiente: -

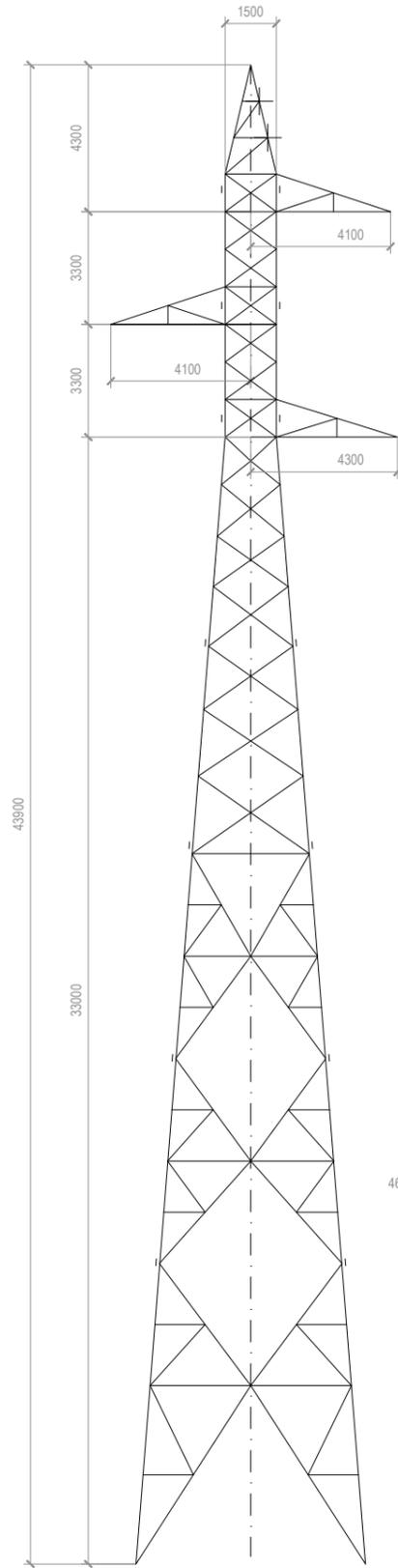
Código: FE-21000034

|             |         |     |
|-------------|---------|-----|
| Dibujado:   | 10/2022 | JCR |
| Comprobado: | 10/2022 | ALM |
| Aprobado:   | 10/2022 | RFB |

D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS  
INGENIERO DEL ICAI COL. N° 1813/1024

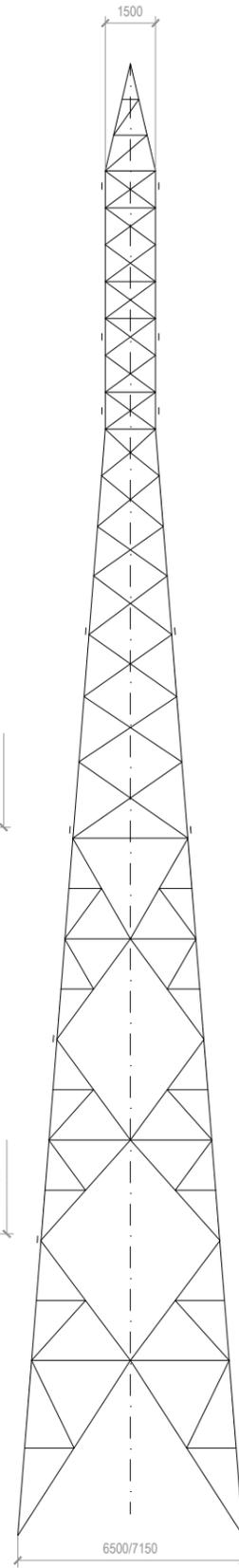
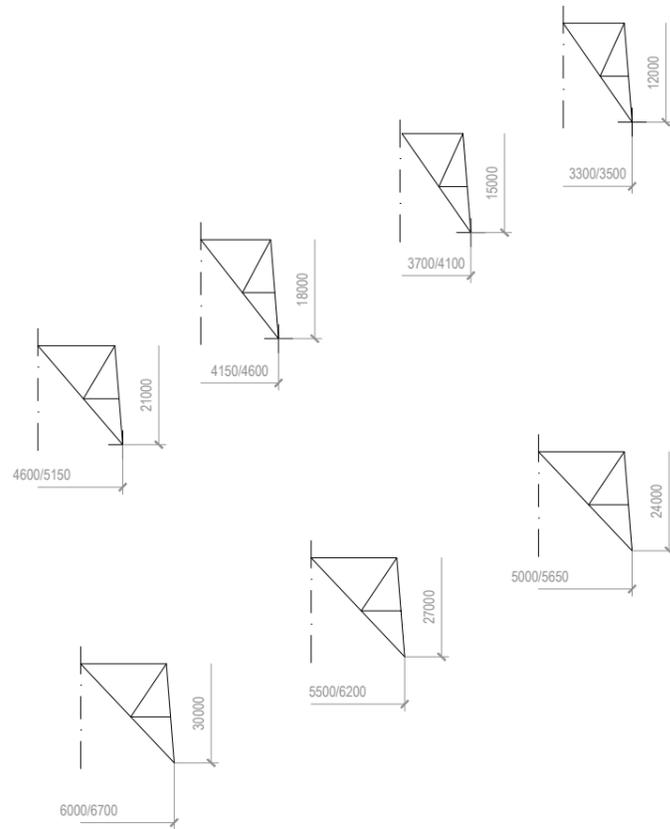
RFB

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO n°: 080722. Fecha: 04/11/2022. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVHPKZTUQHLLTB5 Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icaicol.com/validarCSV.aspx



CARA FRONTAL

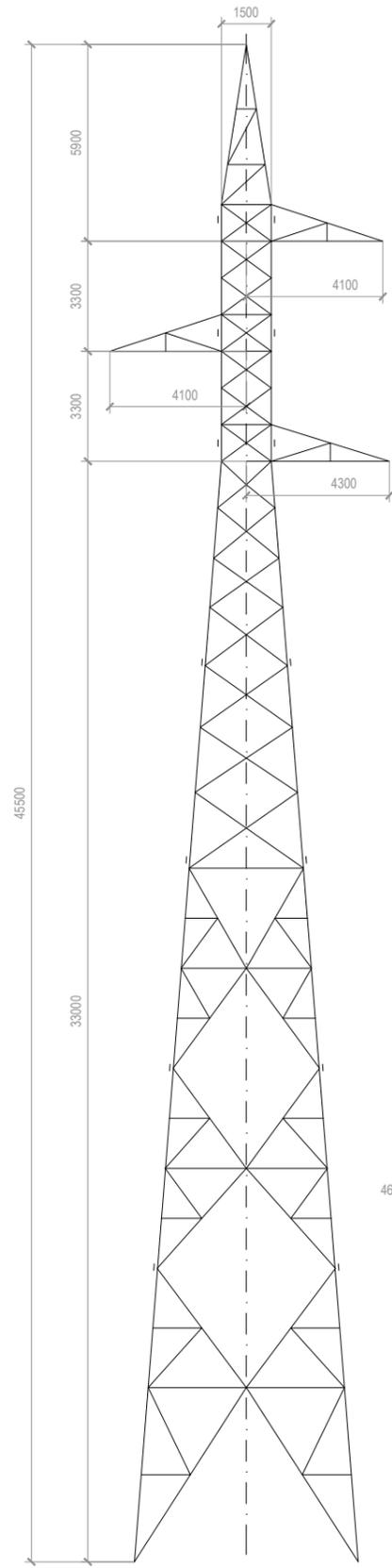
D.M.G. = 8.075mm  
 D<sub>MIN</sub> = 6.600mm



CARA LATERAL

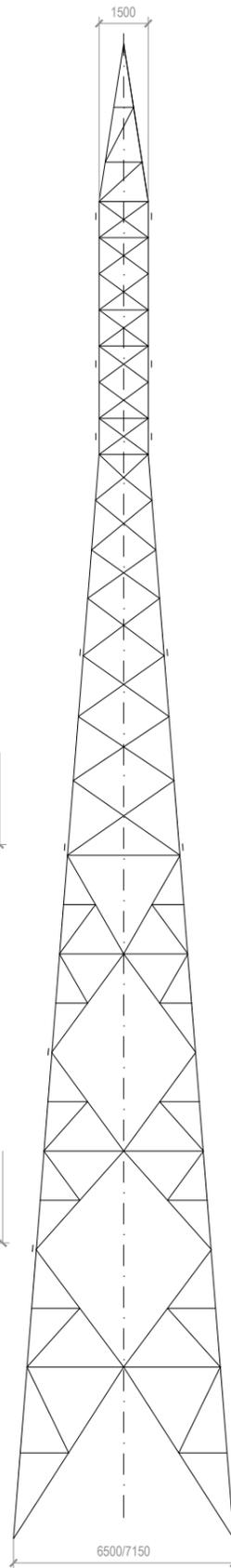
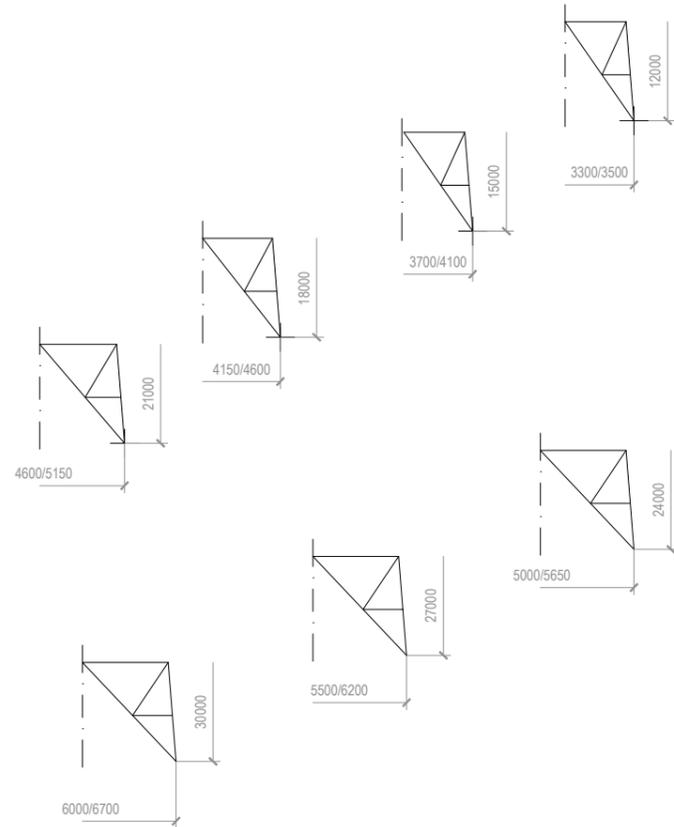
D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS  
 INGENIERO DEL ICAI COL. Nº 1813/1024

|                                     |  |   |                     |
|-------------------------------------|--|---|---------------------|
| <br><b>Grupo Sisener Ingenieros</b> | LAAT 220 KV SC<br>SET RUEDA OESTE 220/30KV-SET PRE-RUEDA 400/220KV<br>ZARAGOZA |   | Escala: 1/200       |
|                                     | Fecha: 10/2022<br>Nombre: ALM  | APOYOS METALICOS DE CELOSIA TIPO<br>CONDOR CON ARMADO S1561 |                     |
| Comprobado: 10/2022<br>Nombre: ALM  |  |   | Código: FE-21000034 |
| Aprobado: 10/2022<br>Nombre: RFB    |  |   |                     |



CARA FRONTAL

D.M.G. = 8.076mm  
 D<sub>MIN</sub> = 6.603mm



CARA LATERAL

D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS  
 INGENIERO DEL ICAI COL. N° 1813/1024

*RFB*



LAAT 220 KV SC  
 SET RUEDA OESTE 220/30KV-SET PRE-RUEDA 400/220KV  
 ZARAGOZA

Escala: 1/200

Revisión: 00

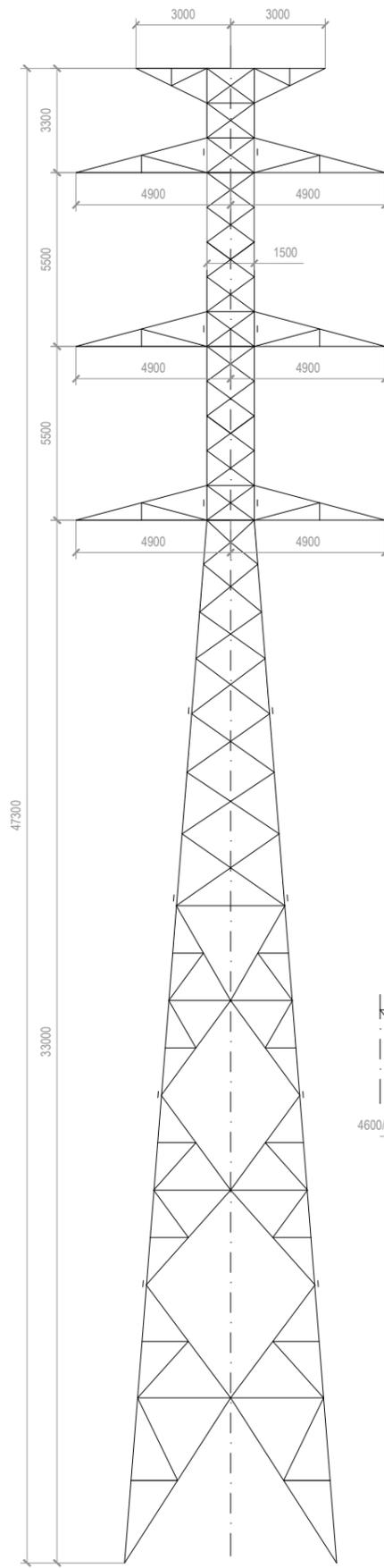
Hoja: 05.2

Siguiente: 05.3

Código: FE-21000034

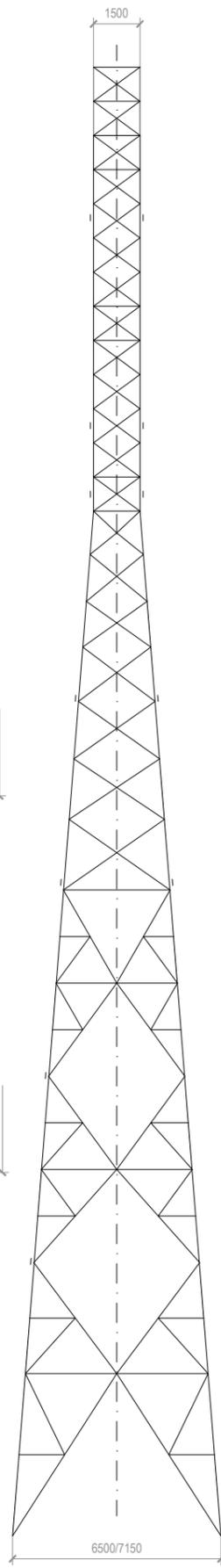
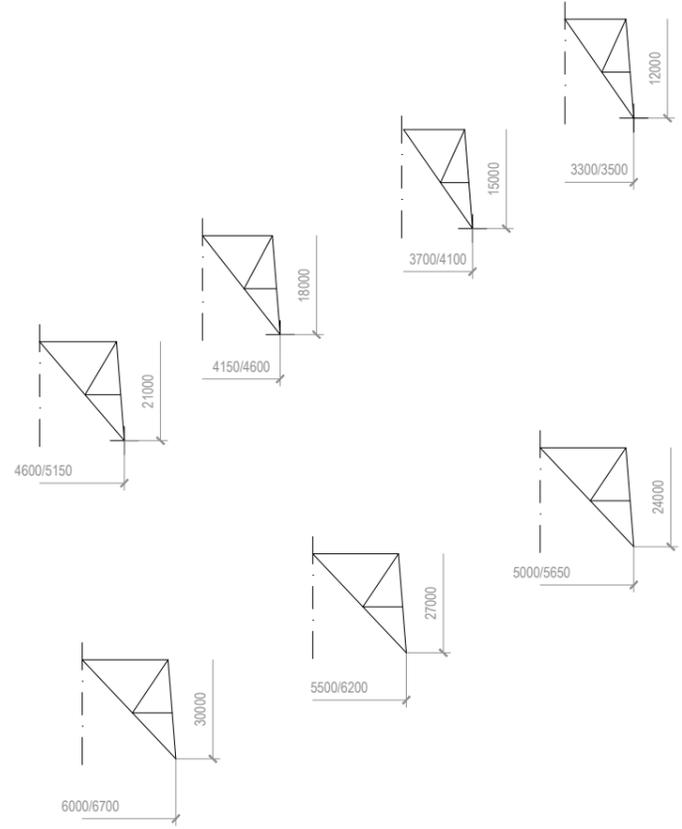
|             | Fecha:  | Nombre: |
|-------------|---------|---------|
| Dibujado:   | 10/2022 | ALM     |
| Comprobado: | 10/2022 | ALM     |
| Aprobado:   | 10/2022 | RFB     |

APOYOS METALICOS DE CELOSIA TIPO  
 CONDOR CON ARMADO S1563



CARA FRONTAL

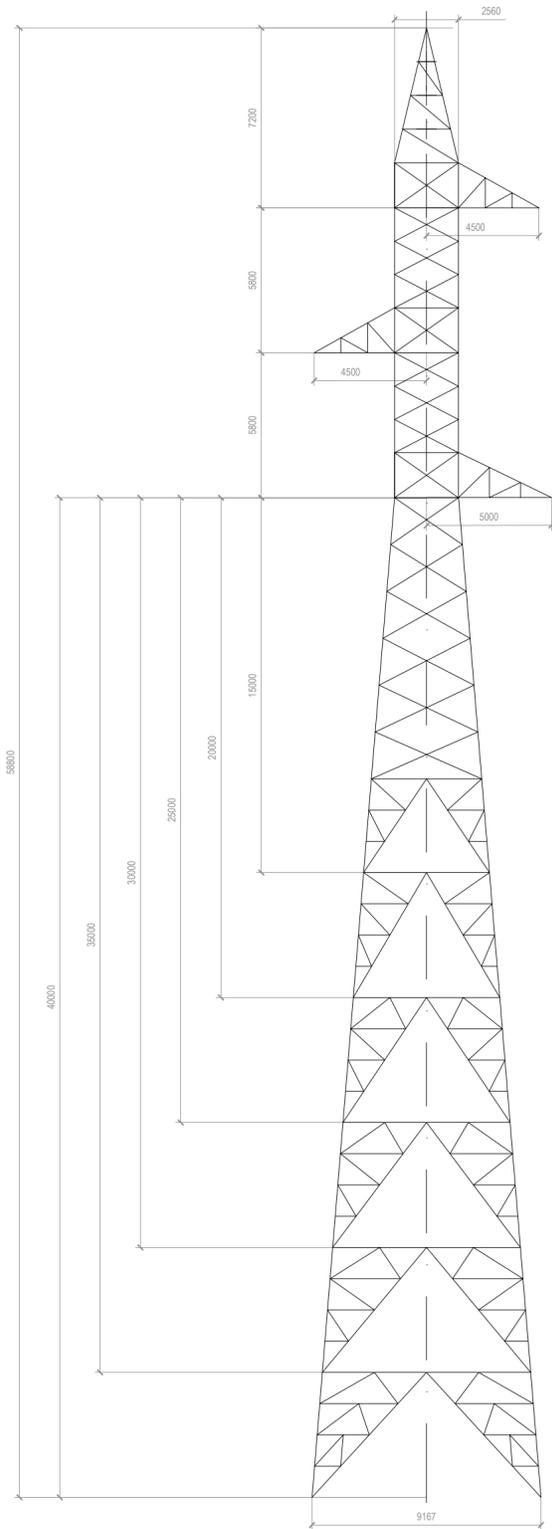
D.M.G. = 5.785 mm  
 D<sub>MÍN</sub> = 5.500 mm



CARA LATERAL

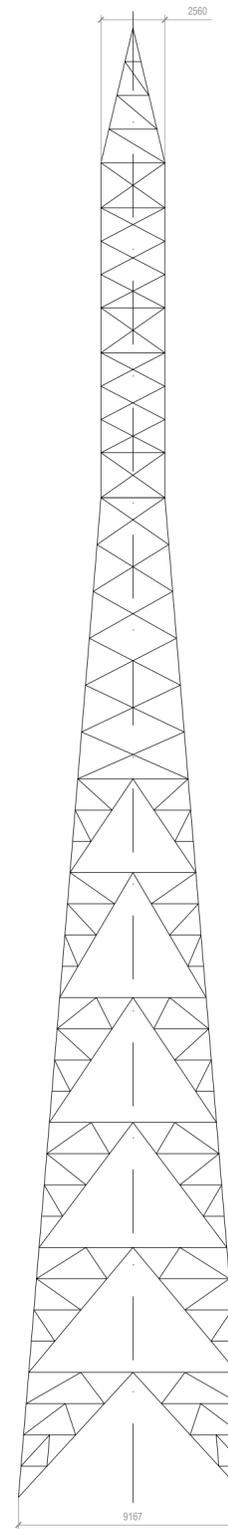
D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS  
 INGENIERO DEL ICAI COL. N° 1813/1024

|                                     |  |  |               |
|-------------------------------------|--|--|---------------|
| <br><b>Grupo Sisener Ingenieros</b> | LAAT 220 KV SC<br>SET RUEDA OESTE 220/30KV-SET PRE-RUEDA 400/220KV<br>ZARAGOZA |  | Escala: 1/200 |
|                                     | Fecha: 10/2022<br>Nombre: ALM  | APOYOS METALICOS DE CELOSIA TIPO<br>CONDOR CON ARMADO N388DC D=3,3 E=3 |               |
| Comprobado: 10/2022<br>ALM          | Aprobado: 10/2022<br>RFB   |  |               |



CARA FRONTAL

D.M.G. = 5.880 mm  
 $D_{MIN} = 5.822$  mm



CARA LATERAL



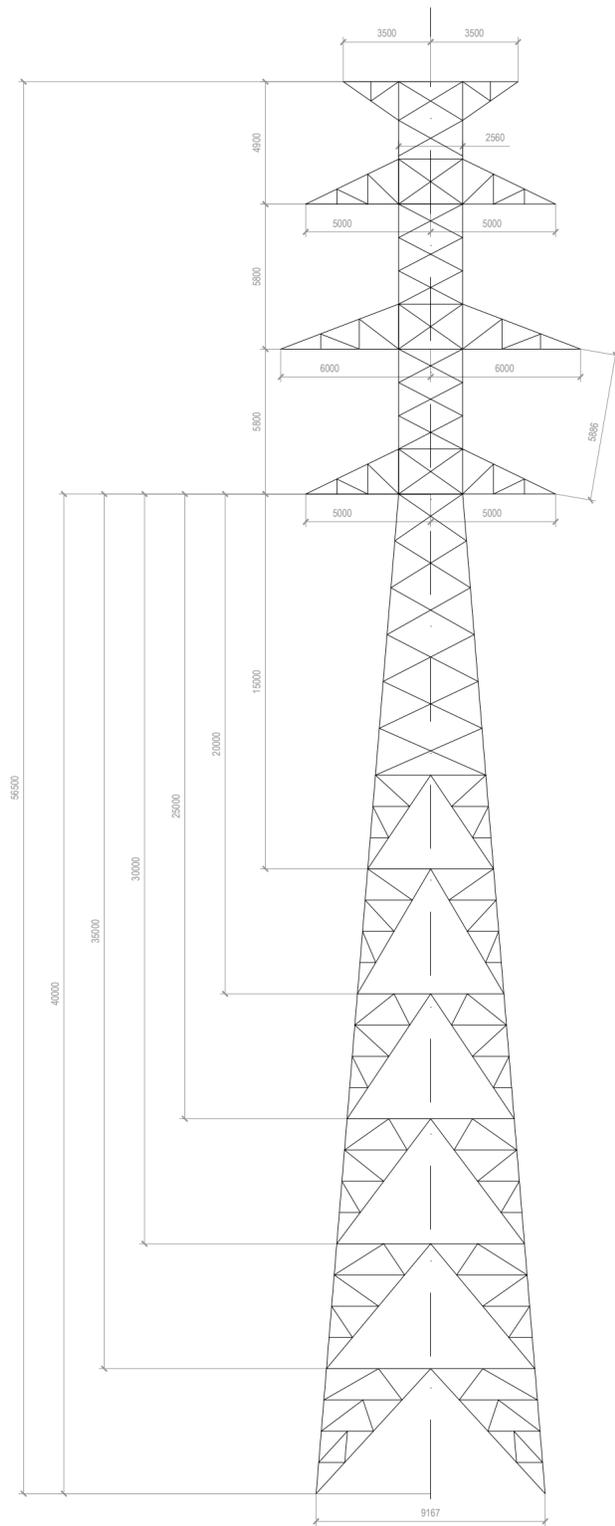
LAAT 220 KV SC  
 SET RUEDA OESTE 220/30KV-SET PRE-RUEDA 400/220KV  
 ZARAGOZA

|            |             |
|------------|-------------|
| Escala:    | 1/200       |
| Revisión:  | 00          |
| Hoja:      | 5.4         |
| Siguiente: | 5.5         |
| Código:    | FE-21000034 |

D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS  
 INGENIERO DEL ICAI COL. N° 1813/1024

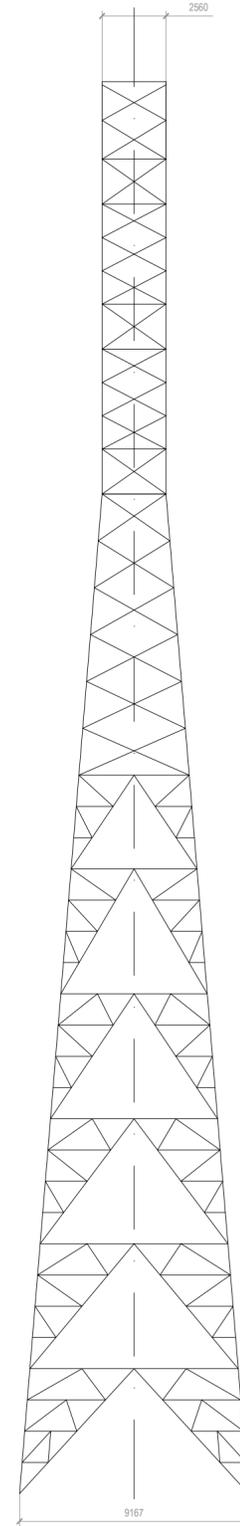
|             | Fecha:  | Nombre: |
|-------------|---------|---------|
| Dibujado:   | 10/2022 | ALM     |
| Comprobado: | 10/2022 | ALM     |
| Aprobado:   | 10/2022 | RFB     |

APOYOS METÁLICOS DE CELOSIA TIPO  
 ICARO CON ARMADO S1C



CARA FRONTAL

D.M.G. = 6.044 mm  
 $D_{\text{mín}} = 5.822 \text{ mm}$



CARA LATERAL



LAAT 220 KV SC  
 SET RUEDA OESTE 220/30KV-SET PRE-RUEDA 400/220KV  
 ZARAGOZA

Escala: 1/200

Revisión: 00

Hoja: 5.5

Siguiente: -

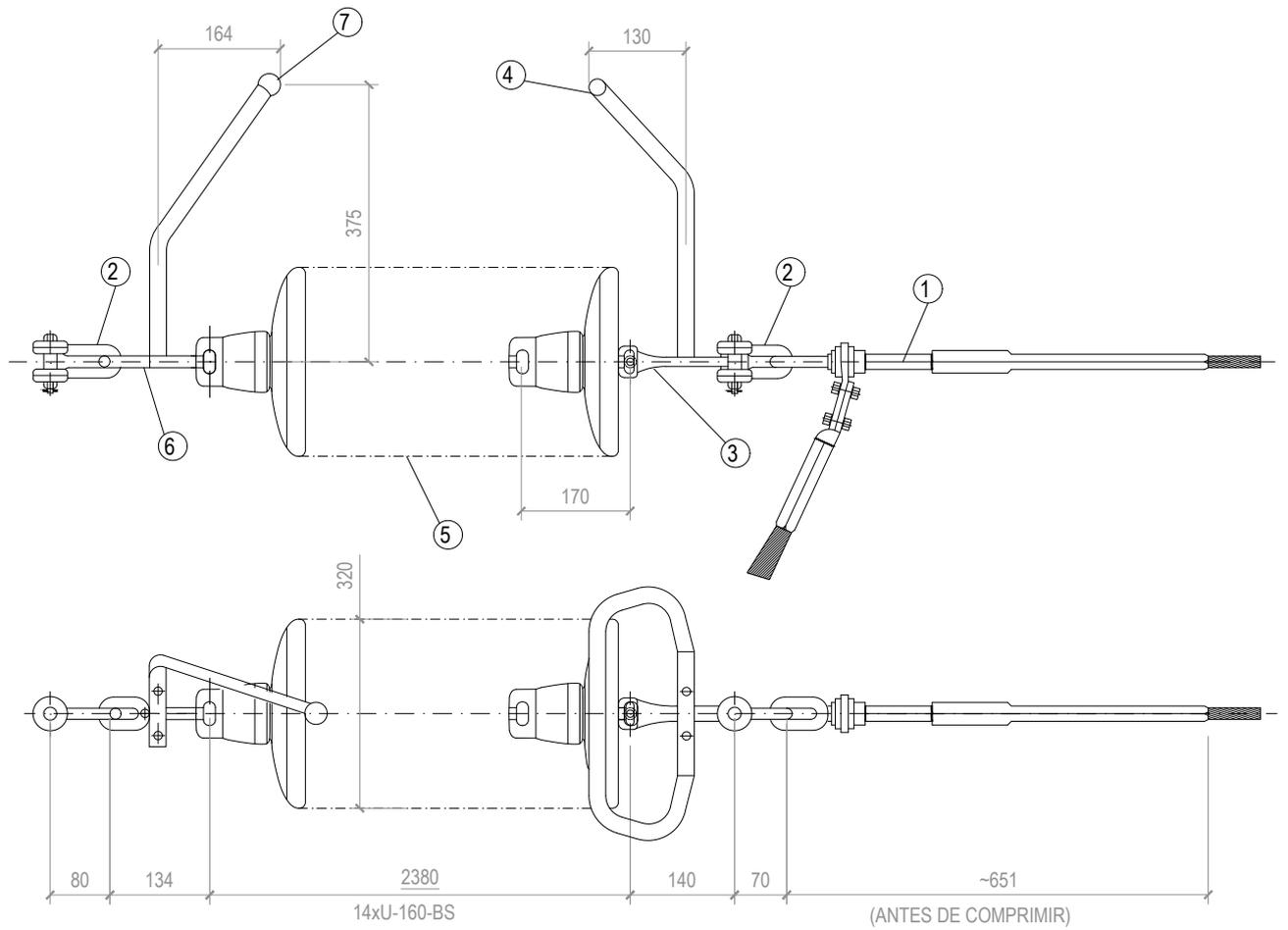
Código: FE-21000034

D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS  
 INGENIERO DEL ICAI COL. N° 1813/1024

*RFB*

|             | Fecha:  | Nombre: |
|-------------|---------|---------|
| Dibujado:   | 10/2022 | ALM     |
| Comprobado: | 10/2022 | ALM     |
| Aprobado:   | 10/2022 | RFB     |

APOYOS METÁLICOS DE CELOSIA TIPO  
 ICARO CON ARMADO N2DC D=4,9 E=3,5



PESO APROXIMADO: 132,45 kg  
 CARGA ROTURA MINIMA DE LA CADENA: 16.000 daN  
 TENSION SOPORTADA A FRECUENCIA INDUSTRIAL EN SECO: 675 kV  
 TENSION SOPORTADA A FRECUENCIA INDUSTRIAL BAJO LLUVIA: 520 kV  
 TENSION SOPORTADA A IMPULSO TIPO RAYO 1,2/50  $\mu$ s: 1095 kV  
 LINEA DE FUGA: 5320 mm  
 LONGITUD APROX: 2468 mm

| POS. | CODIGO      | DENOMINACION                                   | CANT. |
|------|-------------|--|-------|
| 1    |             | GRAPA AMARRE COMPRESION PARA CABLE AAAC A3 400 | 1     |
| 2    | N-241031    | GRILLETE NORMAL RECTO GN-20 / TORNILLO M-18    | 2     |
| 3    | R-42631     | ROTULA LARGA PARA PROTECCION RP-20             | 1     |
| 4    | P43135      | DESCARGADOR AMARRE SIMPLEX INFERIOR 220KV      | 1     |
| 5    | -           | AISLADOR VIDRIO U-160-BS                       | 16    |
| 6    | N-242079/60 | ANILLA BOLA PARA PROTECCION AB-20P             | 1     |
| 7    | P21114      | DESCARGADOR AMARRE SUPERIOR 220KV              | 1     |

D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS  
 INGENIERO DEL ICAI COL. Nº 1813/1024

LAAT 220 KV SC  
 SET RUEDA OESTE 220/30KV-SET PRE-RUEDA 400/220KV  
 ZARAGOZA

Escala: S/E

Revisión: 00

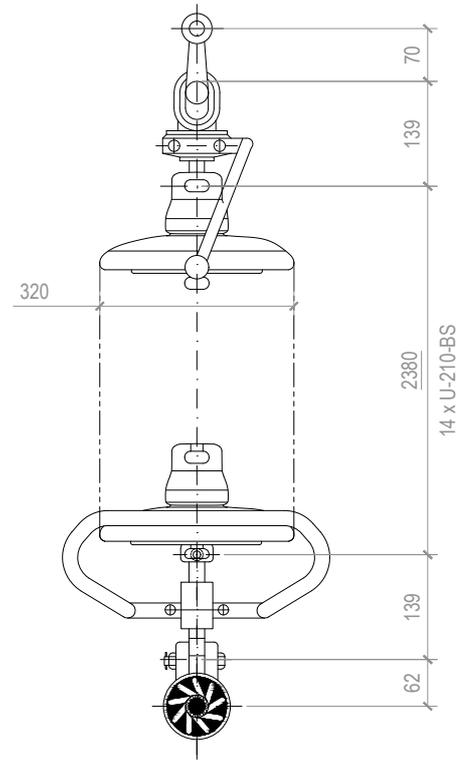
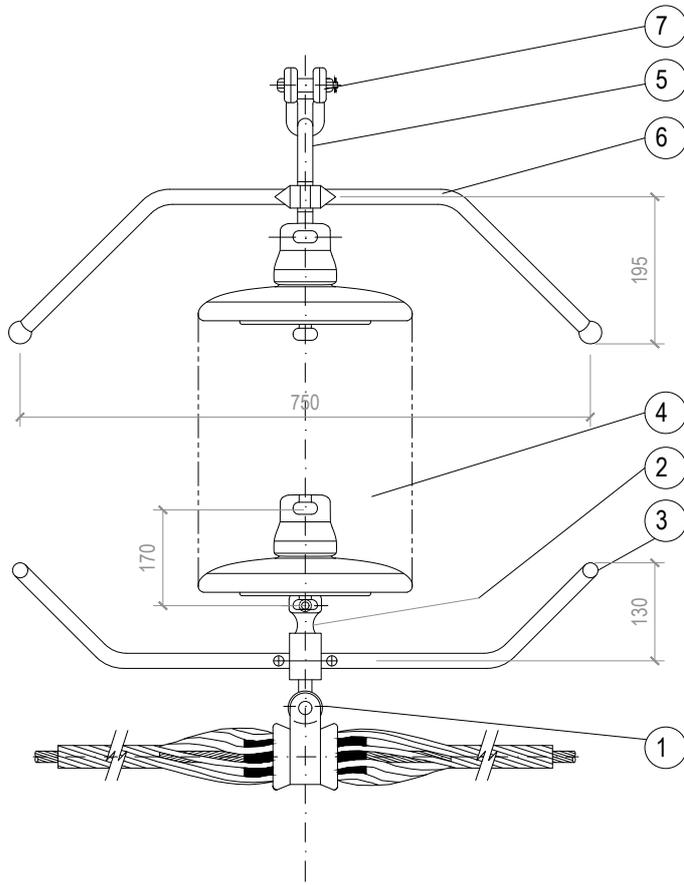
Hoja: 06.1

Siguiente: 06.2

Código: FE-21000034

|             | Fecha:  | Nombre: |
|-------------|---------|---------|
| Dibujado:   | 10/2022 | ALM     |
| Comprobado: | 10/2022 | ALM     |
| Aprobado:   | 10/2022 | RFB     |

CADENAS DE AMARRE 220 kV AAAC-A3-400



PESO APROXIMADO: 136.0 kg  
 CARGA ROTURA MINIMA DE LA CADENA: 16.000 daN  
 TENSION SOPORTADA A FRECUENCIA INDUSTRIAL EN SECO: 678 kV  
 TENSION SOPORTADA A FRECUENCIA INDUSTRIAL BAJO LLUVIA: 510 kV  
 TENSION SOPORTADA A IMPULSO TIPO RAYO 1,2/50  $\mu$ s: 1095 kV  
 LINEA DE FUGA: 5320 mm  
 LONGITUD APROX. 2454 mm

| POS. | CODIGO      | DENOMINACION   | CANT. |
|------|-------------|--|-------|
| 1    |             | GRAPA SUSPENSION ARMADA (GAS) PARA CABLE AAAC A3 400 | 1     |
| 2    | N-243181/16 | ROTULA LARGA PARA PROTECCION RP-16/17,5              | 1     |
| 3    | P33135x2    | DESCARGADOR SUSPENSION SIMPLEX INFERIOR 220KV        | 1     |
| 4    | -           | AISLADOR VIDRIO U-160-BS                             | 14    |
| 5    | N-242043    | ANILLA BOLA PARA PROTECCION AB-16P                   | 1     |
| 6    | P11114x2    | DESCARGADOR SUSPENSION SUPERIOR 220KV                | 1     |
| 7    | N-241030    | GRILLETE NORMAL RECTO GN-16 UNESA                    | 1     |

D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS  
 INGENIERO DEL ICAI COL. Nº 1813/1024

**FEMTAB**  
 Grupo Sisener Ingenieros

LAAT 220 KV SC  
 SET RUEDA OESTE 220/30KV-SET PRE-RUEDA 400/220KV  
 ZARAGOZA

Escala: S/E

Revisión: 00

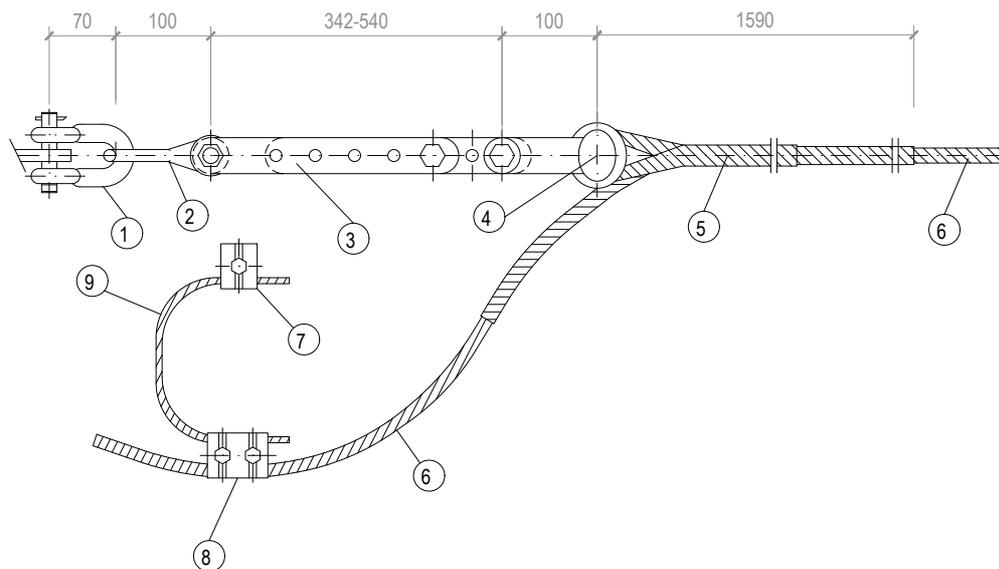
Hoja: 06.2

Siguiete: 06.3

Código:  
 FE-21000034

|             | Fecha:  | Nombre: |
|-------------|---------|---------|
| Dibujado:   | 10/2022 | ALM     |
| Comprobado: | 10/2022 | ALM     |
| Aprobado:   | 10/2022 | RFB     |

CADENAS SUSPENSION 220 kV AAAC A3 400



PESO APROXIMADO: 9,6 kg  
 CARGA ROTURA MINIMA DE LA CADENA: 12.500 daN  
 CARGA ROTURA MINIMA DEL PREFORMADO: 90% CARGA ROTURA CABLE OPGW

| POS. | CODIGO   | DENOMINACION                                     | CANT. |
|------|----------|--|-------|
| 1    | N-241030 | GRILLETE NORMAL RECTO GN-16 UNESA                | 1     |
| 2    | 2129     | ESLABON REVIRADO ER-16                           | 1     |
| 3    | 249026   | TENSOR CORREDERA AR-701                          | 1     |
| 4    | SW1121   | HORQUILLA GUARDACABOS HG-16                      | 1     |
| 5    | --       | RETENCION PREF. AMARRE CABLE OPGW 14,30 mm       | 1     |
| 6    | --       | CABLE DE FIBRA OPTICA OPGW 48 FIBRAS 43G58Z      | -     |
| 7    | 230013/2 | GRAPA CONEXION SENCILLA PARA CABLE ALUMINIO      | 1     |
| 8    | 259111   | GRAPA CONEXION UNIVERSAL PARALELA CABLE ALUMINIO | 1     |
| 9    | --       | CABLE AL-AC LA-56                                | 1m    |

D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS  
 INGENIERO DEL ICAI COL. N° 1813/1024



LAAT 220 KV SC  
 SET RUEDA OESTE 220/30kV-SET PRE-RUEDA 400/220kV  
 ZARAGOZA

Escala: S/E



Revisión: 00

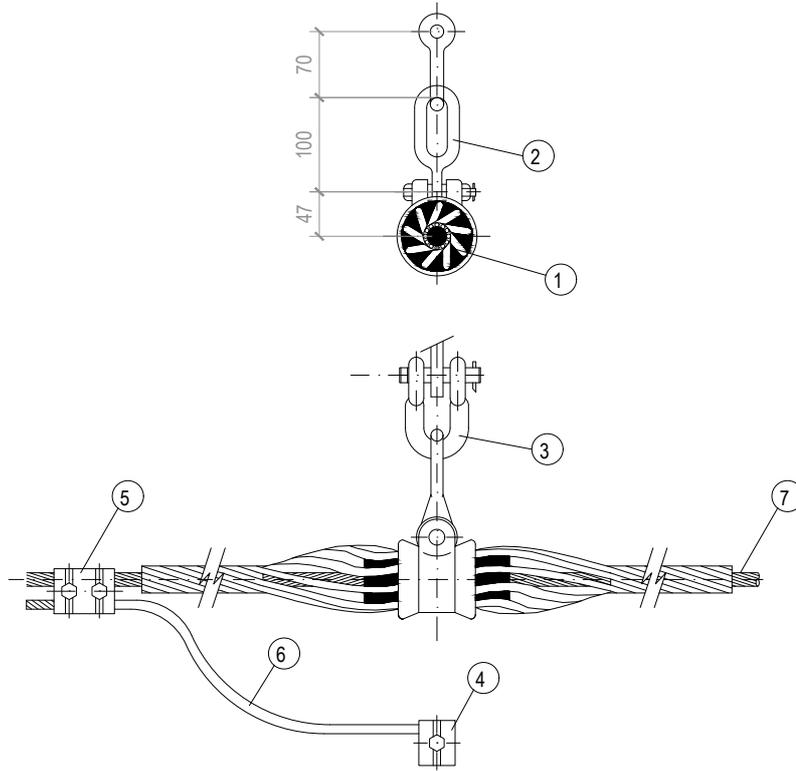
Hoja: 06.3

Siguiente: 06.4

Código: FE-21000034

|             | Fecha:  | Nombre: |
|-------------|---------|---------|
| Dibujado:   | 10/2022 | ALM     |
| Comprobado: | 10/2022 | ALM     |
| Aprobado:   | 10/2022 | RFB     |

CADENAS AMARRE OPGW 48 43D58Z



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

| POS. | CODIGO   | DENOMINACION                                     | CANT. |
|------|----------|--|-------|
| 1    | S90417 L | GRAPA GSA PARA CABLE OPGW 43D58Z                 | 1     |
| 2    | 2129     | ESLABON REVIRADO ER-16                           | 1     |
| 3    | N-241030 | GRILLETE NORMAL RECTO GN-16 UNESA                | 1     |
| 4    | 230013/2 | GRAPA CONEXION SENCILLA PARA CABLE ALUMINIO      | 1     |
| 5    | 259111   | GRAPA CONEXION UNIVERSAL PARALELA CABLE ALUMINIO | 1     |
| 6    | --       | CABLE AL-AC LA-56                                | 1 m   |
| 7    | --       | CABLE DE FIBRA OPTICA OPGW 48 43D58Z             | -     |

D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS  
 INGENIERO DEL ICAI COL. N° 1813/1024

**FEMTAB**  
 Grupo **Sisener Ingenieros**

LAAT 220 KV SC  
 SET RUEDA OESTE 220/30kV-SET PRE-RUEDA 400/220kV  
 ZARAGOZA

Escala: S/E

Revisión: 00

Hoja: 06.4

Siguiente: -

Código:  
 FE-21000034

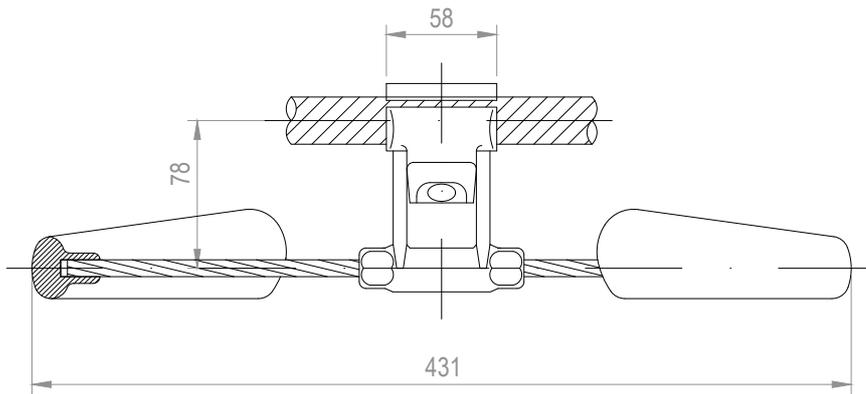
Fecha: Nombre:

Dibujado: 10/2022 ALM

Comprobado: 10/2022 ALM

Aprobado: 10/2022 RFB

CADENAS SUSPENSIÓN OPGW 48 43D58Z



D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS  
INGENIERO DEL ICAI COL. N° 1813/1024

  
**Grupo Sisener Ingenieros**

LAAT 220 KV SC  
SET RUEDA OESTE 220/30KV-SET PRE-RUEDA 400/220KV  
ZARAGOZA

Escala: S/E  


Revisión: 00

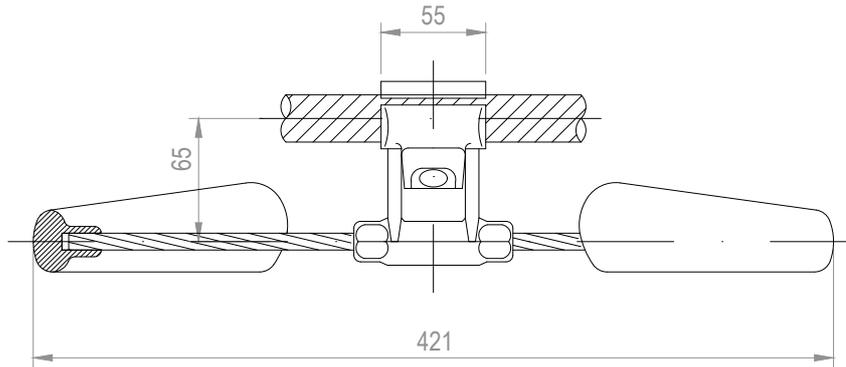
Hoja: 07.1

Siguiente: 07.2

Código: FE-21000034

|             | Fecha:  | Nombre: |
|-------------|---------|---------|
| Dibujado:   | 10/2022 | ALM     |
| Comprobado: | 10/2022 | ALM     |
| Aprobado:   | 10/2022 | RFB     |

AMORTIGUADOR Stockbridge AAAC A3 400



D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS  
INGENIERO DEL ICAI COL. N° 1813/1024

  
**Grupo Sisener Ingenieros**

LAAT 220 KV SC  
SET RUEDA OESTE 220/30KV-SET PRE-RUEDA 400/220KV  
ZARAGOZA

Escala: S/E  


Revisión: 00

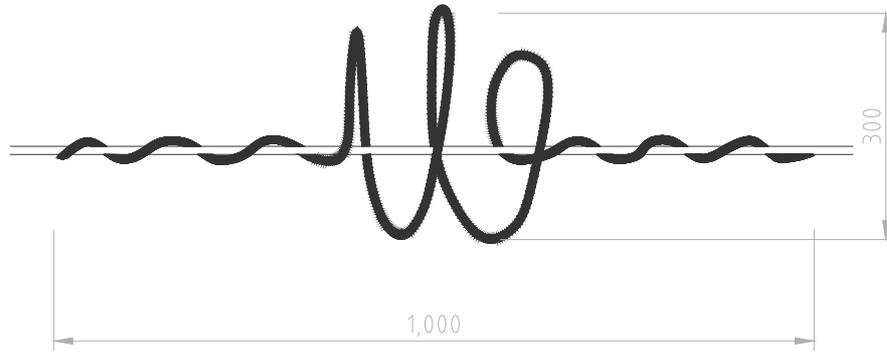
Hoja: 07.2

Siguiente: -

Código: FE-21000034

|             | Fecha:  | Nombre: |
|-------------|---------|---------|
| Dibujado:   | 10/2022 | ALM     |
| Comprobado: | 10/2022 | ALM     |
| Aprobado:   | 10/2022 | RFB     |

AMORTIGUADOR OPGW 48 43D58Z



NOTAS:

- EL COLOR DE LA ESPIRAL SERÁ NARANJA O BLANCO.
- TIPO DE SALVAPÁJAROS INDICADO EN LA DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS  
INGENIERO DEL ICAI COL. Nº 1813/1024



LAT 220 KV SC  
SET RUEDA OESTE 220/30KV-SET PRE-RUEDA 400/220KV  
ZARAGOZA

Escala: S/E

Revisión: 00

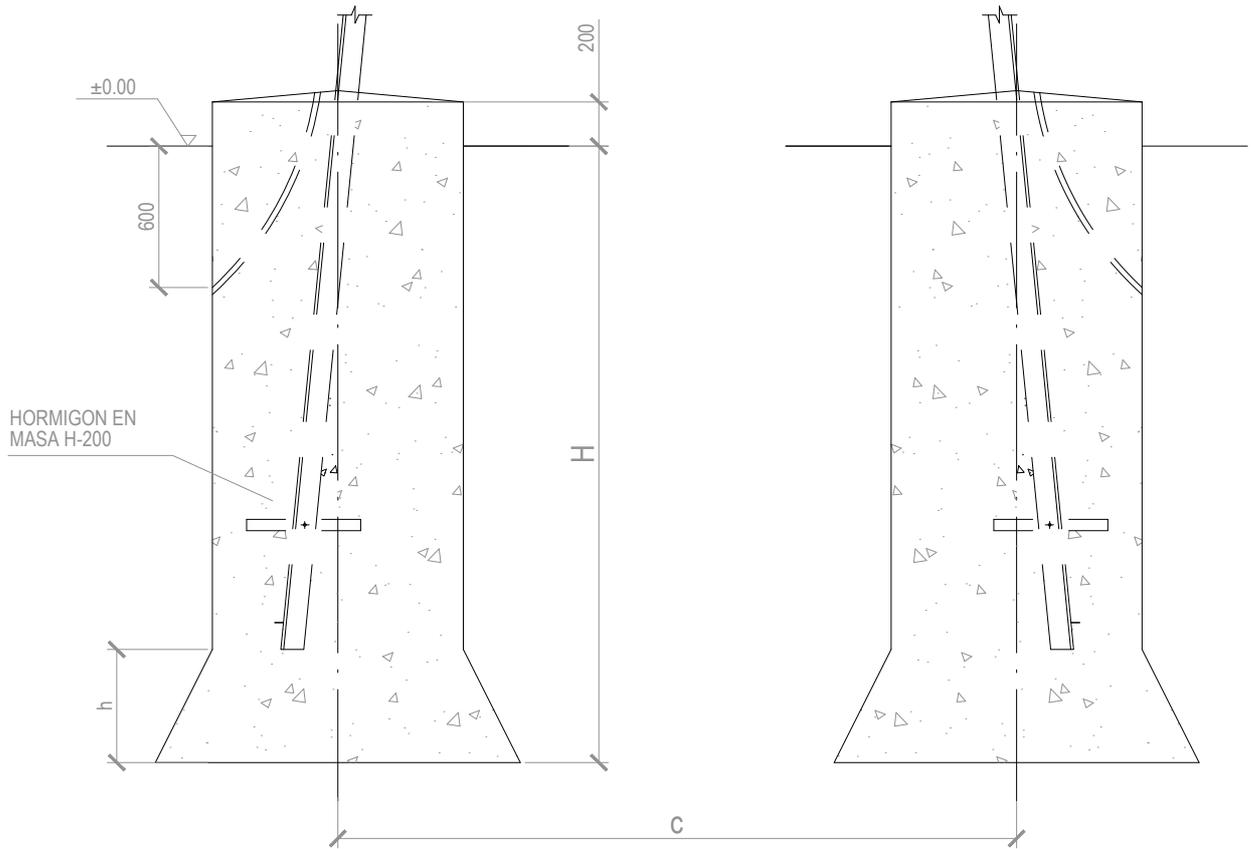
Hoja: 08

Siguiente: -

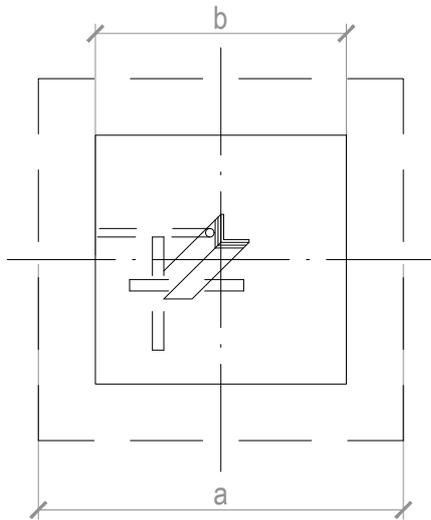
Código: FE-21000034

|             | Fecha:  | Nombre: |
|-------------|---------|---------|
| Dibujado:   | 10/2022 | ALM     |
| Comprobado: | 10/2022 | ALM     |
| Aprobado:   | 10/2022 | RFB     |

DISPOSITIVO SALVAPAJAROS



ALZADO



PLANTA

D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS  
INGENIERO DEL ICAI COL. Nº 1813/1024




LAAT 220 KV SC  
SET RUEDA OESTE 220/30KV-SET PRE-RUEDA 400/220KV  
ZARAGOZA

Escala: S/E

Revisión: 00

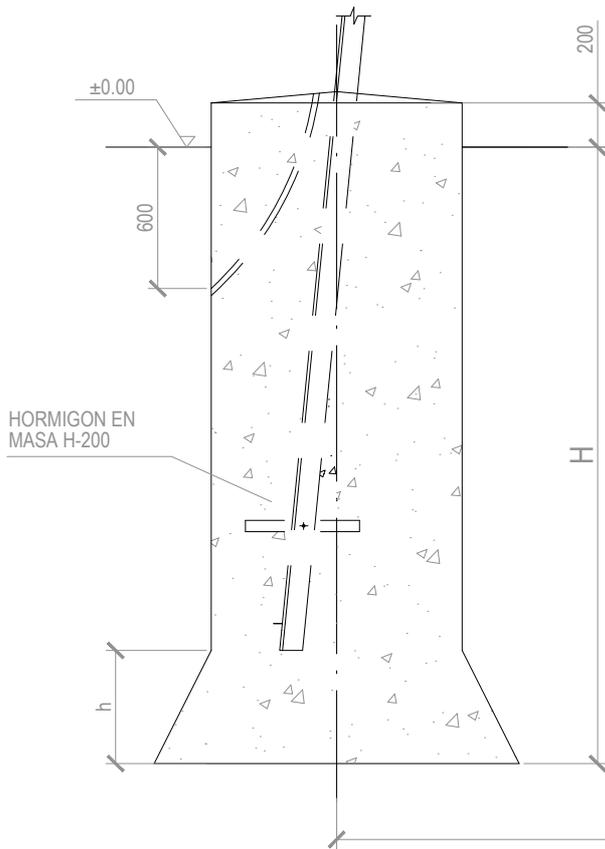
Hoja: 09.1

Siguiente: 09.2

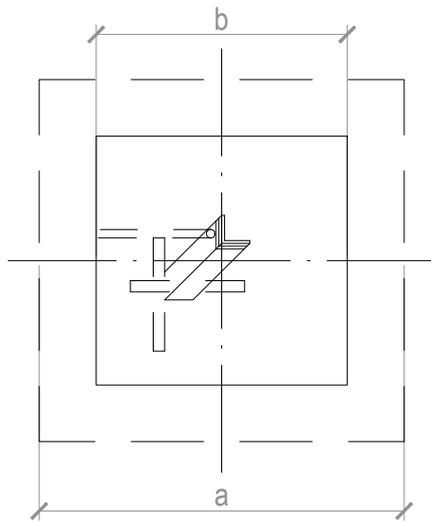
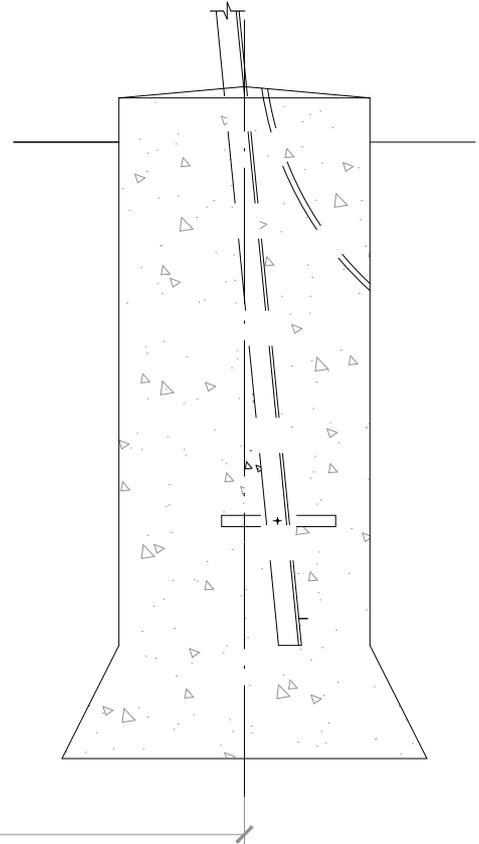
Código: FE-21000034

|             | Fecha:  | Nombre: |
|-------------|---------|---------|
| Dibujado:   | 10/2022 | ALM     |
| Comprobado: | 10/2022 | ALM     |
| Aprobado:   | 10/2022 | RFB     |

CIMENTACIONES APOYO TIPO CONDOR



ALZADO



PLANTA

D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS  
INGENIERO DEL ICAI COL. Nº 1813/1024



LAAT 220 KV SC  
SET RUEDA OESTE 220/30KV-SET PRE-RUEDA 400/220KV  
ZARAGOZA

Escala: S/E  
☐ ⊙

Revisión: 00

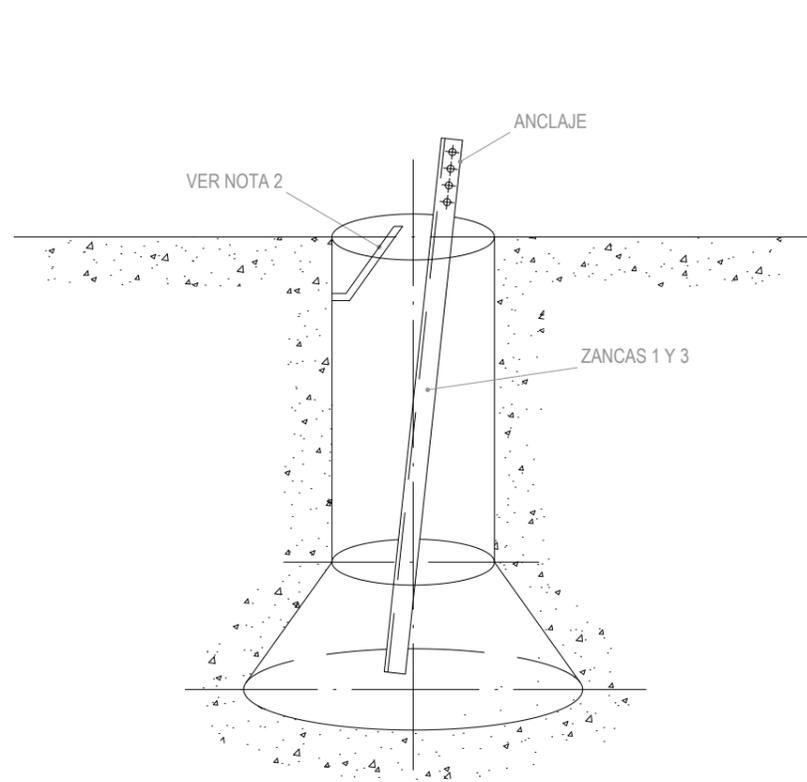
Hoja: 09.2

Siguiente: -

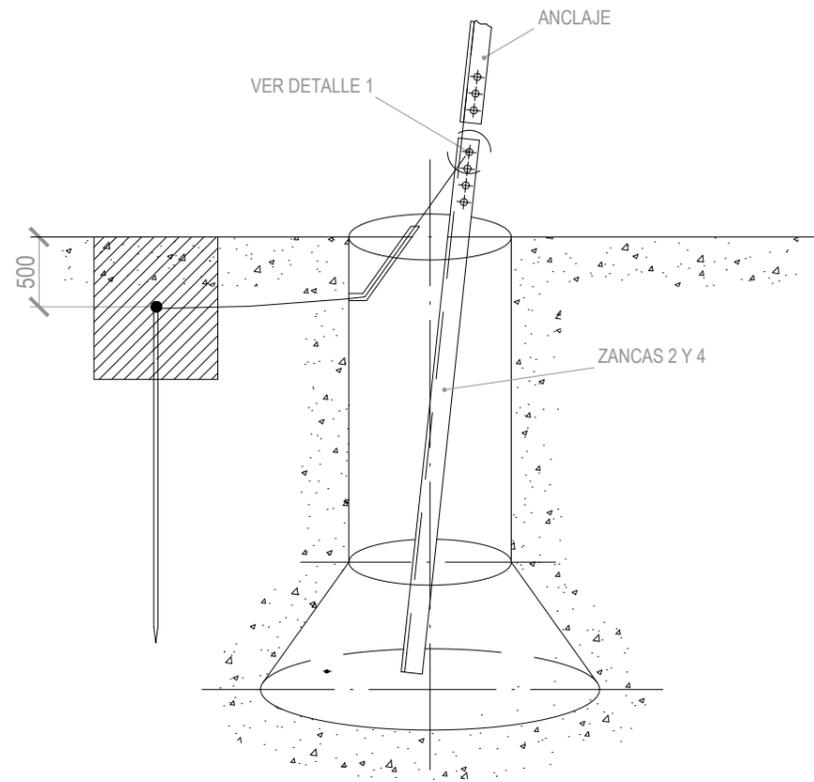
Código: FE-21000034

|             | Fecha:  | Nombre: |
|-------------|---------|---------|
| Dibujado:   | 10/2022 | ALM     |
| Comprobado: | 10/2022 | ALM     |
| Aprobado:   | 10/2022 | RFB     |

CIMENTACIONES APOYO TIPO ÍCARO

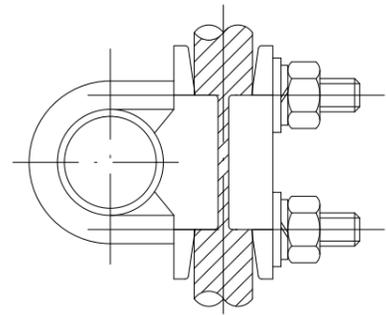
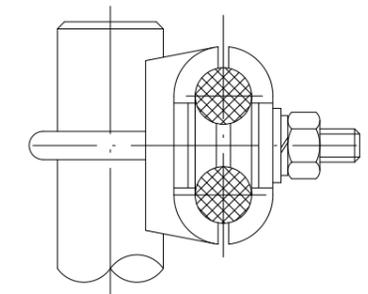


**MACIZOS 1 Y 3**  
SIN ESCALA



**MACIZOS 2 Y 4**  
SIN ESCALA

**APOYO DE CUATRO MACIZOS**



**DETALLE 1**  
SIN ESCALA

**NOTAS**

- 1.- LLEVARAN PUESTA A TIERRA EN DOS MACIZOS EN PATAS DIAMETRALMENTE OPUESTAS
- 2.- DOS MACIZOS LLEVARAN EMBEBIDO UN TUBO CORRUGADO DE PVC S/N UNE-EN 50086 DE Ø36 PARA POSIBLE MEJORA DE PUESTA A TIERRA.
- 3.- COMO LINEA DE TIERRA SE EMPLEARA CABLE DE COBRE Cu-50.
- 4.- COMO ELECTRODOS DE DIFUSION VERTICAL SE EMPLEARAN DOS PICAS CON ALMA DE ACERO Y RECUBRIMIENTO DE COBRE DE 300µ COMO MINIMO, DE 2m DE LONGITUD Y 18mm DE Ø, SITUADA EN MACIZOS DIAMETRALMENTE OPUESTOS.

D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS  
INGENIERO DEL ICAI COL. Nº 1813/1024



LAAT 220 KV SC  
SET RUEDA OESTE 220/30KV-SET PRE-RUEDA 400/220KV  
ZARAGOZA

Escala: 1/200

Revisión: 00

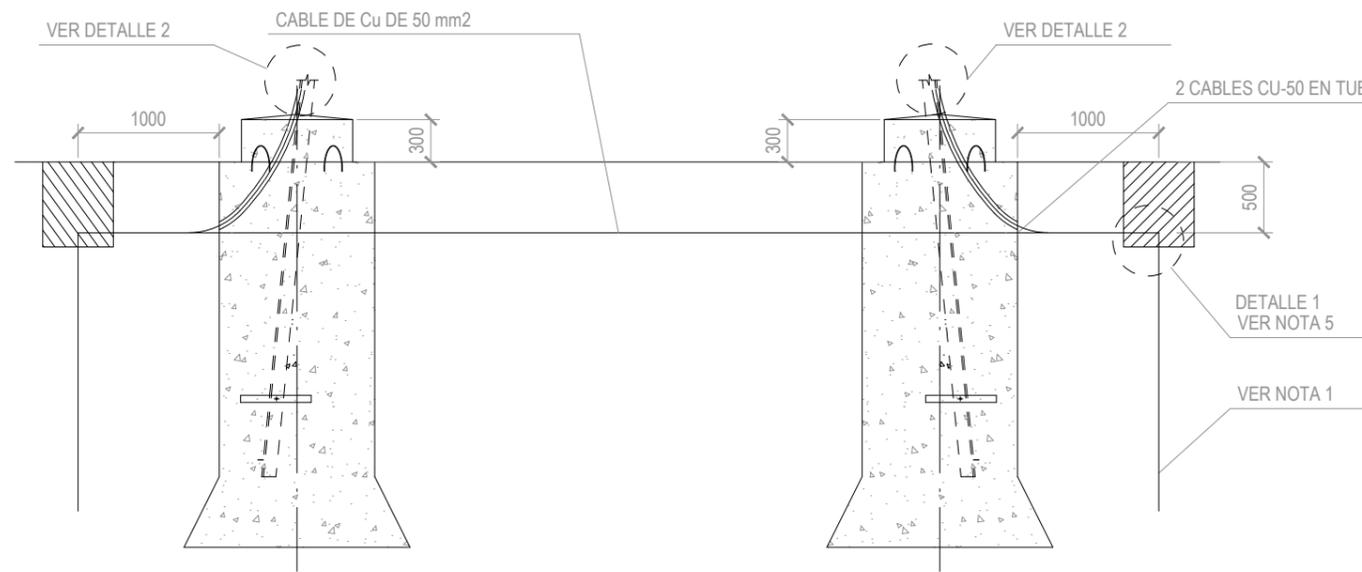
Hoja: 10.1

Siguiente: 10.2

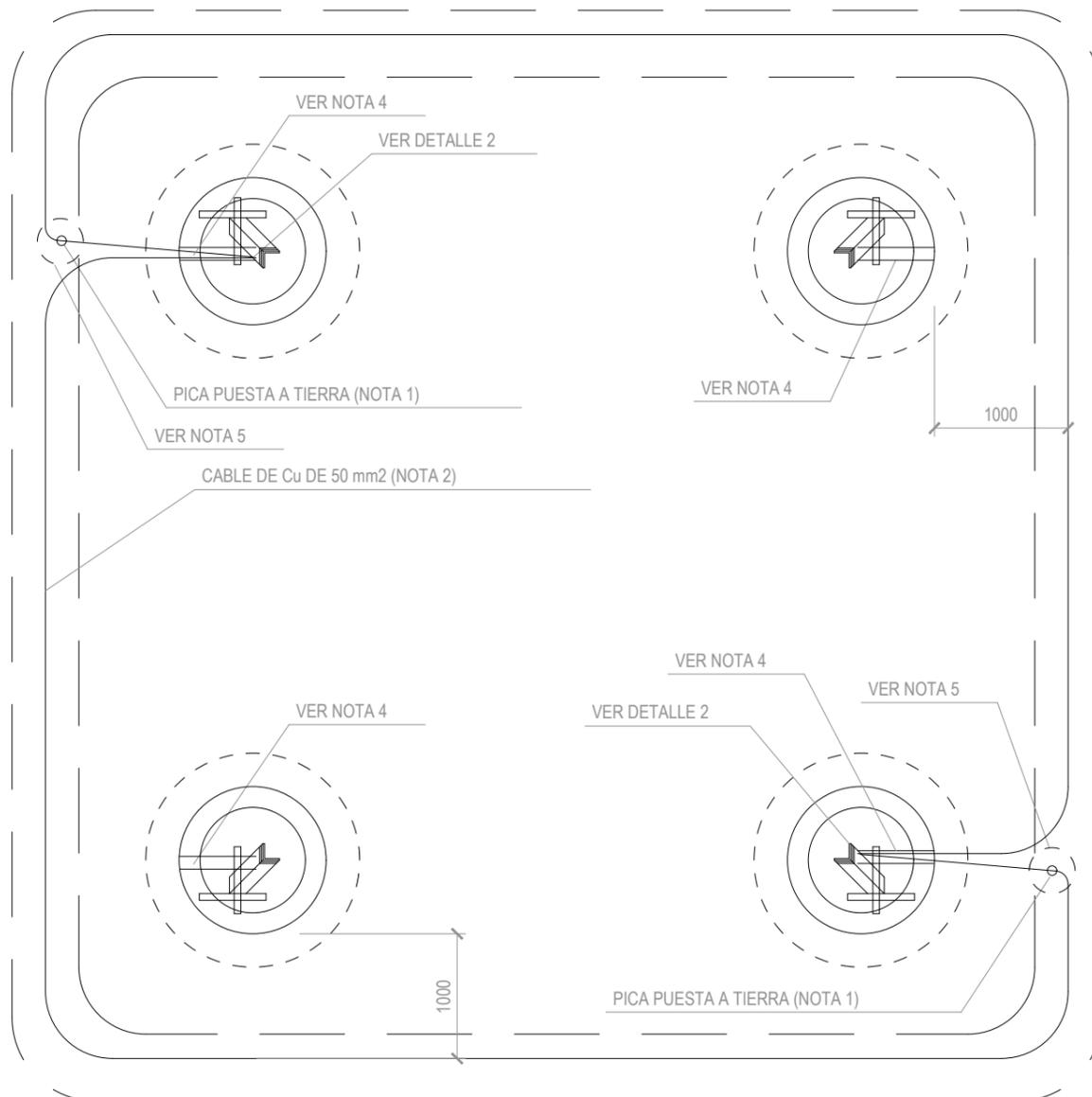
Código: FE-21000034

|             | Fecha:  | Nombre: |
|-------------|---------|---------|
| Dibujado:   | 10/2022 | ALM     |
| Comprobado: | 10/2022 | ALM     |
| Aprobado:   | 10/2022 | RFB     |

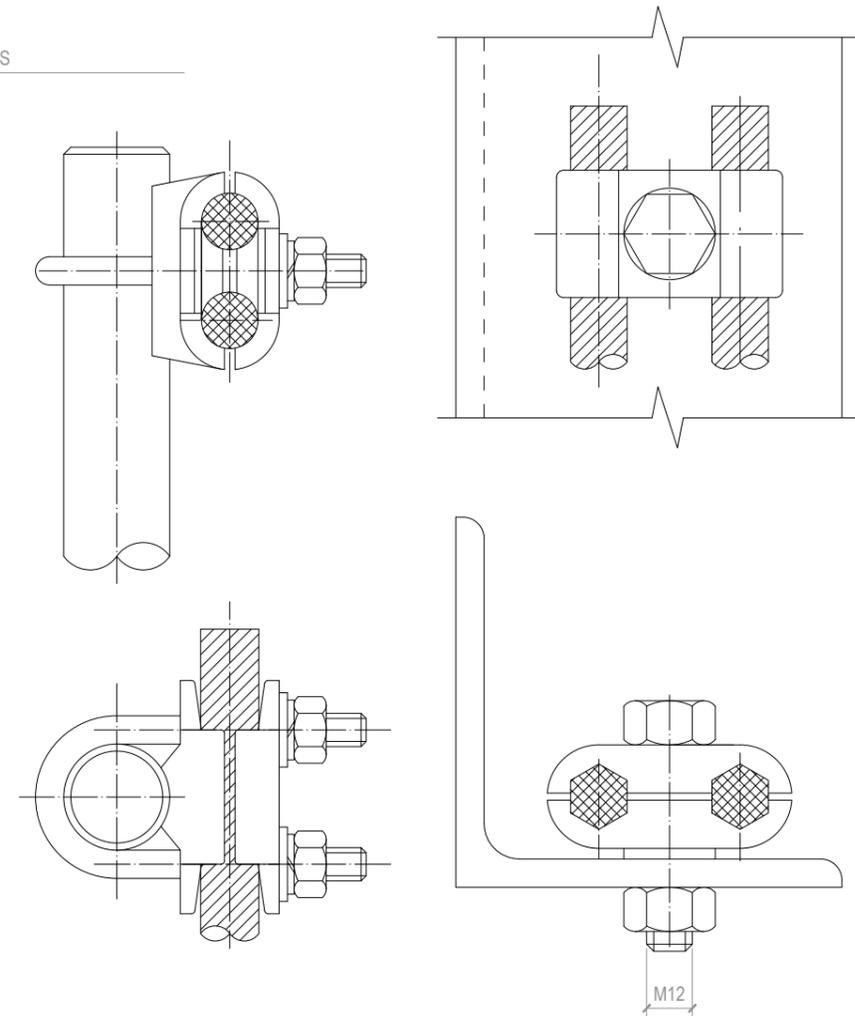
PUESTA A TIERRA CON PICAS



ALZADO



PLANTA



DETALLE 1  
SIN ESCALA

DETALLE 2  
SIN ESCALA

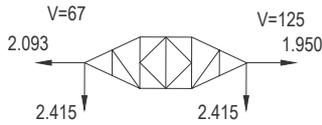
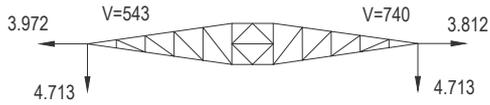
NOTAS

- 1.- COMO ELECTRODOS DE DIFUSION VERTICAL SE EMPLEARAN DOS PICAS CON ALMA DE ACERO Y RECUBRIMIENTO DE COBRE DE 300μ (COMO MINIMO), DE 2m DE LONGITUD Y 18mm DE Ø, SITUADAS SEGUN PLANO.
- 2.- COMO ANILLO DIFUSOR SE EMPLEARA CABLE DE COBRE DESNUDO DE 50 mm2.
- 3.- COMO LINEA DE TIERRA SE EMPLEARA CABLE DE COBRE CU-50, QUE IRA PROTEGIDO MEDIANTE TUBO CORRUGADO DE PVC S/N UNE 50086 DE Ø36mm EN EL TRAMO QUE DISCURRE POR LA CIMENTACION.
- 4.- EN LOS CUATRO MACIZOS IRAN EMBEBIDOS DOS TUBOS CORRUGADOS DE PVC S/N UNE-EN 50086 DE Ø36mm.
- 5.- LAS UNIONES PICA-ANILLO Y LINEA DE TIERRA-ANILLO SE HARAN MEDIANTE GRAPAS DE CONEXION PARA PICA CILINDRICA Y CABLE CU-50 (2) SEGUN DETALLE 1. LA GRAPA ALOJARA UN CONDUCTOR QUE BAJA DEL APOYO Y OTRO QUE RODEA A LA CIMENTACION HASTA EL OTRO ANCLAJE.

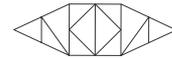
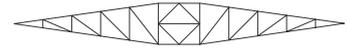
D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS  
INGENIERO DEL ICAI COL. Nº 1813/1024

*RFB*

|                         |   |             |                     |
|-------------------------|---|-------------|---------------------|
|                         | LAT 220 KV SC<br>SET RUEDA OESTE 220/30KV-SET PRE-RUEDA 400/220KV<br>ZARAGOZA |             | Escala: 1/200       |
|                         | PUESTA A TIERRA EN ANILLO   |             | Revisión: 00        |
| Dibujado: 10/2022 ALM   | Fecha: 10/2022  | Nombre: ALM | Hoja: 10.2          |
| Comprobado: 10/2022 ALM | Fecha: 10/2022  | Nombre: ALM | Siguiente: -        |
| Aprobado: 10/2022 RFB   | Fecha: 10/2022  | Nombre: RFB | Código: FE-21000034 |



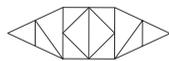
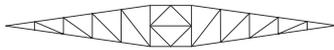
1ª Hipótesis: Viento 140km/h  
C.S. 1,500



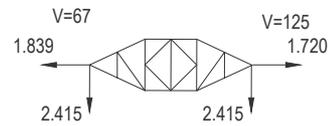
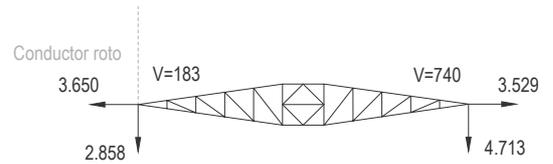
NO APLICA  
2ª Hipótesis, Hielo  
C.S. 1,500

3ª Hipótesis, Desequilibrio  
C.S. 1,200

NO APLICA



4ª Hipótesis, Rotura conductor  
C.S. 1,200



D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS  
INGENIERO DEL ICAI COL. Nº 1813/1024



LAAT 220 KV SC  
SET RUEDA OESTE 220/30KV-SET PRE-RUEDA 400/220KV  
ZARAGOZA

Escala: S/E

Revisión: 00

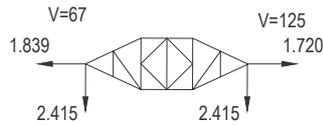
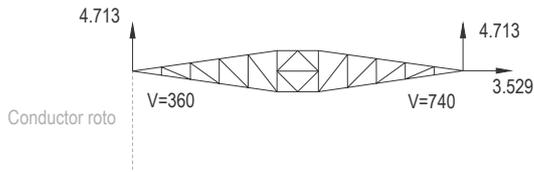
Hoja: 11.1

Siguiente: 11.2

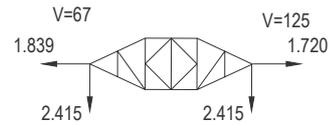
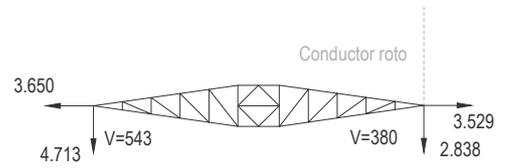
Código: FE-21000034

|             | Fecha:  | Nombre: |
|-------------|---------|---------|
| Dibujado:   | 10/2022 | ALM     |
| Comprobado: | 10/2022 | ALM     |
| Aprobado:   | 10/2022 | RFB     |

ARBOL DE CARGAS APOYO DC1

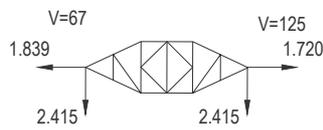
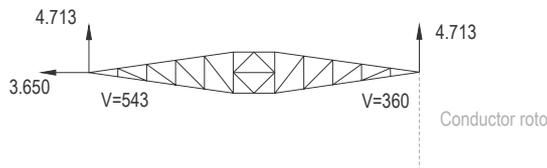


4ª Hipótesis, Rotura conductor  
C.S. 1,200

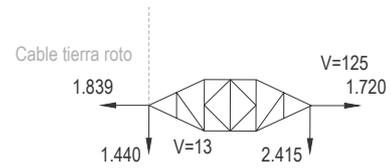
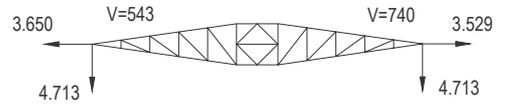


4ª Hipótesis, Rotura conductor  
C.S. 1,200

4ª Hipótesis, Rotura conductor  
C.S. 1,200



4ª Hipótesis, Rotura cable tierra  
C.S. 1,500



D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS  
INGENIERO DEL ICAI COL. Nº 1813/1024



LAAT 220 KV SC  
SET RUEDA OESTE 220/30KV-SET PRE-RUEDA 400/220KV  
ZARAGOZA

Escala: S/E

Revisión: 00

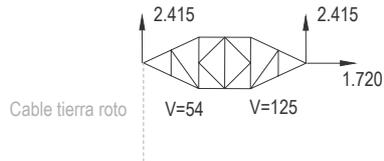
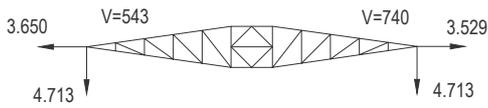
Hoja: 11.2

Siguiente: 11.3

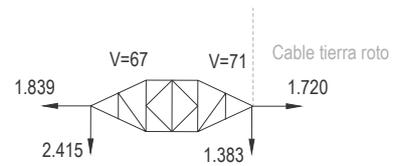
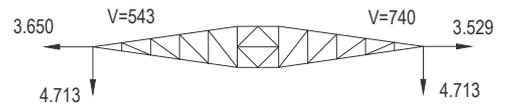
Código: FE-21000034

|             | Fecha:  | Nombre: |
|-------------|---------|---------|
| Dibujado:   | 10/2022 | ALM     |
| Comprobado: | 10/2022 | ALM     |
| Aprobado:   | 10/2022 | RFB     |

ARBOL DE CARGAS APOYO DC1

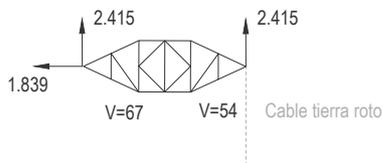
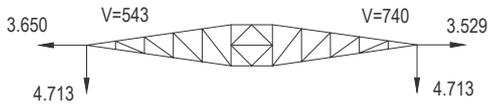


4ª Hipótesis, Rotura cable tierra  
C.S. 1,500



4ª Hipótesis, Rotura cable tierra  
C.S. 1,500

4ª Hipótesis, Rotura cable tierra  
C.S. 1,500



D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS  
INGENIERO DEL ICAI COL. Nº 1813/1024



LAAT 220 KV SC  
SET RUEDA OESTE 220/30KV-SET PRE-RUEDA 400/220KV  
ZARAGOZA

Escala: S/E

Revisión: 00

Hoja: 11.3

Siguiente: -

Código: FE-21000034

|             | Fecha:  | Nombre: |
|-------------|---------|---------|
| Dibujado:   | 10/2022 | ALM     |
| Comprobado: | 10/2022 | ALM     |
| Aprobado:   | 10/2022 | RFB     |

ARBOL DE CARGAS APOYO DC1

#### 4. PRESUPUESTO

#### 4.1. Presupuesto

##### 4.1.1. Suministro equipos eléctricos

| DESCRIPCIÓN   | UDS.      | UNITARIO  | TOTAL      |
|---|-----------|-----------|------------|
| <b>APOYOS</b>   |           |           |            |
| APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO CONDOR DE ALTURA 39 METROS Y ESFUERZO NOMINAL 33000, O SIMILAR     | 1,00      | 14.970,51 | 14.970,51  |
| APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO CONDOR DE ALTURA 21 METROS Y ESFUERZO NOMINAL 7000, O SIMILAR      | 4,00      | 2.811,20  | 11.244,80  |
| APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO CONDOR DE ALTURA 24 METROS Y ESFUERZO NOMINAL 7000, O SIMILAR      | 1,00      | 3.507,84  | 3.507,84   |
| APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO ICARO DE ALTURA 15 METROS Y ESFUERZO NOMINAL 55000, O SIMILAR      | 2,00      | 8.198,40  | 16.396,80  |
| APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO CONDOR DE ALTURA 27 METROS Y ESFUERZO NOMINAL 27000, O SIMILAR     | 1,00      | 8.481,76  | 8.481,76   |
| APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO ICARO DE ALTURA 25 METROS Y ESFUERZO NOMINAL 55000, O SIMILAR      | 3,00      | 14.280,00 | 42.840,00  |
| APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO CONDOR DE ALTURA 24 METROS Y ESFUERZO NOMINAL 12000, O SIMILAR     | 2,00      | 4.855,20  | 9.710,40   |
| APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO ICARO DE ALTURA 20 METROS Y ESFUERZO NOMINAL 55000, O SIMILAR      | 3,00      | 11.194,40 | 33.583,20  |
| APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO CONDOR DE ALTURA 27 METROS Y ESFUERZO NOMINAL 12000, O SIMILAR     | 1,00      | 5.659,36  | 5.659,36   |
| APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO CONDOR DE ALTURA 36 METROS Y ESFUERZO NOMINAL 33000, O SIMILAR     | 1,00      | 13.707,60 | 13.707,60  |
| APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO CONDOR DE ALTURA 24 METROS Y ESFUERZO NOMINAL 33000, O SIMILAR     | 1,00      | 8.398,87  | 8.398,87   |
| SEÑAL TRIANGULAR DE RIESGO ELECTRICO GT-21  | 20,00     | 1,37      | 27,40      |
| CRUCETA TIPO S1563 SOBRE CONDOR 33000 O SIMILAR   | 3,00      | 3.668,97  | 11.006,91  |
| CRUCETA TIPO S1561 SOBRE CONDOR 7000 O SIMILAR  | 5,00      | 1.887,03  | 9.435,15   |
| CRUCETA TIPO S1C SOBRE ICARO 55000 O SIMILAR  | 1,00      | 9.621,15  | 9.621,15   |
| ARMADO TIPO N388DC D=3,3 E=3 ESPECIAL DOBLE CIRCUITO Y DOBLE CÚPULA SOBRE CONDOR 27000, O SIMILAR | 1,00      | 5.653,03  | 5.653,03   |
| ARMADO TIPO N388DC D=3.3 E=3 ESPECIAL DOBLE CIRCUITO Y DOBLE CÚPULA SOBRE CONDOR 12000 O SIMILAR  | 3,00      | 4.409,55  | 13.228,65  |
| CRUCETA TIPO N2DC D=4.9 E=3.5 DOBLE CÚPULA SOBRE ICARO 55000 O SIMILAR                            | 6,00      | 13.283,65 | 79.701,9   |
| CRUCETA TIPO N2DC D=4.9 E=3.5 CON CRUCETA CUADRADA, DOBLE CÚPULA SOBRE ICARO 55000 O SIMILAR      | 1,00      | 19.328,48 | 19.328,48  |
| <b>CONDUCTORES Y CABLES</b>   |           |           |            |
| M. TENDIDO LINEA CONDUCTOR ALEACION ALUMINIO (A3) 400 IEC 61089                                   | 18.980,00 | 5,40      | 102.492,00 |
| M. TENDIDO CABLE FIBRA OPTICA OPGW 48 FIBRAS 43D58Z   | 6.330,00  | 10,30     | 65.199,00  |
| <b>AISLADORES, HERRAJES, PUESTAS A TIERRA Y ACCESORIOS</b>  |           |           |            |
| CADENA DE SUSPENSIÓN CON GRAPA AAAC-A3-400 220KV  | 27,00     | 450,25    | 12.156,75  |
| CADENA DE AMARRE CON GRAPA AAAC-A3-400 220KV  | 78,00     | 520,00    | 40.560,00  |

| DESCRIPCIÓN   | UDS.     | UNITARIO | TOTAL             |
|---|----------|----------|-------------------|
| CONJUNTO DE SUSPENSIÓN CABLE DE FIBRA ÓPTICA OPGW-48 43D58Z     | 9,00     | 65,13    | 586,17            |
| CONJUNTO DE AMARRE CABLE DE FIBRA ÓPTICA OPGW-48 43D58Z         | 11,00    | 138,46   | 1.523,06          |
| CAJA DE EMPALME CABLE FIBRA OPTICA (OPGW 48 43D58Z)             | 3,00     | 510,86   | 1.532,58          |
| MEDIDAS REFLECTOMÉTRICAS PARA CABLE FIBRA ÓPTICA OPGW 48 43D58Z | 1,00     | 30,00    | 30,00             |
| ANTIVIBRADOR STOCKBRIDGE  | 136,00   | 30,12    | 4.096,32          |
| UD. SALVAPAJAROS ESPIRAL 1x0,30 METROS                          | 1.265,00 | 5,52     | 6.982,80          |
| PUESTA A TIERRA DOBLE PARA APOYO CELOSIA 4 MACIZOS              | 20,00    | 96,23    | 1.924,60          |
| <b>TOTAL EQUIPOS ELÉCTRICOS</b>                                 |          |          | <b>553.587,09</b> |

## 4.1.2. Montaje equipos eléctricos aéreos

| DESCRIPCIÓN   | UDS.      | UNITARIO  | TOTAL     |
|---|-----------|-----------|-----------|
| <b>APOYOS</b>   |           |           |           |
| APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO CONDOR DE ALTURA 39 METROS Y ESFUERZO NOMINAL 33000, O SIMILAR     | 1,00      | 10.292,21 | 10.292,21 |
| APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO CONDOR DE ALTURA 21 METROS Y ESFUERZO NOMINAL 7000, O SIMILAR      | 4,00      | 1.932,70  | 7.730,80  |
| APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO CONDOR DE ALTURA 24 METROS Y ESFUERZO NOMINAL 7000, O SIMILAR      | 1,00      | 2.411,64  | 2.411,64  |
| APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO ICARO DE ALTURA 15 METROS Y ESFUERZO NOMINAL 55000, O SIMILAR      | 2,00      | 5.636,40  | 11.272,80 |
| APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO CONDOR DE ALTURA 27 METROS Y ESFUERZO NOMINAL 27000, O SIMILAR     | 1,00      | 5.831,21  | 5.831,21  |
| APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO ICARO DE ALTURA 25 METROS Y ESFUERZO NOMINAL 55000, O SIMILAR      | 3,00      | 9.817,50  | 29.452,50 |
| APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO CONDOR DE ALTURA 24 METROS Y ESFUERZO NOMINAL 12000, O SIMILAR     | 2,00      | 3.337,95  | 6.675,90  |
| APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO ICARO DE ALTURA 20 METROS Y ESFUERZO NOMINAL 55000, O SIMILAR      | 3,00      | 7.696,15  | 23.088,45 |
| APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO CONDOR DE ALTURA 27 METROS Y ESFUERZO NOMINAL 12000, O SIMILAR     | 1,00      | 3.890,81  | 3.890,81  |
| APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO CONDOR DE ALTURA 36 METROS Y ESFUERZO NOMINAL 33000, O SIMILAR     | 1,00      | 9.423,98  | 9.423,98  |
| APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO CONDOR DE ALTURA 24 METROS Y ESFUERZO NOMINAL 33000, O SIMILAR     | 1,00      | 5.774,23  | 5.774,23  |
| SEÑAL TRIANGULAR DE RIESGO ELECTRICO GT-21  | 20,00     | 5,26      | 105,20    |
| CRUCETA TIPO S1563 SOBRE CONDOR 33000 O SIMILAR   | 3,00      | 1.921,84  | 5.765,52  |
| CRUCETA TIPO S1561 SOBRE CONDOR 7000 O SIMILAR  | 5,00      | 988,44    | 4.942,20  |
| CRUCETA TIPO S1C SOBRE ICARO 55000 O SIMILAR  | 1,00      | 5.039,64  | 5.039,64  |
| ARMADO TIPO N388DC D=3,3 E=3 ESPECIAL DOBLE CIRCUITO Y DOBLE CÚPULA SOBRE CONDOR 27000, O SIMILAR | 1,00      | 2.961,11  | 2.961,11  |
| ARMADO TIPO N388DC D=3,3 E=3 ESPECIAL DOBLE CIRCUITO Y DOBLE CÚPULA SOBRE CONDOR 12000 O SIMILAR  | 3,00      | 2.309,76  | 6.929,28  |
| CRUCETA TIPO N2DC D=4.9 E=3.5 DOBLE CÚPULA SOBRE ICARO 55000 O SIMILAR                            | 6,00      | 6.958,10  | 41.748,60 |
| CRUCETA TIPO N2DC D=4.9 E=3.5 CON CRUCETA CUADRADA, DOBLE CÚPULA SOBRE ICARO 55000 O SIMILAR      | 1,00      | 10.437,15 | 10.437,15 |
| <b>CONDUCTORES Y CABLES</b>   |           |           |           |
| M. TENDIDO LINEA CONDUCTOR ALEACION ALUMINIO (A3) 400 IEC 61089                                   | 18.980,00 | 5,10      | 96.798,00 |
| M. TENDIDO CABLE FIBRA OPTICA OPGW 48 FIBRAS 43D58Z   | 6.330,00  | 1,60      | 10.128,00 |
| <b>AISLADORES, HERRAJES, PUESTAS A TIERRA Y ACCESORIOS</b>  |           |           |           |
| CADENA DE SUSPENSIÓN CON GRAPA AAAC-A3-400 220KV  | 27,00     | 164,32    | 4.436,64  |
| CADENA DE AMARRE CON GRAPA AAAC-A3-400 220KV  | 78,00     | 103,13    | 8.044,14  |
| CONJUNTO DE SUSPENSIÓN CABLE DE FIBRA ÓPTICA OPGW-48 43D58Z                                       | 9,00      | 39,32     | 353,88    |

| DESCRIPCIÓN   | UDS.    | UNITARIO | TOTAL             |
|---|---------|----------|-------------------|
| CONJUNTO DE AMARRE CABLE DE FIBRA ÓPTICA OPGW-48 43D58Z         | 11,00   | 31,41    | 345,51            |
| CAJA DE EMPALME CABLE FIBRA OPTICA (OPGW 48 43D58Z)             | 3,00    | 828,55   | 2.485,65          |
| MEDIDAS REFLECTOMÉTRICAS PARA CABLE FIBRA ÓPTICA OPGW 48 43D58Z | 1,00    | 910,00   | 910,00            |
| ANTIVIBRADOR STOCKBRIDGE  | 136,00  | 19,55    | 2.658,80          |
| UD. SALVAPAJAROS ESPIRAL 1x0,30 METROS                          | 1265,00 | 11,46    | 14.496,90         |
| PUESTA A TIERRA DOBLE PARA APOYO CELOSIA 4 MACIZOS              | 20,00   | 89,18    | 1.783,60          |
| <b>TOTAL MONTAJE EQUIPOS ELÉCTRICOS</b>                         |         |          | <b>336.214,35</b> |

#### 4.1.3. Ejecución material de la obra

| DESCRIPCIÓN   | UDS.   | UNITARIO | TOTAL             |
|---|--------|----------|-------------------|
| M³ EXCAVACIÓN CIMENTACIÓN EN TODO TIPO DE TERRENO         | 572,00 | 96,41    | 55.146,52         |
| M³ EXCAVACIÓN EXPLANACIÓN ACCESOS EN TODO TIPO DE TERRENO | 151,00 | 96,41    | 14.557,91         |
| M³ HORMIGON H-200 CIMENTACION APOYO                       | 800,00 | 176,85   | 141.480,00        |
| <b>TOTAL OBRA CIVIL</b>                                   |        |          | <b>211.184,43</b> |

#### 4.1.4. Resumen de presupuestos

Resumen del presupuesto del proyecto de modificación (este documento):

|                                  |                     |
|----------------------------------|---------------------|
| EQUIPOS ELÉCTRICOS AÉREO         | 553.587,09          |
| MONTAJE EQUIPOS ELÉCTRICOS AÉREO | 336.214,35          |
| OBRA CIVIL                       | 211.184,43          |
| <b>TOTAL PRESUPUESTO</b>         | <b>1.100.985,87</b> |

Resumen presupuesto del proyecto inicial:

|                                  |                     |
|----------------------------------|---------------------|
| EQUIPOS ELÉCTRICOS AÉREO         | 501.743,37          |
| MONTAJE EQUIPOS ELÉCTRICOS AÉREO | 344.129,61          |
| OBRA CIVIL                       | 507.475,76          |
| <b>TOTAL PRESUPUESTO</b>         | <b>1.353.348,74</b> |

Diferencia entre el presupuesto del proyecto inicial y del modificado:

|                                      |                    |
|--------------------------------------|--------------------|
| PRESUPUESTO PROYECTO DE MODIFICACIÓN | 1.100.985,87       |
| PRESUPUESTO PROYECTO INICIAL         | 1.353.348,74       |
| <b>DIFERENCIA</b>                    | <b>-252.362,87</b> |

EL PRESUPUESTO DEL PROYECTO MODIFICADO ES INFERIOR AL DEL PROYECTO ORIGINAL EN DOSCIENTOS CINCUENTA Y DOS MIL TRESCIENTOS SESENTA Y DOS EUROS CON OCHENTA Y SIETE CENTIMOS.

En Madrid, Octubre de 2022  
EL INGENIERO INDUSTRIAL



D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS  
COLEGIADO DEL ICAI Nº 1813/102

## 5. ANEXOS

## ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD  
DE LA MODIFICACIÓN DEL PROYECTO DE  
LAAT 220 KV SC DE SET RUEDA OESTE 220/30 KV A  
SET PRE-RUEDA 400/220 KV**

INDICE

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. MEMORIA .....</b>  | <b>1</b>  |
| 1.1. Justificación del Estudio de Seguridad y Salud .....                              | 2         |
| 1.2. Objeto del Estudio de Seguridad y Salud .....                                     | 2         |
| 1.3. Características de la obra .....  | 2         |
| 1.3.1. Características generales .....   | 2         |
| 1.4. Prescripciones especiales .....   | 3         |
| 1.4.1. Relación de cruzamientos .....  | 3         |
| 1.4.2. Presupuesto previsto .....  | 7         |
| 1.4.3. Plazo de ejecución .....  | 7         |
| 1.4.4. Personal previsto .....   | 7         |
| 1.4.5. Datos del emplazamiento .....   | 7         |
| 1.4.6. Unidades constructivas que componen la obra .....                               | 7         |
| 1.4.7. Equipos técnicos .....  | 8         |
| 1.4.8. Medios auxiliares .....   | 8         |
| 1.4.9. Riesgos inherentes en las obras son los que se relacionan a continuación: ..... | 9         |
| 1.5. Método de evaluación de riesgos .....   | 10        |
| 1.5.1. Identificación de riesgos .....   | 10        |
| 1.5.1.1. Riesgos laborables evitables .....  | 10        |
| 1.5.1.2. Riesgos laborables inevitables .....  | 10        |
| 1.5.1.3. Riesgos de daños a terceros .....   | 10        |
| 1.5.2. Estimación del riesgo .....   | 10        |
| 1.5.3. Valoración y control de los riesgos .....                                       | 10        |
| 1.6. Señalización, servicios sanitarios y comunes .....                                | 11        |
| 1.6.1. Señalización .....  | 11        |
| 1.6.2. Servicios sanitarios .....  | 11        |
| 1.6.3. Servicios higiénicos .....  | 12        |
| 1.6.3.1. Comedor .....   | 12        |
| 1.6.3.2. Vestuarios .....  | 12        |
| 1.6.3.3. Servicios .....   | 12        |
| <b>2. PLIEGO DE CONDICIONES .....</b>  | <b>13</b> |
| 2.1. Normativa y reglamentación aplicable .....  | 14        |
| 2.1.1. Ámbito general .....  | 14        |
| 2.1.2. Equipos de obra .....   | 15        |
| 2.1.3. Equipos de protección individual .....  | 16        |
| 2.2. Prescripciones de utilización y mantenimiento de los equipos .....                | 17        |
| 2.3. Empleo y conservación del material de seguridad .....                             | 17        |
| 2.3.1. Protecciones colectivas .....   | 17        |
| 2.3.1.1. Vallas de protección .....  | 17        |
| 2.3.2. Protecciones personales .....   | 17        |
| 2.3.2.1. Protección de la cabeza .....   | 18        |
| 2.3.2.2. Protección de brazos y manos .....  | 18        |
| 2.3.2.3. Protección de los pies .....  | 18        |
| 2.3.2.4. Protección del cuerpo entero .....  | 19        |

|   |           |
|---|-----------|
| 2.4. Consulta y participación de los trabajadores ..... | 22        |
| 2.4.1. Delegado de Prevención .....                     | 22        |
| 2.4.2. Comité de Seguridad y Salud .....                | 22        |
| 2.5. Control de los trabajos .....                      | 22        |
| 2.5.1. Índices de control .....                         | 22        |
| 2.5.2. Partes de accidentes y deficiencias .....        | 23        |
| 2.6. Plan de seguridad y salud en el trabajo .....      | 24        |
| 2.7. Obligaciones de contratista y subcontratista ..... | 24        |
| 2.8. Obligaciones de los trabajadores autónomos .....   | 25        |
| 2.9. Libro de incidencias .....                         | 26        |
| 2.10. Paralización de los trabajos .....                | 26        |
| 2.11. Derechos de los trabajadores .....                | 26        |
| <b>3. PLANOS.....</b>                                   | <b>27</b> |
| 3.1. Lista de planos.....                               | 28        |
| <b>4. PRESUPUESTO .....</b>                             | <b>29</b> |
| 4.1. Presupuesto.....                                   | 30        |
| 4.1.1. Protecciones colectivas.....                     | 30        |
| 4.1.2. Protecciones personales .....                    | 30        |
| 4.1.3. Instalaciones .....                              | 31        |
| 4.1.4. Medicina preventiva y primeros auxilios .....    | 31        |
| 4.1.5. Reuniones y formación.....                       | 31        |
| 4.1.6. Resumen presupuesto .....                        | 32        |
| <b>ANEXO Nº1.....</b>                                   | <b>33</b> |
| <b>IDENTIFICACION DE RIESGOS .....</b>                  | <b>33</b> |
| <b>ANEXO Nº2.....</b>                                   | <b>45</b> |
| <b>ESTIMACION DE RIESGOS .....</b>                      | <b>45</b> |
| <b>ANEXO Nº3.....</b>                                   | <b>57</b> |
| <b>VALORACION Y CONTROL DE RIESGOS .....</b>            | <b>57</b> |

## 1. MEMORIA

## 1.1. Justificación del Estudio de Seguridad y Salud

El Real Decreto 1627/97 “Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción” en su artículo 4 establece la obligatoriedad de redactar un Estudio de Seguridad y Salud en los proyectos en los que se den alguno de los supuestos siguientes:

- Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.000 euros.
- Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose como tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
- Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

En todos aquellos proyectos de obras no incluidos en ninguno de los supuestos anteriores, será obligatoria la elaboración de un estudio básico de seguridad y salud.

## 1.2. Objeto del Estudio de Seguridad y Salud

El objeto de este Estudio de Seguridad y Salud es analizar los trabajos que deben realizarse en la obra proyectada, para la detección y evaluación de todos los riesgos para la salud de los trabajadores y de personas ajenas, proponiendo medidas preventivas que eliminen dichos riesgos o minimicen las consecuencias de los mismos.

## 1.3. Características de la obra

### 1.3.1. Características generales

Las obras objeto de este Estudio de Seguridad y Salud son las necesarias para la ejecución de la MODIFICACIÓN de PROYECTO de la LAAT 220 kV SC SET RUEDA OESTE 220/30 kV a SET PRE-RUEDA 400/220 kV.

La línea aérea original objeto del PROYECTO LAAT 220 kV SC SET RUEDA ESTE 220/30 kV a SET PRE-RUEDA 400/220 kV presentaba inicialmente una longitud total aproximada de 6,276 km.

Las variantes propuestas en la MODIFICACIÓN de PROYECTO LAAT 220 kV SC SET RUEDA OESTE 220/30 kV a SET PRE-RUEDA 400/220 kV corresponden a la totalidad de su trazado.

Como se puede observar en el Documento del Proyecto nº1 MEMORIA la obra consta de un tramo de línea aérea de 6.322,66 metros compuesto por 20 apoyos.

#### 1.4. Prescripciones especiales

##### 1.4.1. Relación de cruzamientos

| Nº Cruzamiento | Apoyo anterior | Apoyo posterior | Longitud vano (m) | Distancia al apoyo más próximo (m) | Distancia al apoyo de la línea que cruza (m) | Distancia vertical teórica (m) | Distancia vertical real (m) | Afección                      | Organismo propietario                          | Coordenadas U.T.M. |           |
|----------------|----------------|-----------------|-------------------|------------------------------------|--|--------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--|--------------------|-----------|
|                |                |                 |                   |                                    |  |                                |                             |                               |  | X                  | Y         |
| 1              | SC1            | SC2             | 331,26            | -                                  | -  | 7,00                           | 14,54                       | CAMINO S/N                    | AYUNTAMIENTO DE ÉPILA                          | 639.030            | 4.607.802 |
| 2              | SC2            | SC3             | 355,36            | -                                  | -  | 7,00                           | 15,45                       | CAMINO S/N                    | AYUNTAMIENTO DE ÉPILA                          | 639.385            | 4.607.808 |
| 3              | SC3            | SC4             | 289,40            | -                                  | -  | 7,00                           | 17,72                       | CORDEL DE LA LLANA            | INSTITUTO ARAGONES DE GESTIÓN AMBIENTAL        | 639.616            | 4.608.027 |
| 4              | SC4            | SC5             | 325,91            | -                                  | -  | 7,00                           | 12,84                       | CAMINO S/N                    | AYUNTAMIENTO DE ÉPILA                          | 639.661            | 4.608.088 |
| 5              | SC5            | SC6             | 292,78            | 5,10                               | 34,20  | 4,50                           | 8,95                        | LMT 15 KV                     | ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA S.L.             | 639.825            | 4.608.311 |
| 6              | SC5            | SC6             | 292,78            | -                                  | -  | 7,00                           | 8,98                        | CAMINO S/N                    | AYUNTAMIENTO DE ÉPILA                          | 639.930            | 4.608.452 |
| 7              | SC7            | SC8             | 294,93            | -                                  | -  | 7,00                           | 42,64                       | CORDEL DE LA LLANA            | INSTITUTO ARAGONES DE GESTIÓN AMBIENTAL        | 640.246            | 4.608.880 |
| 8              | SC8            | SC9             | 168,84            | -                                  | -  | 7,00                           | 44,52                       | CAMINO S/N                    | AYUNTAMIENTO DE ÉPILA                          | 640.404            | 4.609.033 |
| 9              | SC8            | SC9             | 168,84            | 62,90                              | 52,40  | 3,20                           | 4,25                        | LAT 220 JAL-VOS2/JAL-VOS1     | RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA                        | 640.424            | 4.609.037 |
| 10             | SC9            | DC1             | 299,72            | 107,01                             | -  | 5,20                           | 13,31                       | AVE MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA | ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS | 640.668            | 4.609.138 |
| 11             | SC9            | DC1             | 299,72            | -                                  | -  | 7,00                           | 19,61                       | CAMINO S/N                    | AYUNTAMIENTO DE ÉPILA                          | 640.686            | 4.609.090 |

| Nº Cruzamiento | Apoyo anterior | Apoyo posterior | Longitud vano (m) | Distancia al apoyo más próximo (m) | Distancia al apoyo de la línea que cruza (m) | Distancia vertical teórica (m) | Distancia vertical real (m) | Afección              | Organismo propietario                                  | Coordenadas U.T.M. |           |
|----------------|----------------|-----------------|-------------------|------------------------------------|--|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------|--|--------------------|-----------|
|                |                |                 |                   |                                    |  |                                |                             |                       |  | X                  | Y         |
| 12             | DC2            | DC3             | 379,70            | -                                  | -  | 7,00                           | 12,89                       | CAMINO DEL CARRASCAL  | AYUNTAMIENTO DE LUMPIAQUE                              | 640.850            | 4.609.632 |
| 13             | DC2            | DC3             | 379,70            | -                                  | -  | 7,00                           | 18,66                       | ACEQUIA S/N           | AYUNTAMIENTO DE LUMPIAQUE                              | 640.868            | 4.609.740 |
| 14             | DC3            | DC4             | 521,80            | -                                  | -  | 7,00                           | 16,34                       | ACEQUIA S/N           | AYUNTAMIENTO DE LUMIPAQUE                              | 640.897            | 4.609.919 |
| 15             | DC3            | DC4             | 521,80            | 91,30                              | -  | 9,20                           | 12,19                       | CRTA. A-122 PK:21.458 | DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS DEL GOBIERNO DE ARAGON | 640.912            | 4.610.009 |
| 16             | DC3            | DC4             | 521,80            | -                                  | -  | 7,00                           | 12,21                       | ACEQUIA S/N           | AYUNTAMIENTO DE LUMPIAQUE                              | 640.915            | 4.610.020 |
| 17             | DC3            | DC4             | 521,80            | -                                  | -  | 7,00                           | 13,41                       | BARRANCO DE RANÉ      | CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO                    | 640.918            | 4.610.041 |
| 18             | DC3            | DC4             | 521,80            | -                                  | -  | 7,00                           | 14,11                       | CAMINO DEL CEMENTERIO | AYUNTAMIENTO DE LUMPIAQUE                              | 640.942            | 4.610.191 |
| 19             | DC3            | DC4             | 521,80            | -                                  | -  | 7,00                           | 14,72                       | CAMINO S/N            | AYUNTAMIENTO DE LUMPIAQUE                              | 640.949            | 4.610.238 |
| 20             | DC4            | DC5             | 265,20            | -                                  | -  | 7,00                           | 21,40                       | CAMINO DEL COLLADO    | AYUNTAMIENTO DE LUMPIAQUE                              | 641.050            | 4.610.467 |
| 21             | DC4            | DC5             | 265,20            | -                                  | -  | 7,00                           | 20,83                       | CAMINO S/N            | AYUNTAMIENTO DE LUMPIAQUE                              | 641.059            | 4.610.480 |
| 22             | DC5            | DC6             | 254,50            | 68,90                              | -  | 9,20                           | 12,90                       | CRTA. A-122 PK:20.725 | DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS DEL GOBIERNO DE ARAGÓN | 641.113            | 4.610.650 |

| Nº Cruzamiento | Apoyo anterior | Apoyo posterior | Longitud vano (m) | Distancia al apoyo más próximo (m) | Distancia al apoyo de la línea que cruza (m) | Distancia vertical teórica (m) | Distancia vertical real (m) | Afección                                | Organismo propietario                                  | Coordenadas U.T.M. |           |
|----------------|----------------|-----------------|-------------------|------------------------------------|--|--------------------------------|-----------------------------|---|--|--------------------|-----------|
|                |                |                 |                   |                                    |  |                                |                             |   |  | X                  | Y         |
| 23             | DC5            | DC6             | 254,50            | -                                  | -  | 7,00                           | 13,01                       | CAMINO S/N                              | AYUNTAMIENTO DE LUMPIAQUE                              | 641.113            | 4.610.665 |
| 24             | DC5            | DC6             | 254,50            | -                                  | -  | 7,00                           | 10,37                       | CAMINO S/N                              | AYUNTAMIENTO DE LUMPIAQUE                              | 641.114            | 4.610.701 |
| 25             | DC6            | DC7             | 359,80            | -                                  | -  | 7,00                           | 10,64                       | CAMINO S/N                              | AYUNTAMIENTO DE LUMPIAQUE                              | 641.185            | 4.610.986 |
| 26             | DC6            | DC7             | 359,80            | -                                  | -  | 7,00                           | 14,67                       | CAMINO DE LAS HERAS                     | AYUNTAMIENTO DE LUMPIAQUE                              | 641.215            | 4.611.063 |
| 27             | DC8            | DC9             | 437,10            | -                                  | -  | 7,00                           | 11,70                       | CAMINO DEL PLANO                        | AYUNTAMIENTO DE RUEDA DE JALÓN                         | 641.439            | 4.611.640 |
| 28             | DC9            | DC10            | 365,20            | 61,60                              | 65,00  | 4,50                           | 8,19                        | LMT 15 KV                               | ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA S.L.                     | 641.604            | 4.611.901 |
| 29             | DC9            | DC10            | 365,20            | -                                  | -  | 7,00                           | 16,14                       | ARROYO S/N                              | CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO                    | 641.629            | 4.611.906 |
| 30             | DC9            | DC10            | 365,20            | 85,60                              | -  | 9,20                           | 14,40                       | CRTA. A-1303 PK:30.879                  | DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS DEL GOBIERNO DE ARAGÓN | 641.777            | 4.611.935 |
| 31             | DC9            | DC10            | 365,20            | -                                  | -  | 7,00                           | 14,84                       | VEREDA DE RUEDA DE JALÓN A HOYA REDONDA | INSTITUTO ARAGONES DE GESTIÓN AMBIENTAL                | 641.783            | 4.611.937 |
| 32             | DC9            | DC10            | 365,20            | -                                  | -  | 7,00                           | 22,44                       | CAMINO DE LA CONDESA DE PEDROLA         | AYUNTAMIENTO DE RUEDA DE JALÓN                         | 641.870            | 4.611.954 |

#### 1.4.2. Presupuesto previsto

Como puede verse en el Documento del Proyecto nº4 PRESUPUESTO, el presupuesto previsto de la obra de referencia asciende a 1.100.985,87 euros.

#### 1.4.3. Plazo de ejecución

El plazo previsto para la ejecución de la obra se estima en un periodo de 7 meses.

#### 1.4.4. Personal previsto

El volumen total de la mano de obra que implica la realización de la obra se valora en 90 jornadas de trabajo, empleándose un total aproximado de 25 trabajadores.

#### 1.4.5. Datos del emplazamiento

Tal como se muestra en el plano de Situación la instalación está ubicada en la provincia de Zaragoza, y discurre por los municipios de Épila, Lumpiaque y Rueda de Jalón.

El emplazamiento exacto queda reflejado en el Documento nº3 Planos.

#### 1.4.6. Unidades constructivas que componen la obra

- Ejecución línea eléctrica aérea.
- Replanteo.
- Ejecución de accesos a zona de apoyos.
- Colocación y nivelación de tramo de anclaje.
- Descarga de elementos constituyentes de los apoyos.
- Hormigonado tramo de anclaje.
- Montaje de elementos constituyentes de los apoyos.
- Izado del apoyo y colocación en cimentación
- Hormigonado de apoyos.
- Instalación de cadena de aisladores.
- Tendido cuerda guía.
- Tendido de cable.
- Tensado de cable.
- Engrapado.
- Excavación zanjas.
- Tendido cable.
- Cierre Zanjas.

#### 1.4.7. Equipos técnicos

Como equipo para la ejecución de las obras se han considerado los siguientes:

- Todo terreno.
- Bulldozer.
- Rodillo vibrante autopropulsado.
- Retroexcavadora.
- Camión para movimiento de tierras.
- Camión grúa.
- Camión hormigonera.
- Vibrador.
- Grupo electrógeno.
- Grúa autopropulsada.

#### 1.4.8. Medios auxiliares

Como medios auxiliares para la ejecución de las obras se han considerado los siguientes:

- Escaleras de mano.
- Eslingas.
- Tambor de recogida.
- Tambor con freno.
- Roldanas.
- Engrapadora.

1.4.9. Riesgos inherentes en las obras son los que se relacionan a continuación:

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos por desplome.
- Caída de objetos por derrumbamiento.
- Caída de herramientas.
- Caída por objetos desprendidos.
- Pisada sobre objetos punzantes.
- Choques contra objetos inmóviles.
- Choques contra objetos móviles.
- Golpes y cortes por objetos.
- Golpes y cortes por herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamiento por un objeto o entre objetos.
- Atrapamiento por vuelco de maquinaria.
- Sobreesfuerzos.
- Exposición o contactos con temperaturas extremas
- Contactos térmicos
- Exposición o contactos por corrientes eléctricas
- Exposición o contactos con sustancias nocivas
- Inhalación o ingestión de sustancias nocivas
- Contactos con sustancias cáusticas
- Exposición a radiaciones
- Explosiones
- Incendios
- Atropellos con vehículos
- Golpes con vehículos
- Desprendimiento de tierras
- Exposición al ruido
- Falta de iluminación
- Exposición a vibraciones
- Carga mental

- Caída de objetos en manipulación
- Caída de vehículos a distinto nivel.

## 1.5. Método de evaluación de riesgos

### 1.5.1. Identificación de riesgos

#### 1.5.1.1. Riesgos laborables evitables

Al realizar la identificación de riesgos se han calificado como evitables aquellos que por el proceso constructivo, por la maquinaria que se utiliza, o por la adecuada formación del personal implicado no deben aparecer, y por tanto no son objeto de evaluación en la realización de este estudio.

#### 1.5.1.2. Riesgos laborables inevitables

Se han considerado como tales aquellos riesgos que a pesar del proceso constructivo, la maquinaria a emplear, y la adecuada formación del personal, son inherentes a la unidad constructiva, y han de aplicarse las medidas preventivas adecuadas para el control de los mismos.

El conjunto de riesgos identificados para cada unidad constructiva en que se ha dividido la obra se encuentran en el Anexo nº1 de esta Memoria.

#### 1.5.1.3. Riesgos de daños a terceros

Son los que pueden afectar a personas o a cosas ajenas a las obra, en sus proximidades.

Fundamentalmente son:

- Caídas de objetos al mismo y a distinto nivel
- Atropello
- Caídas de personas a distinto nivel

### 1.5.2. Estimación del riesgo

Para los riesgos identificados se ha estimado la severidad del daño teniendo en cuenta la naturaleza del mismo y la probabilidad de que suceda.

### 1.5.3. Valoración y control de los riesgos

Una vez estimado el riesgo, se ha valorado el mismo, considerándose las medidas preventivas necesarias para que el riesgo identificado pueda ser controlado.

## 1.6. Señalización, servicios sanitarios y comunes

### 1.6.1. Señalización

Previo al comienzo de las obras se procederá a cerrar, señalizar y a limitar el acceso a los terrenos afectados por la obra, en los que se colocarán las señales necesarias tales como:

**PROHIBIDO EL PASO A TODA PERSONA AJENA A LA OBRA  
USO OBLIGATORIO DE CASCO DE SEGURIDAD**

### 1.6.2. Servicios sanitarios

De acuerdo a lo expuesto en el R.D. 486/1997, de 14 de abril sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, se dispondrá como mínimo de un botiquín portátil que contenga desinfectantes y antisépticos autorizados, gases estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas y guantes desechables. Este material será revisado periódicamente y se repondrá tan pronto como caduque o sea utilizado.

Se dispondrá en lugar visible del Centro de Trabajo una lista con los teléfonos y dirección del centro médico más cercano.

### 1.6.3. Servicios higiénicos

El conjunto de las instalaciones se adecuará a lo expuesto en el R.D. 486/1997, de 14 de abril sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo y como mínimo deberán contar con los elementos siguientes:

#### 1.6.3.1. Comedor

Deberá disponer de calienta comidas, mesas y asientos con respaldo, pila de agua caliente y fría, calefacción y un cubo para desperdicios.

#### 1.6.3.2. Vestuarios

Los vestuarios deberán disponer de asientos, además de una taquilla con cerradura por trabajador y una ducha y un lavabo con agua caliente y fría por cada diez trabajadores, disponiendo de calefacción.

#### 1.6.3.3. Servicios

Se dispondrá de un retrete por cada 15 trabajadores.

**En Madrid, Octubre de 2022**  
EL INGENIERO INDUSTRIAL



D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS  
COLEGIADO DEL ICAI Nº 1813/102

## 2. *PLIEGO DE CONDICIONES*

## 2.1. Normativa y reglamentación aplicable

Se aplicará la normativa aquí descrita, y las actualizaciones a las mismas que sean aplicables.

### 2.1.1. Ámbito general

- **Ley 31/1.995** de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborables
- **Real Decreto 39/1.997**, de 17 de enero por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- **Real Decreto Legislativo 2/2.015**, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- **Real Decreto 1627/1.997**, de 25 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.
- **Orden Ministerial de 16 de diciembre de 1.987**, por la que se establecen nuevos modelos para la notificación de accidentes de trabajo y se dan las instrucciones para su cumplimentación y tramitación.
- **Real Decreto 1299/2.006**, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro.
- **Real Decreto 485/1.997**, de 14 de abril, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de Seguridad y salud en el trabajo.
- **Orden de 9 de marzo de 1.971**, por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo<sup>1</sup>.
- **Real Decreto 286/2.006 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. BOE núm. 60 de 11 de marzo.
- **Real Decreto 487/1.997**, de 14 de abril sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos en particular dorso-lumbares, para los trabajadores.
- **Real Decreto 842/2002**, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- **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 664/1.997**, de 12 de mayo, sobre protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.

---

<sup>1</sup> Actualmente, solo se encuentran en vigor determinados artículos del TITULO II de la citada Ordenanza

- **Real Decreto 665/1.997**, de 12 de mayo, sobre protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- **Real Decreto 396/2006**, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto
- **Convenio de la OIT de 4 de junio de 1.986**, número 162, ratificado por instrumentos de 17 de julio de 1990, sobre utilización del asbesto en condiciones de seguridad.
- **Resolución de 15 de febrero de 1.997**, sobre empleo de disolventes y otros compuestos que contengan benceno.
- **Real Decreto 374/2001**, de 6 de abril sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- **Orden de 20 de mayo de 1.952** por la que se aprueba el Reglamento de Seguridad en el Trabajo en la industria de la construcción y Obras Públicas.
- **Real Decreto 863/1.985**, de 2 de abril, por el que se aprueba el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.
- **Real Decreto 130/2017**, de 24 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de Explosivos.
- **Real Decreto 656/2017**, de 23 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos y sus Instrucciones Técnicas Complementarias MIE APQ 0 a 10.
- **Real Decreto 2060/2008**, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- **Orden de 20 de enero de 1.956**, por el que se aprueba el reglamento de seguridad en los trabajos en cajones de aire comprimido.
- **Real Decreto 486/1.997**, de 14 de abril sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo
- **Real Decreto 363/1.995** de 10 de marzo sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas.

#### 2.1.2. Equipos de obra

- **Real Decreto 1215/1.997**, de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización de los equipos de trabajo.
- **Real Decreto 1849/2000**, de 10 de noviembre, por el que se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación de productos industriales

- **Real Decreto 1644/2008**, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- **Real Decreto 836/2003**, de 27 de junio, por el que se aprueba una nueva Instrucción técnica complementaria "MIE-AEM-2" del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas torre para obras u otras aplicaciones.
- **Real Decreto 836/2.003** de 27 de junio, por el que se aprueba una nueva Instrucción técnica complementaria ITC MIE-AEM-2 del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas torre para obras u otras aplicaciones.
- **Real Decreto 837/2.003** de 27 de junio, por el que se aprueba el nuevo texto modificado y refundido de la Instrucción técnica complementaria ITC MIE-AEM-4 del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas móviles autopulsadas. BOE núm. 170 de 17 de julio.
- **Real Decreto 212/2002**, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre

#### 2.1.3. Equipos de protección individual.

- **Real Decreto 1407/1.992**, de 20 de noviembre, que regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual- EPI.
- **Real Decreto 159/1.995**, de 3 de febrero, en el que se modifica el marcado "CE" de conformidad y el año de colocación.
- **Real Decreto 773/1.997**, de 30 de mayo sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- **Diversas normas UNE** en cuanto a ensayos, fabricación, adecuación del uso y catalogación de los equipos de protección individual.

## 2.2. Prescripciones de utilización y mantenimiento de los equipos

Todas las máquinas y equipos a utilizar deberán tener marcado CE. Únicamente se admitirán aquellos que no lo tengan en caso de que se haya realizado una evaluación de riesgos del mismo y se hayan instalado todas aquellas medidas preventivas que garanticen la seguridad del operario que lo utilice.

Las máquinas y equipos se utilizarán únicamente cuando se encuentren adecuadamente instalados, y en lugares que no generen nuevos riesgos a sus operarios.

El mantenimiento de máquinas y equipos deben realizarlo solamente personal acreditado, y siguiendo las indicaciones del fabricante.

Las máquinas y equipos deben ser utilizados únicamente por personal que haya sido previamente instruido en su uso, y conozcan perfectamente los peligros que pueden generar.

## 2.3. Empleo y conservación del material de seguridad

### 2.3.1. Protecciones colectivas

#### 2.3.1.1. Vallas de protección

Se instalarán vallas de protección de 2,5 x 1,0 m en todas las zonas donde se realicen excavaciones para las cimentaciones de los apoyos, de manera que se garantice en todo momento la imposibilidad de que cualquier persona ajena a la obra o trabajador de la misma, pueda acceder a la excavación, cuando no sea preciso.

### 2.3.2. Protecciones personales

Con carácter general todos los elementos de protección personal deben tener marcado CE y deben cumplir con el R.D. 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.

Así mismo todos los trabajadores deberán contar como elementos de protección personal de carácter general, además de los propios para cada actividad con los siguientes:

- Casco de seguridad
- Calzado de seguridad con puntera y suela reforzada
- Ropa de protección para inclemencias del tiempo
- Guantes de piel flor

Todas las protecciones personales tendrán fijado un periodo de vida útil, desechándose a su término.

Cuando por las circunstancias del trabajo se produzca un deterioro más rápido del prefijado esta se repondrá, independientemente de la duración prevista.

Todo elemento de protección personal que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido debe ser desechado de inmediato.

### 2.3.2.1. Protección de la cabeza

Será de aplicación lo expuesto en las Normas de Homologación siguientes:

| NORMA                   | DENOMINACION                            |
|-------------------------|---|
| UNE-EN-397:1995         | Cascos de protección para la industria  |
| UNE-EN-812:1998         | Cascos contra golpes para la industria. |
| UNE-EN-397:1996 ERRATUM | Cascos de protección para la industria  |

### 2.3.2.2. Protección de brazos y manos

Será de aplicación lo expuesto en las Normas de Homologación siguientes:

| NORMA                 | DENOMINACION  |
|-----------------------|---|
| UNE-EN-420:1995       | Requisitos generales para los guantes   |
| UNE-EN-388:1995       | Guantes de protección contra riesgos mecánicos  |
| UNE-EN-374-1:1995     | Guantes de protección contra los productos químicos y los microorganismos. Parte 1: Terminología y requisitos de prestaciones.                                    |
| UNE-EN-374-2:1995     | Guantes de protección contra los productos químicos y los microorganismos. Parte 2: Determinación de la resistencia a la penetración.                             |
| UNE-EN-374-3:1995     | Guantes de protección contra los productos químicos y los microorganismos. Parte 2: Determinación de la resistencia a la permeabilidad de los productos químicos. |
| UNE-EN-511:1996       | Guantes de protección contra el frío.   |
| UNE-EN 60903/A11:1997 | Guantes y manoplas de material aislante para trabajos eléctricos  |
| UNE-EN 60903: 2000    | Guantes y manoplas de material aislante para trabajos eléctricos  |

### 2.3.2.3. Protección de los pies

Será de aplicación lo expuesto en las Normas de Homologación siguientes:

| NORMA              | DENOMINACION  |
|--------------------|---|
| UNE-EN-344:1993    | Requisitos y métodos de ensayo para el calzado de seguridad, calzado de protección y calzado de trabajo para uso profesional. |
| UNE-EN-344/A1:1997 | Requisitos y métodos de ensayo para el calzado de seguridad, calzado de protección y calzado de trabajo                       |

|                           |  |
|---------------------------|--|
|                           | para uso profesional.  |
| UNE-EN-344:1994 ERRATUM   | Requisitos y métodos de ensayo para el calzado de seguridad, calzado de protección y calzado de trabajo para uso profesional.  |
| UNE-EN-344:1995 ERRATUM 2 | Requisitos y métodos de ensayo para el calzado de seguridad, calzado de protección y calzado de trabajo para uso profesional.  |
| UNE-EN-344-2:1996         | Requisitos y métodos de ensayo para el calzado de seguridad, calzado de protección y calzado de trabajo para uso profesional. Parte 2: Requisitos adicionales y métodos de ensayo. |
| UNE-EN-345-2:1996         | Calzado de seguridad para uso profesional. Parte 2: Especificaciones adicionales.  |
| UNE-EN-345/A1:1997        | Especificaciones del calzado de seguridad para uso profesional.  |
| UNE-EN-345:1993           | Especificaciones del calzado de seguridad para uso profesional.  |
| UNE-EN-346-2:1996         | Calzado de protección para uso profesional. Parte 2: Especificaciones adicionales.   |
| UNE-EN-346/A1:1997        | Especificaciones del calzado de protección para uso profesional.   |
| UNE-EN-346:1993           | Especificaciones del calzado de protección para uso profesional.   |
| UNE-EN-347-2:1996         | Calzado de trabajo para uso profesional. Parte 2: Especificaciones adicionales.  |
| UNE-EN-347/A1:1997        | Especificaciones del calzado de trabajo para uso profesional.  |
| UNE-EN-347:1993           | Especificaciones del calzado de trabajo para uso profesional.  |
| UNE-EN-12568:1998         | Protectores de pies y piernas. Requisitos y métodos de ensayos de topes y plantillas metálicas resistentes a la perforación.   |

#### 2.3.2.4. Protección del cuerpo entero

Será de aplicación lo expuesto en las Normas de Homologación siguientes:

- Ropas de protección

| NORMA                   | DENOMINACION  |
|-------------------------|---|
| UNE-ENV-343:1999        | Ropa de protección. Protección contra las inclemencias.                   |
| UNE-EN 471:1995         | Ropas de señalización de alta visibilidad                                 |
| UNE-EN-471:1996 ERRATUM | Ropas de señalización de alta visibilidad                                 |
| UNE-EN 340:1994         | Ropas de protección. Requisitos generales. (Versión oficial EN 340:1993). |

| NORMA                 | DENOMINACION  |
|-----------------------|---|
| UNE-EN-1149-1:1996    | Ropas de protección. Propiedades electrostáticas. Parte 1: Resistividad superficial (Requisitos y métodos de ensayo).   |
| UNE-EN-1149-2:1998    | Ropas de protección. Propiedades electrostáticas. Parte 2: Método de ensayo para medir la resistencia eléctrica a través de un material (Resistencia vertical). |
| UNE-EN-470-1/A1:1998  | Ropas de protección utilizadas durante el soldeo y las técnicas conexas. Parte 1: Requisitos generales.   |
| UNE-EN-470-1:1995     | Ropas de protección utilizadas durante el soldeo y las técnicas conexas. Parte 1: Requisitos generales.   |
| UNE-EN-510:1994       | Especificaciones de ropas de protección contra los riesgos de quedar atrapado por las piezas de las maquinas en movimiento. (Versión oficial EN 510:1993)       |
| UNE-EN-530:1996       | Resistencia a la abrasión de los materiales de la ropa de protección. Métodos de ensayo.  |
| UNE-EN-863:1996       | Ropa de protección. Propiedades mecánicas. Método de ensayo: Resistencia a la perforación.  |
| UNE-EN ISO-13997:2000 | Ropa de protección. Propiedades mecánicas. Determinación de la resistencia al corte por objetos afilados (ISO 13997:1999).                                      |

- Protección contra caídas de alturas

| NORMA                        | DENOMINACION  |
|------------------------------|---|
| UNE-EN-1868:1997             | Equipos de protección individual contra las caídas de altura. Lista de términos equivalentes.   |
| UNE-EN-341:1997              | Equipos de protección individual contra las caídas de altura. Dispositivos de descenso.   |
| UNE-EN-353-1:1993            | Equipos de protección individual contra las caídas de altura. Parte 1: Dispositivos anticaídas deslizantes con línea de anclaje rígida. (Versión oficial EN 353-1:1992)   |
| UNE-EN-353-1:1994<br>ERRATUM | Equipos de protección individual contra las caídas de altura. Parte 1: Dispositivos anticaídas deslizantes con línea de anclaje rígida. (Versión oficial EN 353-1:1992)   |
| UNE-EN-353-2:1993            | Equipos de protección individual contra las caídas de altura. Parte 2: Dispositivos anticaídas deslizantes con línea de anclaje flexible. (Versión oficial EN 353-2:1992) |
| UNE-EN-354:1993              | Equipos de protección individual contra las caídas de altura. Elementos de amarre. (Versión oficial EN 354:1992).   |
| UNE-EN-355:1993              | Equipos de protección individual contra las caídas de altura. Absorbedores de energía. (Versión oficial EN 355:1992).   |



| NORMA              | DENOMINACION   |
|--------------------|--|
| UNE-EN-358:1993    | Equipos de protección individual para sostener en posición de trabajo y prevención de caídas de altura. Sistemas de sujeción. (Versión oficial EN 358:1992). |
| UNE-EN-360:1993    | Equipos de protección individual contra las caídas de altura. Dispositivos anticaídas retráctiles. (Versión oficial EN 360:1992).                            |
| UNE-EN-361:1993    | Equipos de protección individual contra las caídas de altura. Arnese anticaídas. (Versión oficial EN 360:1992).  |
| UNE-EN-362:1993    | Equipos de protección individual contra las caídas de altura. Conectores. (Versión oficial EN 362:1992).   |
| UNE-EN-363:1993    | Equipos de protección individual contra las caídas de altura. Sistemas anticaídas. (Versión oficial EN 362:1992).  |
| UNE-EN-364/AC:1994 | Equipos de protección individual contra las caídas de altura. Métodos de ensayo. (Versión oficial EN 364/AC:1993).   |
| UNE-EN-364:1993    | Equipos de protección individual contra las caídas de altura. Métodos de ensayo. (Versión oficial EN 364:1992).  |
| UNE-EN-365:1993    | Equipos de protección individual contra las caídas de altura. Requisitos generales para instrucciones de uso y marcado. (Versión oficial EN 365:1992).       |
| UNE-EN-795:1997    | Equipos de protección individual contra las caídas de altura. Dispositivos de anclaje. Requisitos y ensayos.   |
| UNE-EN-813:1997    | Equipos de protección individual para prevención de caídas de altura. Arnese de asiento.   |

## 2.4. Consulta y participación de los trabajadores

### 2.4.1. Delegado de Prevención

En aplicación de la Ley 31/1.995, la representación de los trabajadores en materia de prevención de riesgos en el trabajo corresponde a los Delegados de prevención, que serán designados por y entre los representantes del personal, de acuerdo a lo expuesto en los puntos 2, 3 y 4 del Artículo 35 de la citada Ley.

Las competencias y facultades de dichos Delegados de prevención, así como las garantías y sigilo profesional se encuentran recogidas en los Artículos 36 y 37 de la Ley 31/1.995.

### 2.4.2. Comité de Seguridad y Salud

El Comité de Seguridad y Salud es el órgano paritario y colegiado de participación destinado a la consulta regular y periódica de las actuaciones de la empresa en materia de prevención de riesgos, debiéndose constituir en todas aquellas empresas con más de 50 trabajadores. La constitución de dicho comité queda regulada en el Artículo 38 de la Ley 31/1.995.

Las competencias y facultades del Comité de Seguridad y Salud se recogen en los apartados 1 y 2 del Artículo 39 de la ya citada Ley.

## 2.5. Control de los trabajos

### 2.5.1. Índices de control

Con el fin de efectuar un seguimiento de la efectividad de las medidas preventivas adoptadas, el empresario elaborará mensualmente un gráfico en el que figuren tanto por meses como por acumulados a origen de los trabajos los valores de los índices siguientes:

- Índice de frecuencia

$$I_r = \frac{\text{Nº de Accidentes con baja}}{\text{Nº de horas trabajadas}} 10^6$$

Para su cálculo hay que contabilizar solamente los accidentes ocurridos mientras existe exposición al riesgo estrictamente laboral, por lo que se excluirán los accidentes "in itinere". Así mismo las horas trabajadas serán las de exposición al riesgo, por lo que deben excluirse las de vacaciones, enfermedades, etc.

- Índice de gravedad

$$I_G = \frac{\text{Nº total de jornadas perdidas}}{\text{Nº de horas trabajadas}} 10^3$$

Para su cálculo se considerarán las jornadas laborales perdidas, no los días naturales. Estas se obtienen como suma de las correspondientes a incapacidades temporales y permanentes, obteniéndose estas segundas mediante baremo. Los accidentes sin bajas, se consideran como dos horas perdidas, por lo que cuatro implican una jornada perdida

- Índice de incidencia

$$I_i = \frac{\text{N}^\circ \text{ de Accidentes con baja}}{\text{N}^\circ \text{ de horas trabajadas}} \cdot 100$$

- Índice de duración media

$$I_{Dm} = \frac{\text{N}^\circ \text{ total de jornadas perdidas}}{\text{N}^\circ \text{ de accidentes con baja}}$$

### 2.5.2. Partes de accidentes y deficiencias

En aplicación a la O.M. de 16 de Diciembre de 1987 (B.O.E. de 29 de diciembre de 1987), es obligación del empresario la realización de los siguientes partes de accidentes de trabajo:

- Parte de accidente de trabajo.
- Relación de accidentes de trabajo ocurridos sin baja médica.
- Relación de altas o fallecimientos de accidentados.

En caso de que se produzca un accidente, que provoque el fallecimiento de un trabajador, que sea considerado como grave o muy grave, o que afecte a más de cuatro trabajadores, el empresario además de cumplimentar el correspondiente parte de accidente, comunicará en el plazo de 24 horas este hecho por telegrama o método análogo a la autoridad laboral de la provincia donde haya ocurrido el accidente.

Con independencia de los partes de accidente exigidos por la Orden Ministerial ya citada, el empresario estará obligado a la realización de un parte para todos los accidentes o incidentes (accidentes sin daños) que se produzcan, para posteriormente realizar una investigación del mismo y subsanar aquellas deficiencias que pudieran haberse producido en la aplicación de medidas preventivas.

## 2.6. Plan de seguridad y salud en el trabajo

En aplicación al Artículo 7 del R.D. 1627/1.997 corresponde al contratista de las obras la elaboración de un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el Estudio básico de Seguridad, en función de su propio sistema de ejecución de la obra. En dicho Plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el Estudio básico.

El Plan de Seguridad, deberá ser firmado, antes del comienzo de las obras, por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución y estará en la obra a disposición permanente de la dirección facultativa.

## 2.7. Obligaciones de contratista y subcontratista

El contratista y subcontratistas estarán obligados a:

- Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos laborales y en particular:
- El mantenimiento de la obra en buen estado de limpieza.
- La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
- La manipulación de distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.
- El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de las obras, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, en particular si se trata de materias peligrosas.
- El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
- La recogida de materiales peligrosos utilizados.
- La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
- Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
- Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.
- Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de

Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.

- Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiera a seguridad y salud.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan y en lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente o, en su caso, a los trabajos autónomos por ellos contratados. Además responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el Plan.

Las responsabilidades del Coordinador, Dirección Facultativa y el Promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

## 2.8. Obligaciones de los trabajadores autónomos

Los trabajadores autónomos están obligados a:

- Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:
- El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
- La recogida de materiales peligrosos utilizados.
- La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
- Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
- Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.
- Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de su actuación coordinada que se hubiera establecido.
- Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el Artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/ 1.997.
- Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1.997.

- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud.

Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

#### 2.9. Libro de incidencias

En el centro de trabajo deberá existir con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad un libro de incidencias que constará de hojas por duplicado, habilitado al efecto.

El Libro de Incidencias, se mantendrá siempre en obra y estará en poder del Coordinador en materia de seguridad.

La regulación del libro de incidencias queda expuesta en el Artículo 13 del R.D. 1627/1.995.

#### 2.10. Paralización de los trabajos

Cuando el Coordinador y durante la ejecución de las obras, observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista y dejará constancia de tal incumplimiento en el Libro de Incidencias, quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de tajos o, en su caso, de la totalidad de la obra.

Dará cuenta de este hecho a los efectos oportunos, a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará al contratista, y en su caso a los subcontratistas y/o autónomos afectados de la paralización y a los representantes de los trabajadores.

#### 2.11. Derechos de los trabajadores

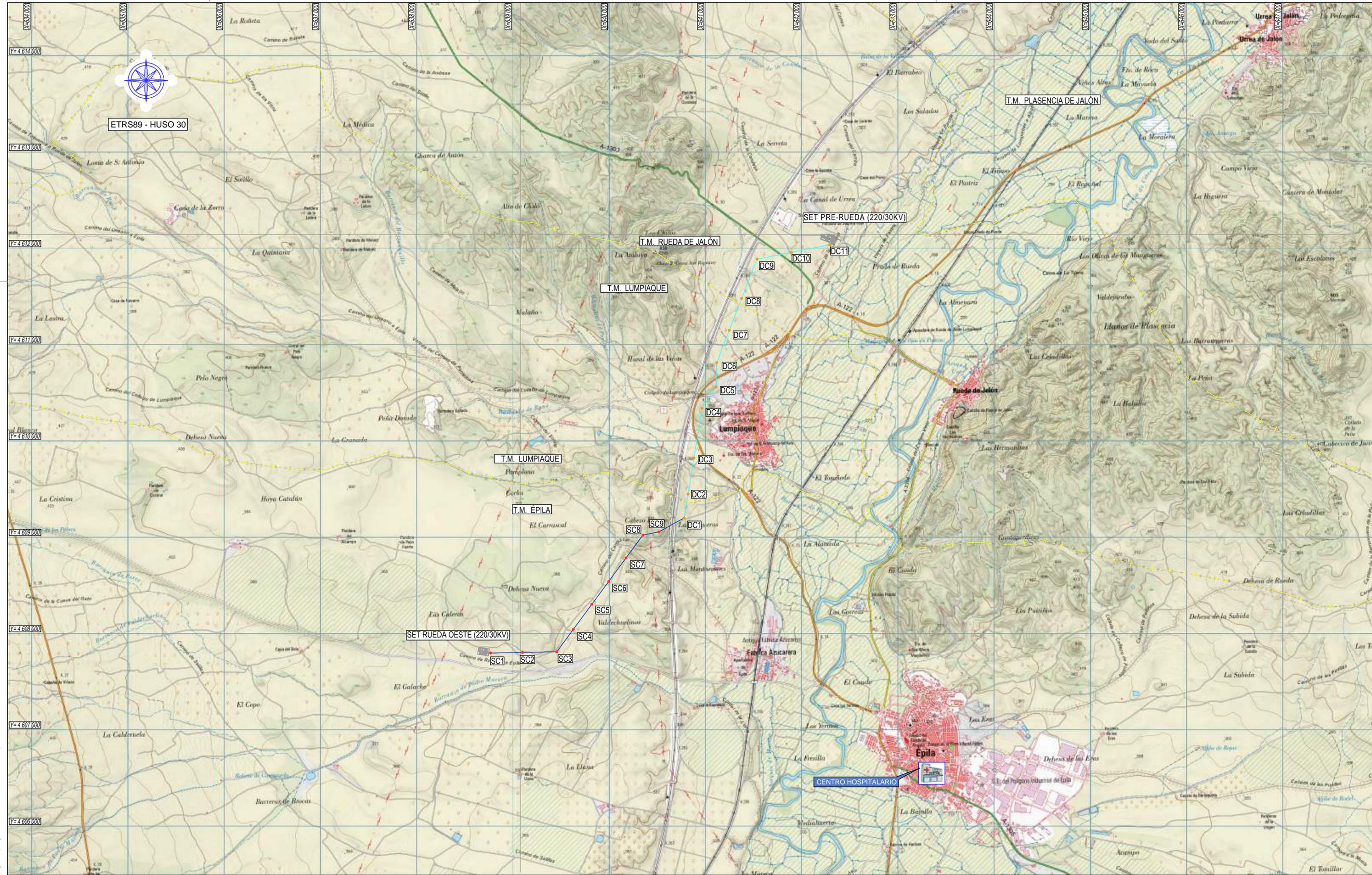
Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.

Una copia del Plan de Seguridad y Salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

### 3. PLANOS

### 3.1. Lista de planos

|   |                    |
|---|--------------------|
| Situación y centro hospitalario .....             | FE-21000034-ESS-01 |
| Protección en cimentación apoyos monobloque ..... | FE-21000034-ESS-02 |
| Protección en cimentación apoyos 4 patas .....    | FE-21000034-ESS-03 |
| Casco de seguridad no metálico.....               | FE-21000034-ESS-04 |
| Botas de seguridad.....                           | FE-21000034-ESS-05 |
| Gafas contra impactos .....                       | FE-21000034-ESS-06 |
| Mascarilla antipolvo .....                        | FE-21000034-ESS-07 |
| Cinturones de seguridad.....                      | FE-21000034-ESS-08 |
| Pórtico de seguridad en líneas.....               | FE-21000034-ESS-09 |
| Valla de protección tipo.....                     | FE-21000034-ESS-10 |
| Casetas .....                                     | FE-21000034-ESS-11 |



 CENTRO DE SALUD  
50290 ÉPILA - ZARAGOZA  
Calle Escuelas, 2  
Teléfono: 976 60 33 63

LEYENDA:  
 LAT 220 KV SC  
 LAT 220 KV DC  
 APOYOS SC  
 APOYOS DC  
 LÍMITES T.MUNICIPAL

D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS  
INGENIERO DEL ICAI COL. N° 18131024  

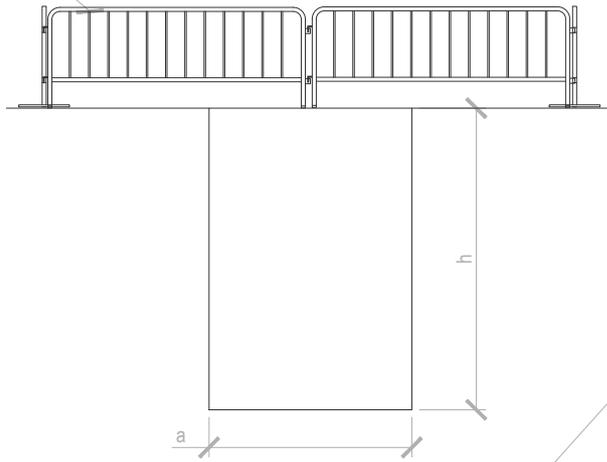

|   |         |             |
|---|---------|-------------|
| <br>Grupo Sisener Ingenieros |         |             |
| Fecha:  | 10/2022 | Nombre: ALM |
| Dibujado:   | 10/2022 | ALM         |
| Comprobado:   | 10/2022 | ALM         |
| Aprobado:   | 10/2022 | RFB         |

LAAT 220 KV SC  
SET RUEDA OESTE 220/30KV-SET PRE-RUEDA 400/220KV  
ZARAGOZA

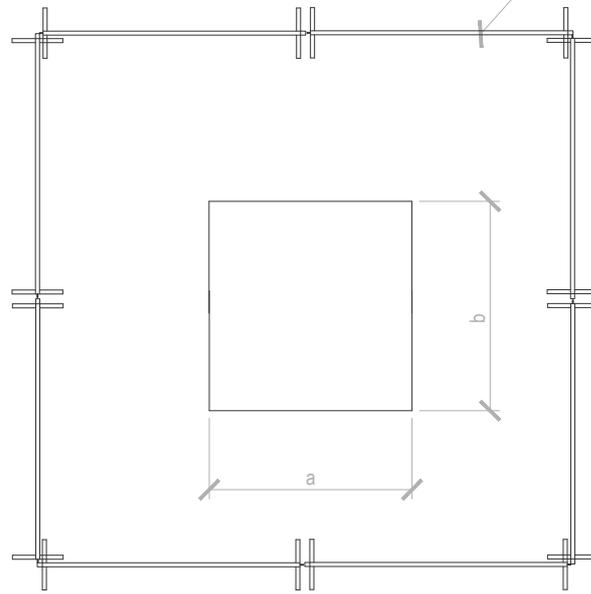
ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD  
PLANO DE SITUACIÓN

|            |                 |
|------------|-----------------|
| Escala:    | 1/25.000        |
| Revisión:  | 00              |
| Hoja:      | 01              |
| Siguiente: | -               |
| Código:    | FE-21000034-ESS |

Valla de protección tipo



Valla de protección tipo



D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS  
INGENIERO DEL ICAI COL. Nº 1813/1024



LAAT 220 KV SC  
SET RUEDA OESTE 220/30KV-SET PRE-RUEDA 400/220KV  
ZARAGOZA

Escala: S/E

Revisión: 00

Hoja: 02

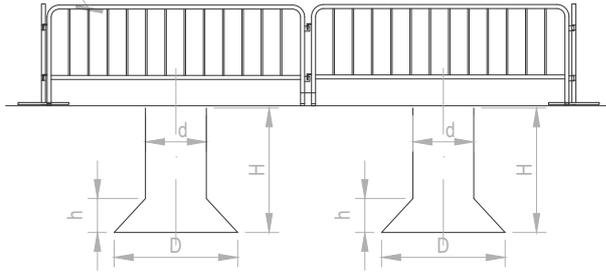
Siguiente: -

Código: FE-21000034-ESS

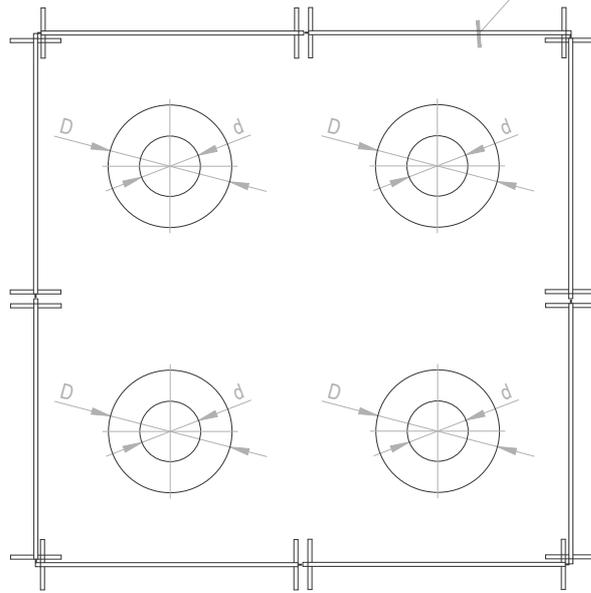
|             | Fecha:  | Nombre: |
|-------------|---------|---------|
| Dibujado:   | 10/2022 | ALM     |
| Comprobado: | 10/2022 | ALM     |
| Aprobado:   | 10/2022 | RFB     |

PROTECCIONES EN CIMENTACIONES  
EN APOYOS MONOBLOQUE

Valla de protección tipo



Valla de protección tipo



D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS  
INGENIERO DEL ICAI COL. N° 1813/1024

 **FEMTAB**  
Grupo Sisener Ingenieros

LAAT 220 KV SC  
SET RUEDA OESTE 220/30KV-SET PRE-RUEDA 400/220KV  
ZARAGOZA

Escala: S/E

Revisión: 00

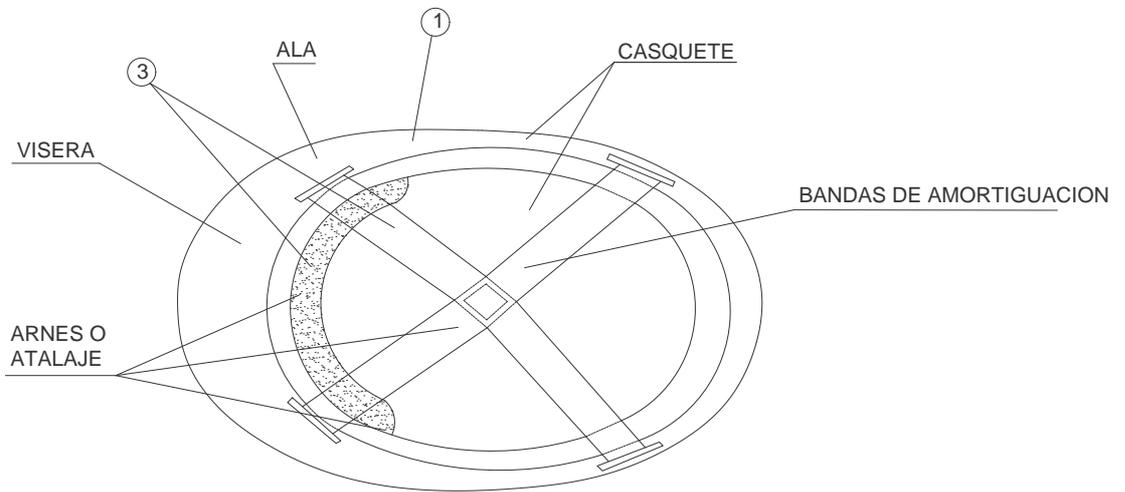
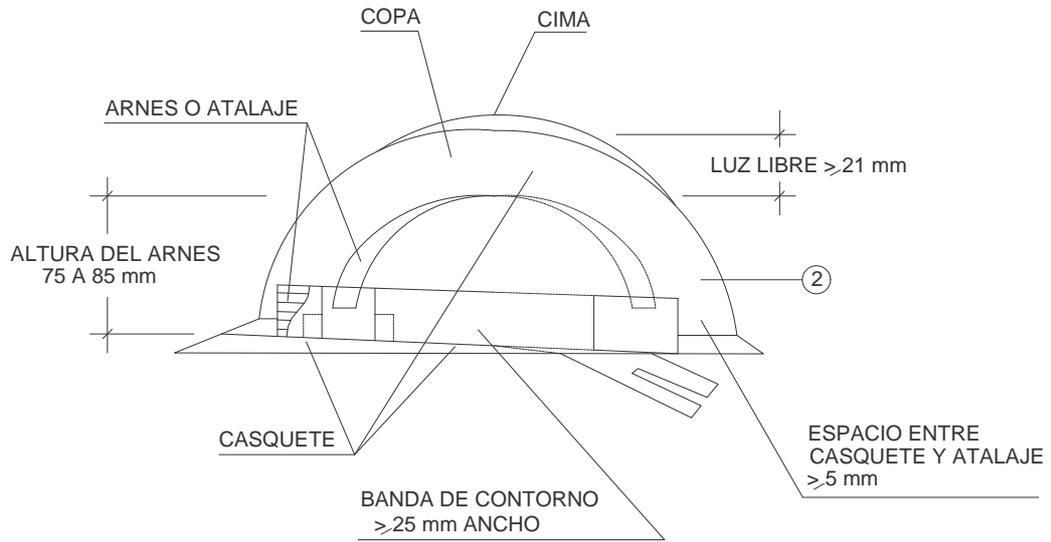
Hoja: 03

Siguiente: -

Código: FE-21000034-ESS

|             | Fecha:  | Nombre: |
|-------------|---------|---------|
| Dibujado:   | 10/2022 | ALM     |
| Comprobado: | 10/2022 | ALM     |
| Aprobado:   | 10/2022 | RFB     |

PROTECCIONES EN CIMENTACIONES  
EN APOYOS 4 PATAS



- 1 MATERIAL INCONBUSTIBLE, RESISTENTE A GRASAS, SALES Y AGUAS.
- 2 CLASE N AISLANTE A 1.000 V CLASE E-AT AISLANTE A 25.000 V
- 3 MATERIAL NO RIGIDO, HIDROFUGO, FACIL LIMPIEZA Y DESINFECCION.

D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS  
INGENIERO DEL ICAI COL. Nº 1813/1024



LAAT 220 KV SC  
SET RUEDA OESTE 220/30KV-SET PRE-RUEDA 400/220KV  
ZARAGOZA

Escala: S/E

Revisión: 00

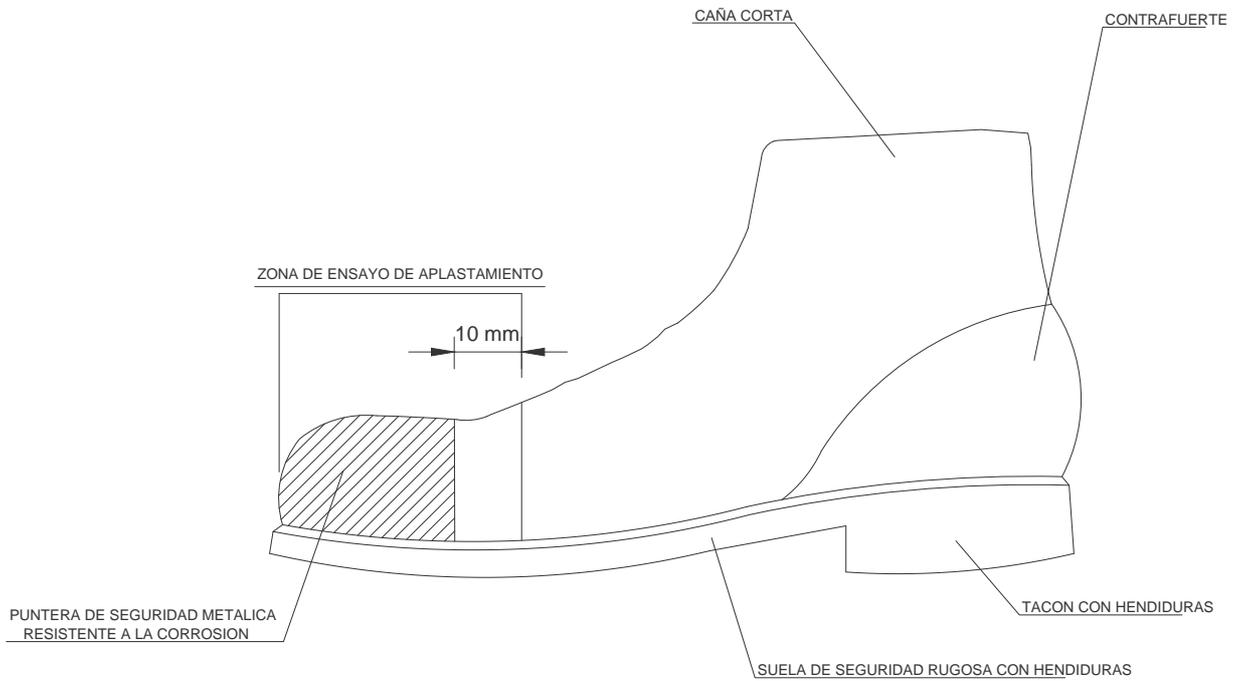
Hoja: 04

Siguiente: -

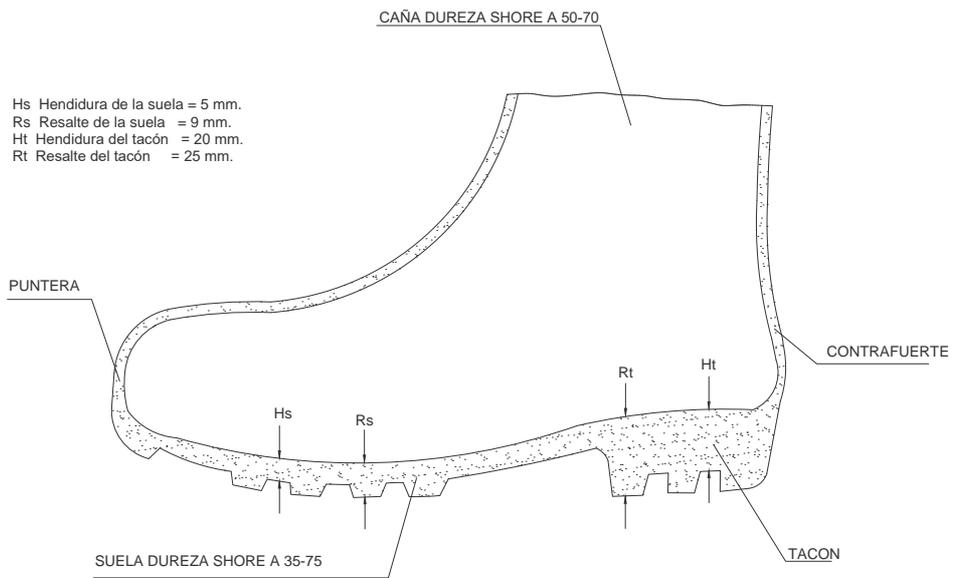
Código: FE-21000034-ESS

|             | Fecha:  | Nombre: |
|-------------|---------|---------|
| Dibujado:   | 10/2022 | ALM     |
| Comprobado: | 10/2022 | ALM     |
| Aprobado:   | 10/2022 | RFB     |

CASCO DE SEGURIDAD NO METÁLICO



**BOTA DE SEGURIDAD CLASE III**



**BOTA IMPERMEABLE AL AGUA Y A LA HUMEDAD**

D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS  
INGENIERO DEL ICAI COL. N° 1813/1024



LAAT 220 KV SC  
SET RUEDA OESTE 220/30KV-SET PRE-RUEDA 400/220KV  
ZARAGOZA

Escala: S/E

Revisión: 00

Hoja: 05

Siguiente: -

Código: FE-21000034-ESS

|             | Fecha:  | Nombre: |
|-------------|---------|---------|
| Dibujado:   | 10/2022 | ALM     |
| Comprobado: | 10/2022 | ALM     |
| Aprobado:   | 10/2022 | RFB     |

BOTAS DE SEGURIDAD

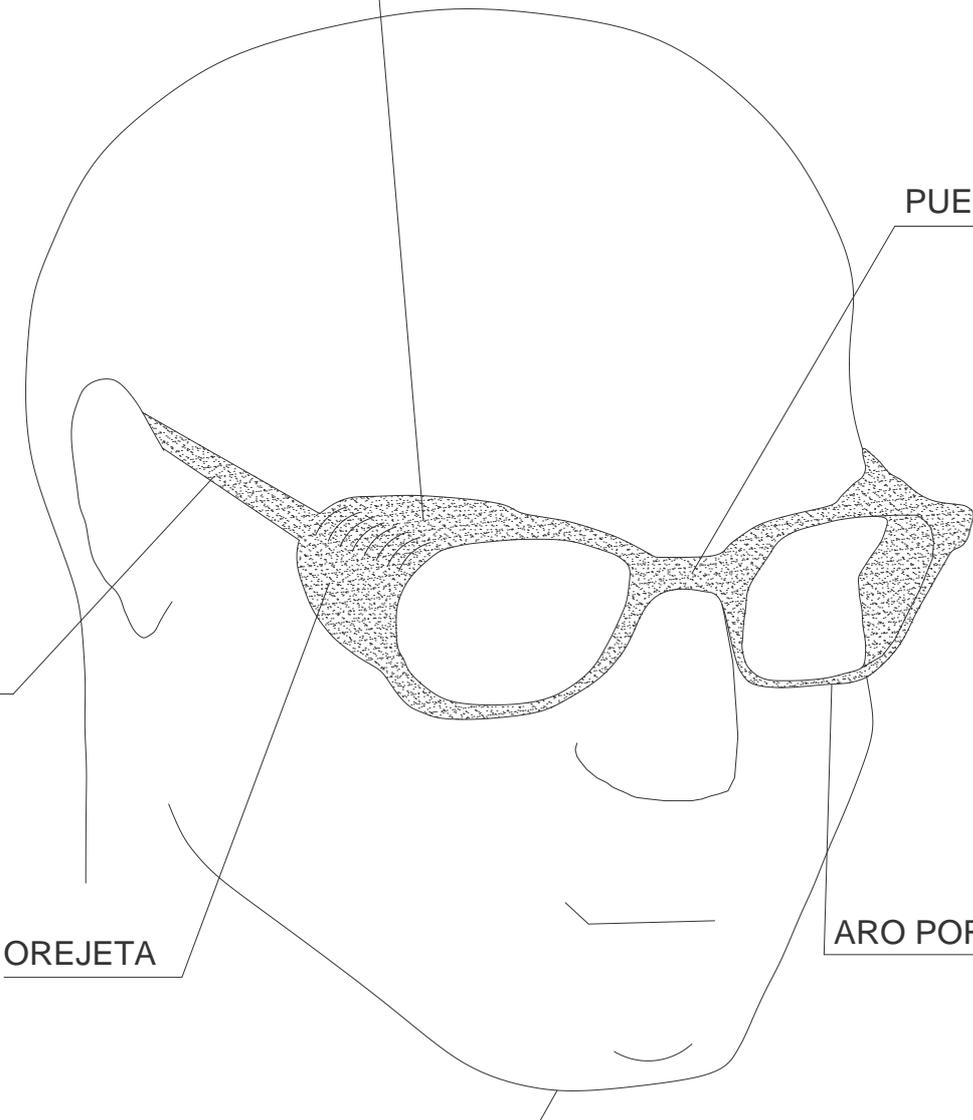
PROTECCION ADICIONAL

PUENTE

PATILLA

OREJETA

ARO PORTAOCULAR



D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS  
INGENIERO DEL ICAI COL. Nº 1813/1024



LAAT 220 KV SC  
SET RUEDA OESTE 220/30KV-SET PRE-RUEDA 400/220KV  
ZARAGOZA

Escala: S/E

Revisión: 00

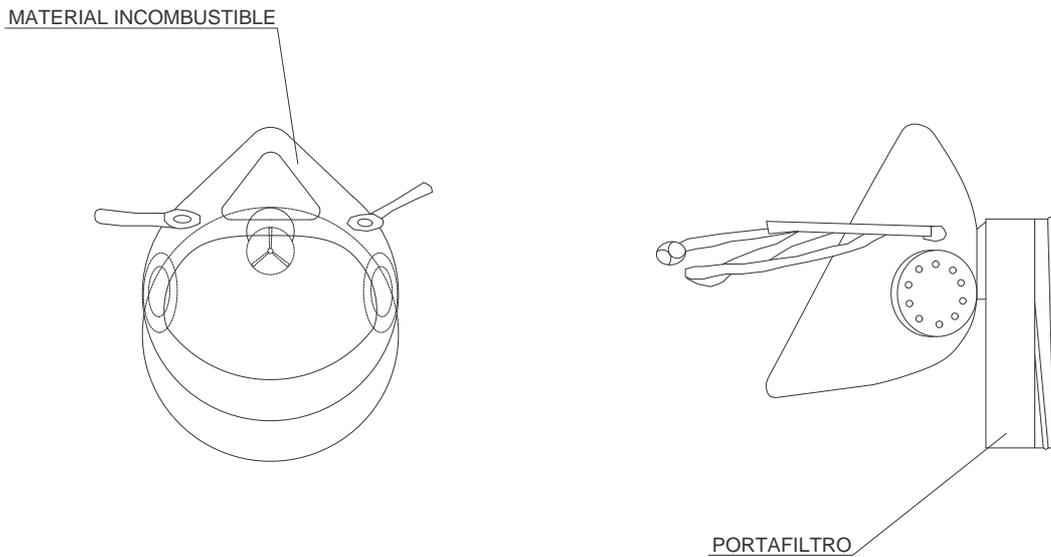
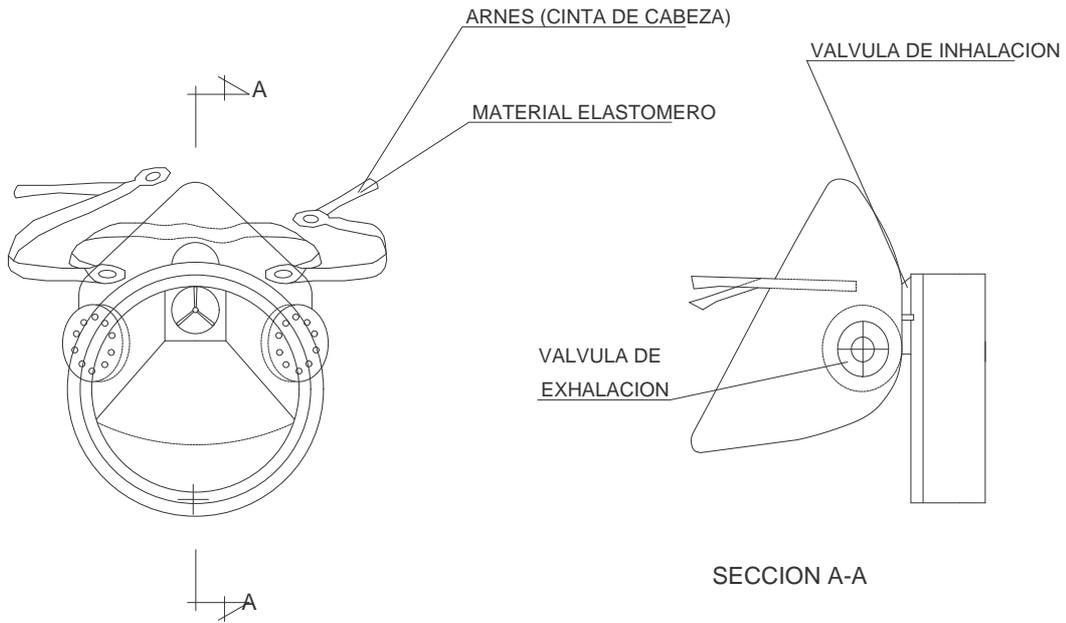
Hoja: 06

Siguiente: -

Código: FE-21000034-ESS

|             | Fecha:  | Nombre: |
|-------------|---------|---------|
| Dibujado:   | 10/2022 | ALM     |
| Comprobado: | 10/2022 | ALM     |
| Aprobado:   | 10/2022 | RFB     |

GAFAS DE MONTURA TIPO UNIVERSAL  
CONTRA IMPACTOS



D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS  
INGENIERO DEL ICAI COL. Nº 1813/1024

*RFB*



LAAT 220 KV SC  
SET RUEDA OESTE 220/30KV-SET PRE-RUEDA 400/220KV  
ZARAGOZA

Escala: S/E

Revisión: 00

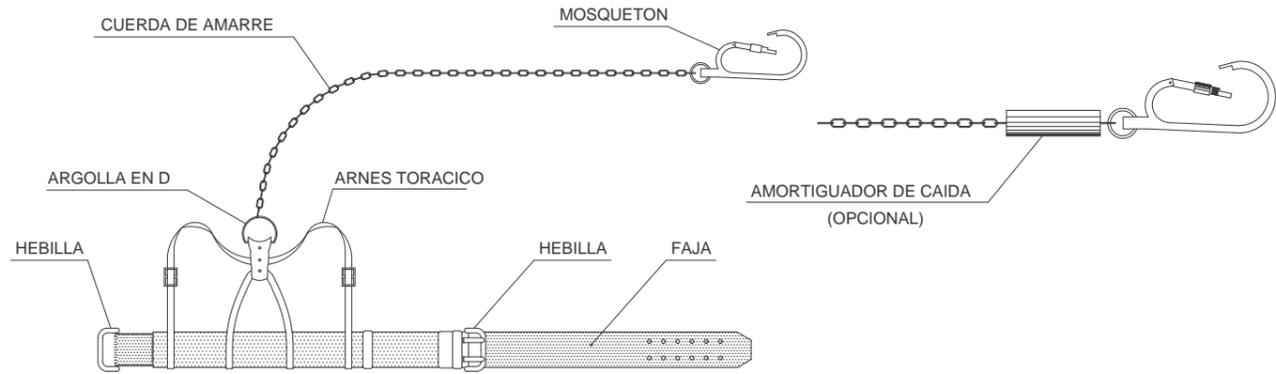
Hoja: 07

Siguiente: -

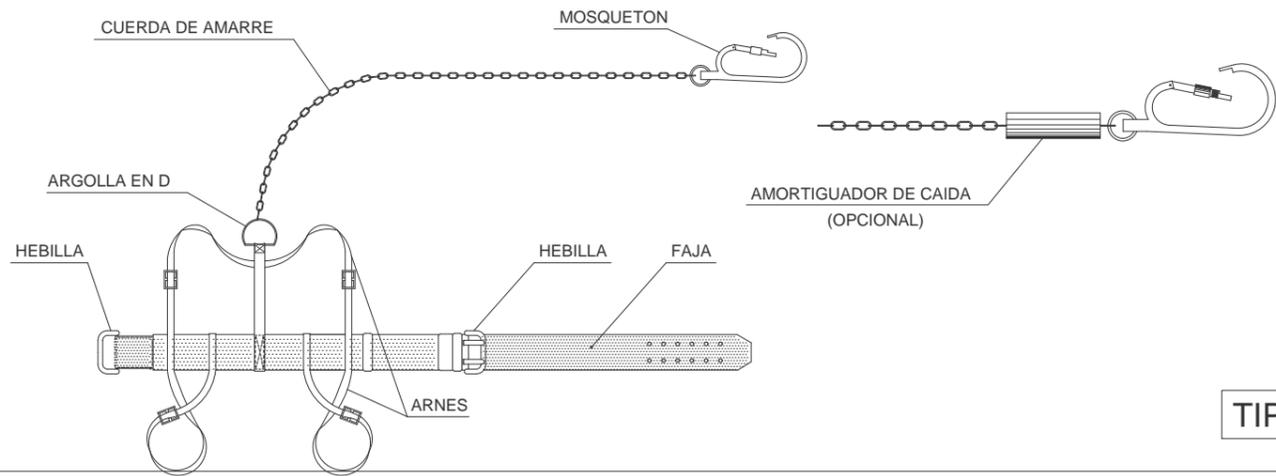
Código: FE-21000034-ESS

|             | Fecha:  | Nombre: |
|-------------|---------|---------|
| Dibujado:   | 10/2022 | ALM     |
| Comprobado: | 10/2022 | ALM     |
| Aprobado:   | 10/2022 | RFB     |

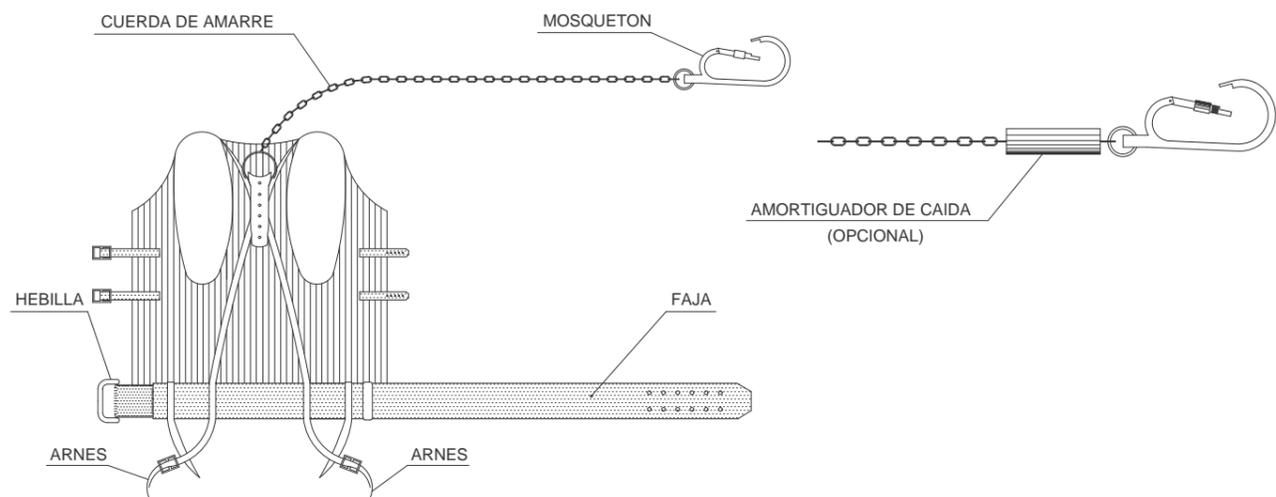
MASCARILLA ANTIPOLVO



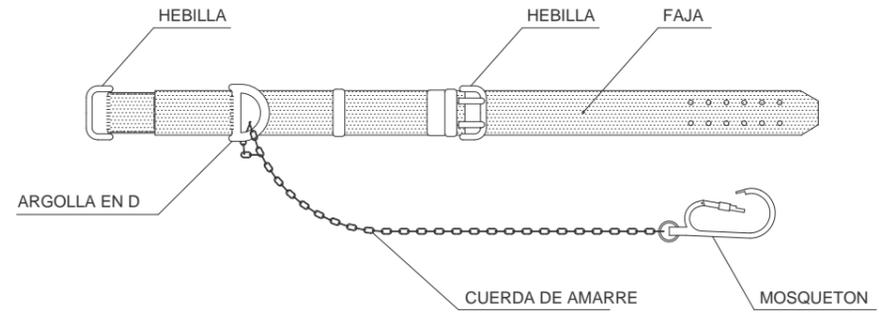
TIPO 1



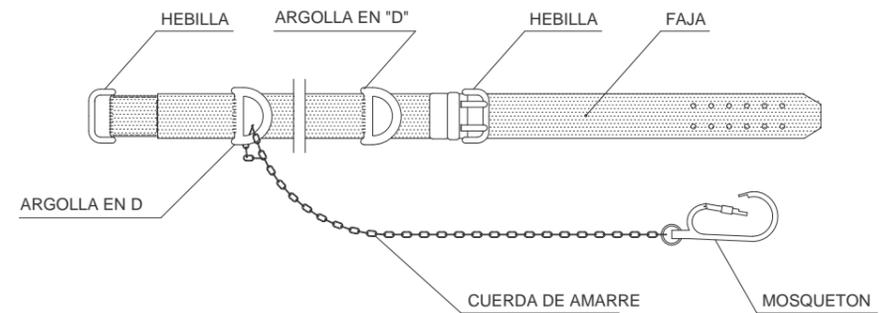
TIPO 2



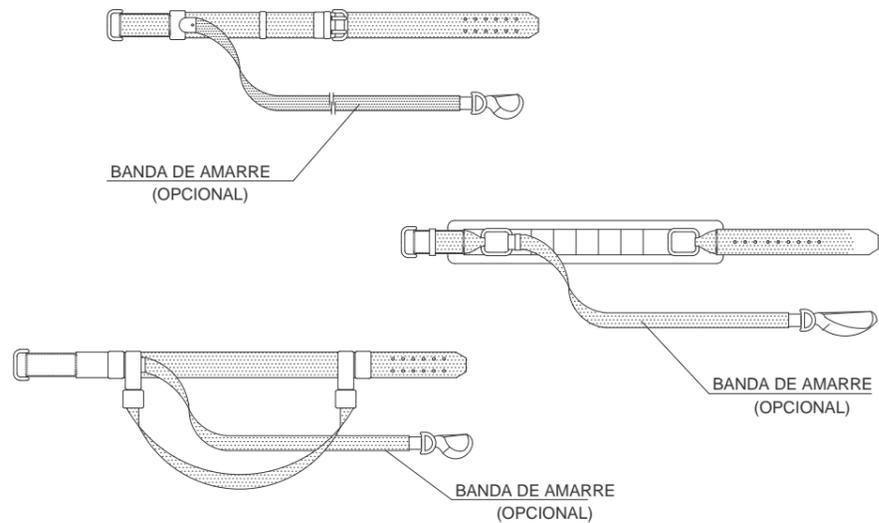
TIPO 3



TIPO 4



TIPO 5



TIPO 6

D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS  
INGENIERO DEL ICAI COL. Nº 1813/1024

*RFB*



LAAT 220 KV SC  
SET RUEDA OESTE 220/30KV-SET PRE-RUEDA 400/220KV  
ZARAGOZA

Escala: S/E

Revisión: 00

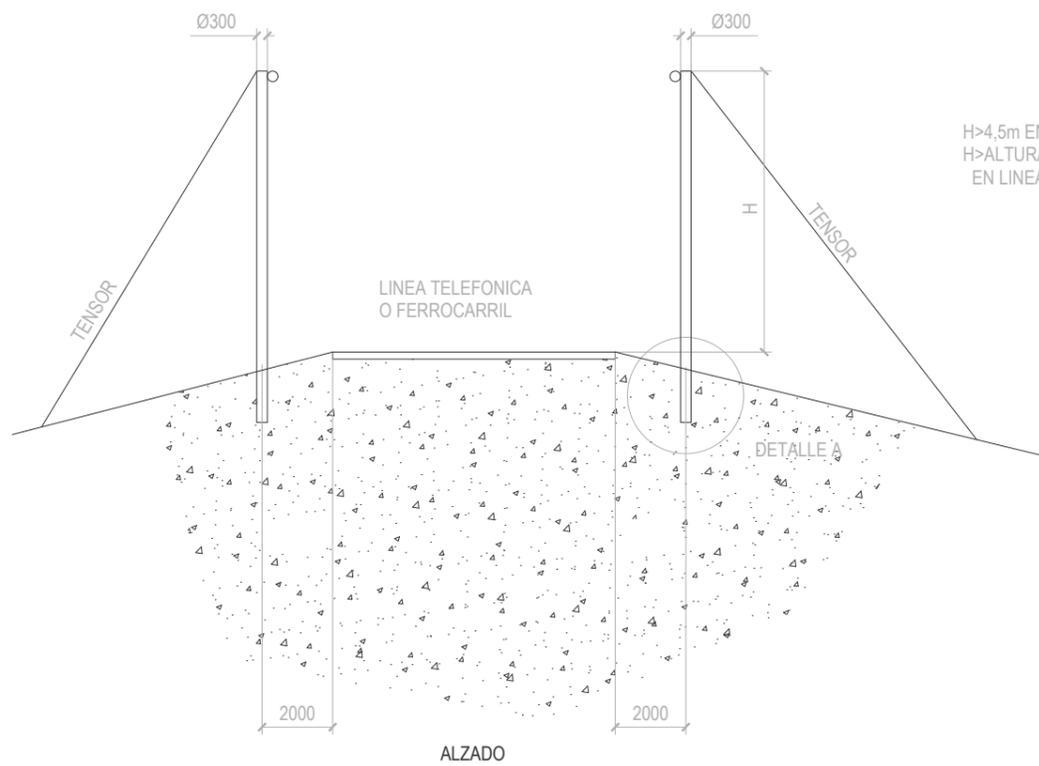
Hoja: 08

Siguiente: -

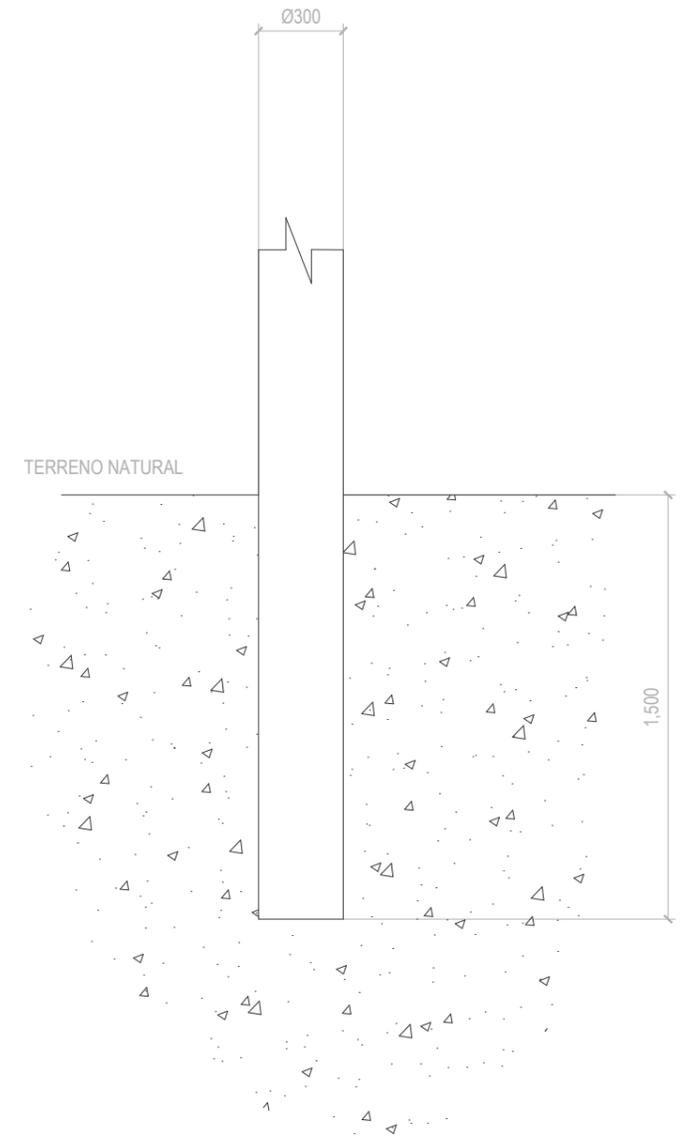
Código: FE-21000034-ESS

|             | Fecha:  | Nombre: |
|-------------|---------|---------|
| Dibujado:   | 10/2022 | ALM     |
| Comprobado: | 10/2022 | ALM     |
| Aprobado:   | 10/2022 | RFB     |

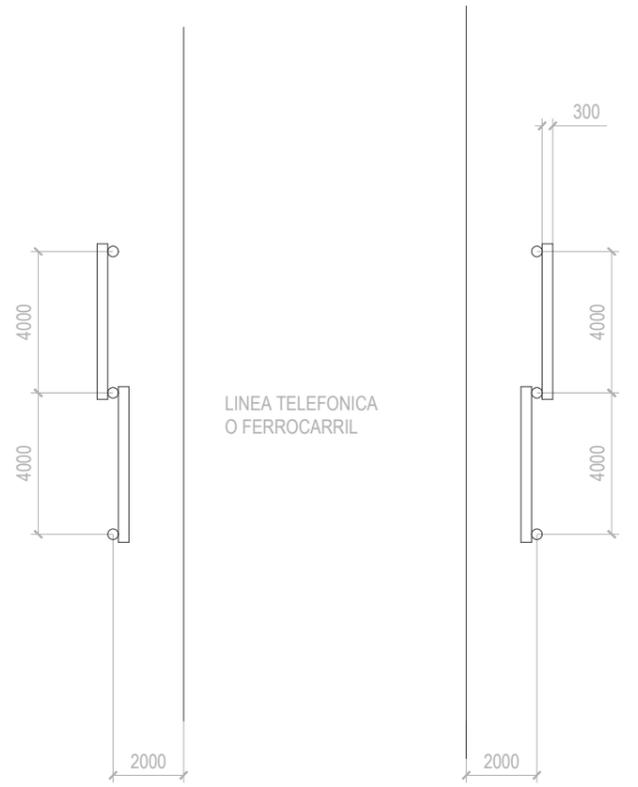
CINTURONES DE SEGURIDAD



H > 4,5m EN FERROCARRIL  
 H > ALTURA DEL POSTE + 75cm  
 EN LINEA TELEFONICA



DETALLE A  
 ESCALA 1/25

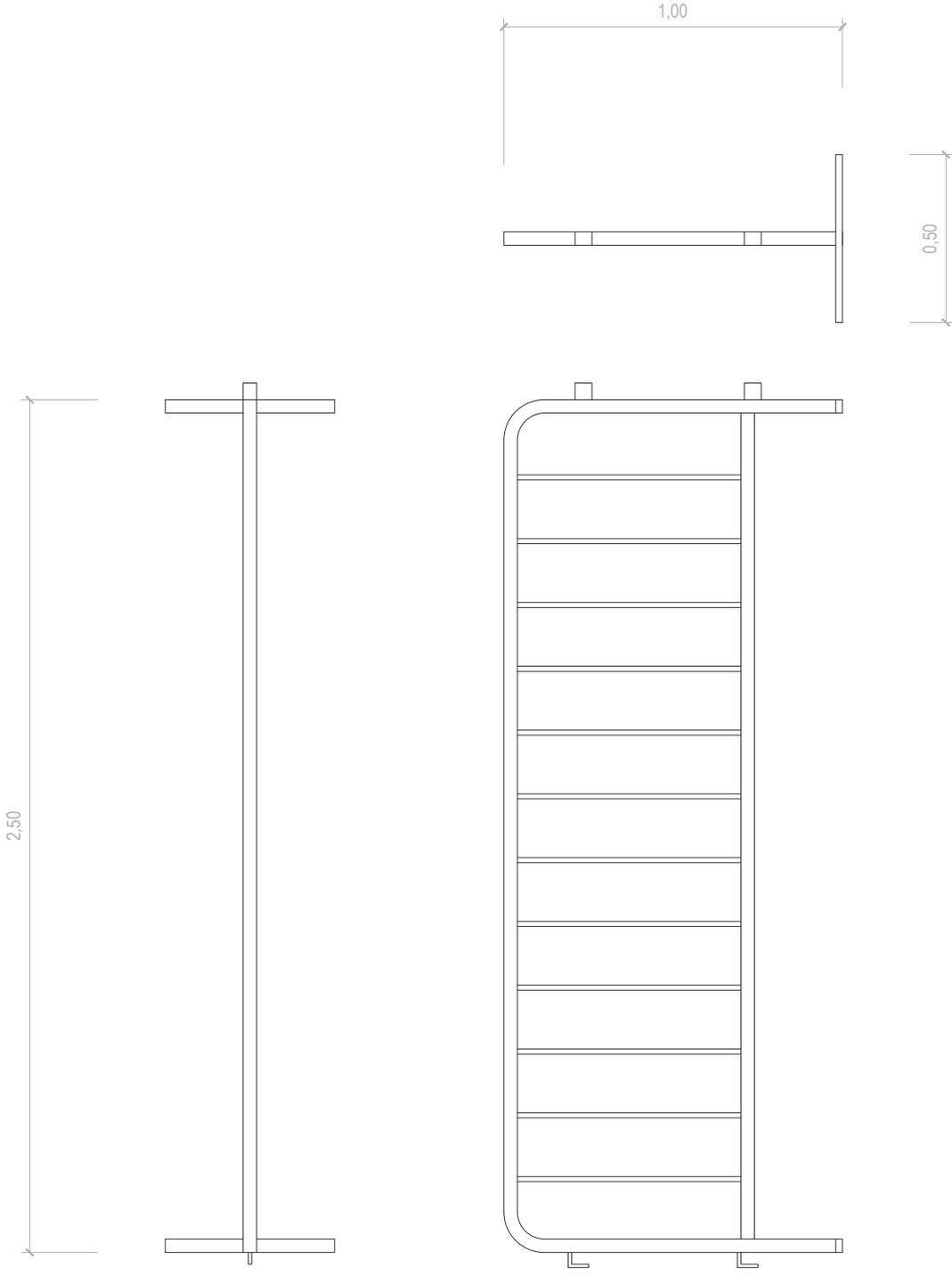


PLANTA

D. RAMÓN FERNÁNDEZ DE BORDONS  
 INGENIERO DEL ICAI COL. N° 1813/1024

*RFB*

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
|   | LAAT 220 KV SC<br>SET RUEDA OESTE 220/30KV-SET PRE-RUEDA 400/200KV<br>ZARAGOZA |  | Escala: S/E  |
|   | PÓRTICO DE SEGURIDAD PARA<br>LÍNEAS TELEFÓNICAS                                |  | Revisión: 00<br>Hoja: 09<br>Siguiete: -<br>Código: FE-21000034-ESS |
| Dibujado: 10/2022 ALM<br>Comprobado: 10/2022 ALM<br>Aprobado: 10/2022 RFB | Fecha: 10/2022<br>Nombre: ALM  |  |  |



D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS  
 INGENIERO DEL ICAI COL. Nº 1813/1024

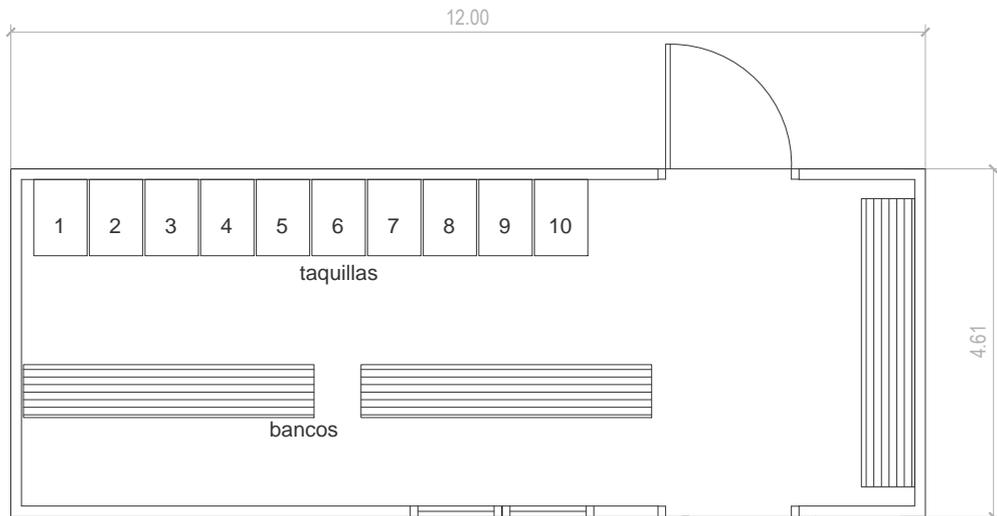



LAAT 220 KV SC  
 SET RUEDA OESTE 220/30KV-SET PRE-RUEDA 400/220KV  
 ZARAGOZA

|            |                 |
|------------|-----------------|
| Escala:    | S/E             |
| Revisión:  | 00              |
| Hoja:      | 10              |
| Siguiente: | -               |
| Código:    | FE-21000034-ESS |

|             | Fecha:  | Nombre: |
|-------------|---------|---------|
| Dibujado:   | 10/2022 | ALM     |
| Comprobado: | 10/2022 | ALM     |
| Aprobado:   | 10/2022 | RFB     |

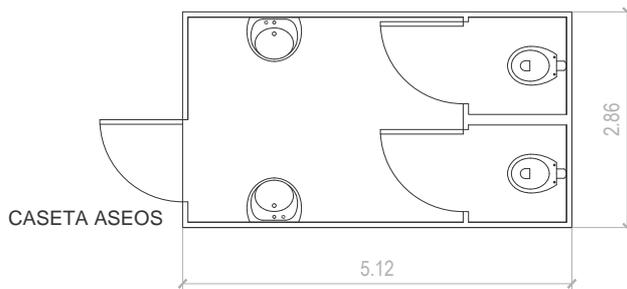
VALLA DE PROTECCIÓN TIPO



VESTUARIO MODULAR AMPLIABLE



OFICINA DE OBRA-ALMACEN



CASETA ASEOS

D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS  
INGENIERO DEL ICAI COL. Nº 1813/1024




LAAT 220 KV SC  
SET RUEDA OESTE 220/30KV-SET PRE-RUEDA 400/220KV  
ZARAGOZA

Escala: S/E

Revisión: 00

Hoja: 11

Siguiente: -

Código: FE-21000034-ESS

|             | Fecha:  | Nombre: |
|-------------|---------|---------|
| Dibujado:   | 10/2022 | ALM     |
| Comprobado: | 10/2022 | ALM     |
| Aprobado:   | 10/2022 | RFB     |

CASSETAS

#### 4. PRESUPUESTO

#### 4.1. Presupuesto

##### 4.1.1. Protecciones colectivas

| DESCRIPCION  | UDS.   | UNITARIO | TOTAL           |
|--|--------|----------|-----------------|
| M <sup>2</sup> DE ENTIBACION DE EXCAVACION   | 303,00 | 22,90    | 6.938,70        |
| ML VALLA DE SEGURIDAD DE 2,5x1,0 (50 USOS) INCLUSO SUMINISTRO Y COLOCACION EN APOYOS | 195,00 | 0,41     | 79,95           |
| <b>TOTAL PROTECCIONES COLECTIVAS</b>   |        |          | <b>7.018,65</b> |

##### 4.1.2. Protecciones personales

| DESCRIPCION                          | UDS.  | UNITARIO | TOTAL           |
|--------------------------------------|-------|----------|-----------------|
| TAPONES AUDITIVOS                    | 6,00  | 7,21     | 43,26           |
| GAFAS ANTIIMPACTO                    | 6,00  | 10,22    | 61,32           |
| CASCO DE SEGURIDAD                   | 25,00 | 2,34     | 58,50           |
| BUZO DE TRABAJO                      | 25,00 | 18,48    | 462,00          |
| BOTA DE SEGURIDAD                    | 25,00 | 17,73    | 443,25          |
| ANORAK                               | 25,00 | 19,14    | 478,50          |
| GUANTES DE GOMA                      | 25,00 | 1,71     | 42,75           |
| BOTA DE AGUA DE SEGURIDAD            | 25,00 | 10,52    | 263,00          |
| CINTURON DE SEGURIDAD                | 4,00  | 55,04    | 220,16          |
| ARNES DE SEGURIDAD                   | 18,00 | 97,66    | 1.757,88        |
| GUANTES DE GOMA                      | 2,00  | 1,71     | 3,42            |
| ANORAK DE ALTA VISIBILIDAD           | 6,00  | 40,57    | 243,42          |
| <b>TOTAL PROTECCIONES PERSONALES</b> |       |          | <b>4.077,46</b> |

#### 4.1.3. Instalaciones

| DESCRIPCION  | UDS.   | UNITARIO | TOTAL            |
|--|--------|----------|------------------|
| MES DE INSTALACIÓN DE COMEDOR                              | 7,00   | 330,56   | 2.313,92         |
| MESA CON CAPACIDAD PARA 10 PERSONAS                        | 3,00   | 51,27    | 153,81           |
| SILLA CON RESPALDO   | 25,00  | 17,48    | 437,00           |
| CALIENTA COMIDAS   | 13,00  | 113,36   | 1.473,68         |
| RADIADOR DE INFRARROJOS                                    | 17,00  | 31,55    | 536,35           |
| MES DE INSTALACION PARA VESTUARIOS                         | 7,00   | 330,56   | 2.313,92         |
| TAQUILLA CON LLAVE   | 25,00  | 6,91     | 172,75           |
| MES DE INSTALACION PARA ASEOS                              | 7,00   | 330,56   | 2.313,92         |
| HR. LIMPIEZA DE INSTALACIONES                              | 280,00 | 6,91     | 1.934,80         |
| ACOMETIDA ELECTRICA, DE AGUA Y SANEAMIENTO A INSTALACIONES | 1,00   | 1.051,77 | 1.051,77         |
| <b>TOTAL INSTALACIONES</b>                                 |        |          | <b>12.701,92</b> |

#### 4.1.4. Medicina preventiva y primeros auxilios

| DESCRIPCION  | UDS.  | UNITARIO | TOTAL         |
|--|-------|----------|---------------|
| UD. INSTALACIÓN DE BOTIQUÍN INSTALADO EN OBRA        | 1,00  | 39,07    | 39,07         |
| UD. REPOSICIÓN DE BOTIQUIN                           | 6,00  | 39,07    | 234,42        |
| UD. RECONOCIMIENTO MÉDICO                            | 25,00 | 27,11    | 677,75        |
| <b>TOTAL MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS</b> |       |          | <b>951,24</b> |

#### 4.1.5. Reuniones y formación

| DESCRIPCION                                    | UDS.   | UNITARIO | TOTAL           |
|--|--------|----------|-----------------|
| UD. REUNIÓN MENSUAL DE COMITÉ DE SEGURIDAD     | 7,00   | 75,13    | 525,91          |
| HR. FORMACIÓN DE PERSONAL EN SEGURIDAD Y SALUD | 350,00 | 9,68     | 3.388,00        |
| <b>TOTAL REUNIONES Y FORMACIÓN</b>             |        |          | <b>3.913,91</b> |

#### 4.1.6. Resumen presupuesto

|                          |                  |
|--------------------------|------------------|
| PROTECCIONES COLECTIVAS  | 7.018,65         |
| PROTECCIONES PERSONALES  | 4.077,46         |
| INSTALACIONES            | 12.701,92        |
| MEDICINA PREVENTIVAS     | 951,24           |
| REUNIONES Y FORMACIÓN    | 3.913,91         |
| <b>TOTAL PRESUPUESTO</b> | <b>28.663,18</b> |

ASCIENDE EL PRESUPUESTO A LA CANTIDAD DE VEINTIOCHO MIL SEISCIENTOS SESENTA Y TRES EUROS CON DIECIOCHO CÉNTIMOS.

## ANEXO Nº1

### IDENTIFICACION DE RIESGOS

**IDENTIFICACION DE RIESGOS**

| Nº orden:                               |                           |       |      |                     |        |            | Descripción:  |           |          |            |             |
|---|---------------------------|-------|------|---------------------|--------|------------|---|-----------|----------|------------|-------------|
| Actividad:                              | EJECUCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA |       |      |                     |        |            | Ejecución de la excavación por medios mecánicos, realizando el tramo final con medios manuales ayudado de martillo neumático. |           |          |            |             |
|   | EJECUCIÓN DE APOYOS       |       |      |                     |        |            |   |           |          |            |             |
|   | EJECUCIÓN DE EXCAVACIÓN   |       |      |                     |        |            |   |           |          |            |             |
|   |                           |       |      |                     |        |            |   |           |          |            |             |
| Nº de trabajadores: 3                   |                           |       |      |                     |        |            |   |           |          |            |             |
| Peligro identificado                    | Probabilidad              |       |      | Consecuencias       |        |            | Estimación del riesgo   |           |          |            |             |
|   | Bajo                      | Medio | Alto | Ligeramen te dañino | Dañino | Muy dañino | Trivial   | Tolerable | Moderado | Importante | Intolerable |
| 1.- Desprendimiento de tierras          |                           |       |      |                     |        |            |   |           |          |            |             |
| 2.- Caídas de personas a distinto nivel |                           |       |      |                     |        |            |   |           |          |            |             |
| 3.- Exposición al ruido                 |                           |       |      |                     |        |            |   |           |          |            |             |
| 4.- Proyección de partículas            |                           |       |      |                     |        |            |   |           |          |            |             |
| 5.-                                     |                           |       |      |                     |        |            |   |           |          |            |             |
| 6.-                                     |                           |       |      |                     |        |            |   |           |          |            |             |
| 7.-                                     |                           |       |      |                     |        |            |   |           |          |            |             |
| 8.-                                     |                           |       |      |                     |        |            |   |           |          |            |             |
| 9.-                                     |                           |       |      |                     |        |            |   |           |          |            |             |
| 10.-                                    |                           |       |      |                     |        |            |   |           |          |            |             |

**IDENTIFICACION DE RIESGOS**

| Nº orden:                               |  |       |      |                    |        |            | Descripción:   |           |          |            |             |
|---|--|-------|------|--------------------|--------|------------|--|-----------|----------|------------|-------------|
| Actividad:                              | EJECUCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA                |       |      |                    |        |            | Carga con camión grúa del tramo inicial, introducción en cimentación y nivelación del mismo. |           |          |            |             |
|   | EJECUCIÓN DE APOYOS                      |       |      |                    |        |            |  |           |          |            |             |
|   | EJECUCIÓN DE ANCLAJES                    |       |      |                    |        |            |  |           |          |            |             |
|   | COLOCACIÓN Y NIVELACIÓN TRAMO DE ANCLAJE |       |      |                    |        |            |  |           |          |            |             |
|   |  |       |      |                    |        |            |  |           |          |            |             |
| Nº de trabajadores: 2                   |  |       |      |                    |        |            |  |           |          |            |             |
| Peligro identificado                    | Probabilidad                             |       |      | Consecuencias      |        |            | Estimación del riesgo  |           |          |            |             |
|   | Bajo                                     | Medio | Alto | Ligeramente dañino | Dañino | Muy dañino | Trivial  | Tolerable | Moderado | Importante | Intolerable |
| 1.- Caídas de personas a distinto nivel |  |       |      |                    |        |            |  |           |          |            |             |
| 2.- Caídas de objetos en manipulación   |  |       |      |                    |        |            |  |           |          |            |             |
| 3.-                                     |  |       |      |                    |        |            |  |           |          |            |             |
| 4.-                                     |  |       |      |                    |        |            |  |           |          |            |             |
| 5.-                                     |  |       |      |                    |        |            |  |           |          |            |             |
| 6.-                                     |  |       |      |                    |        |            |  |           |          |            |             |
| 7.-                                     |  |       |      |                    |        |            |  |           |          |            |             |
| 8.-                                     |  |       |      |                    |        |            |  |           |          |            |             |
| 9.-                                     |  |       |      |                    |        |            |  |           |          |            |             |
| 10.-                                    |  |       |      |                    |        |            |  |           |          |            |             |

**IDENTIFICACION DE RIESGOS**

| Nº orden:                               |                              |       |      |                     |        |            | Descripción:   |           |          |            |             |
|---|------------------------------|-------|------|---------------------|--------|------------|--|-----------|----------|------------|-------------|
| Actividad :                             | EJECUCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA    |       |      |                     |        |            | Vertido del hormigón de camión hormigonera en cimentación. |           |          |            |             |
|   | EJECUCIÓN DE APOYOS          |       |      |                     |        |            |  |           |          |            |             |
|   | EJECUCIÓN DE ANCLAJES APOYOS |       |      |                     |        |            |  |           |          |            |             |
|   | VERTIDO DE HORMIGÓN          |       |      |                     |        |            |  |           |          |            |             |
|   |                              |       |      |                     |        |            |  |           |          |            |             |
| Nº de trabajadores: 2                   |                              |       |      |                     |        |            |  |           |          |            |             |
| Peligro identificado                    | Probabilidad                 |       |      | Consecuencias       |        |            | Estimación del riesgo                                      |           |          |            |             |
|   | Bajo                         | Medio | Alto | Ligeramen te dañino | Dañino | Muy dañino | Trivial  | Tolerable | Moderado | Importante | Intolerable |
| 1.- Caídas de personas a distinto nivel |                              |       |      |                     |        |            |  |           |          |            |             |
| 2.- Contacto con sustancias nocivas     |                              |       |      |                     |        |            |  |           |          |            |             |
| 3.-                                     |                              |       |      |                     |        |            |  |           |          |            |             |
| 4.-                                     |                              |       |      |                     |        |            |  |           |          |            |             |
| 5.-                                     |                              |       |      |                     |        |            |  |           |          |            |             |
| 6.-                                     |                              |       |      |                     |        |            |  |           |          |            |             |
| 7.-                                     |                              |       |      |                     |        |            |  |           |          |            |             |
| 8.-                                     |                              |       |      |                     |        |            |  |           |          |            |             |
| 9.-                                     |                              |       |      |                     |        |            |  |           |          |            |             |
| 10.-                                    |                              |       |      |                     |        |            |  |           |          |            |             |

| IDENTIFICACION DE RIESGOS              |                           |       |      |                     |        |            |   |           |          |            |             |
|--|---------------------------|-------|------|---------------------|--------|------------|---|-----------|----------|------------|-------------|
| Nº orden:                              |                           |       |      |                     |        |            | Descripción:  |           |          |            |             |
| Actividad :                            | EJECUCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA |       |      |                     |        |            | Descarga de camión con grúa autopropulsada de los elementos constituyentes del apoyo. |           |          |            |             |
|  | EJECUCIÓN DE APOYOS       |       |      |                     |        |            |   |           |          |            |             |
|  | MONTAJE DE APOYOS         |       |      |                     |        |            |   |           |          |            |             |
|  | DESCARGA DE ELEMENTOS     |       |      |                     |        |            |   |           |          |            |             |
|  |                           |       |      |                     |        |            |   |           |          |            |             |
| Nº de trabajadores: 3                  |                           |       |      |                     |        |            |   |           |          |            |             |
| Peligro identificado                   | Probabilidad              |       |      | Consecuencias       |        |            | Estimación del riesgo   |           |          |            |             |
|  | Bajo                      | Medio | Alto | Ligeramen te dañino | Dañino | Muy dañino | Trivial   | Tolerable | Moderado | Importante | Intolerable |
| 1.- Caída de objetos en manipulación   |                           |       |      |                     |        |            |   |           |          |            |             |
| 2.- Atrapamiento por vuelco maquinaria |                           |       |      |                     |        |            |   |           |          |            |             |
| 3.-                                    |                           |       |      |                     |        |            |   |           |          |            |             |
| 4.-                                    |                           |       |      |                     |        |            |   |           |          |            |             |
| 5.-                                    |                           |       |      |                     |        |            |   |           |          |            |             |
| 6.-                                    |                           |       |      |                     |        |            |   |           |          |            |             |
| 7.-                                    |                           |       |      |                     |        |            |   |           |          |            |             |
| 8.-                                    |                           |       |      |                     |        |            |   |           |          |            |             |
| 9.-                                    |                           |       |      |                     |        |            |   |           |          |            |             |
| 10.-                                   |                           |       |      |                     |        |            |   |           |          |            |             |

### IDENTIFICACION DE RIESGOS

| Nº orden:                               |                           |       |      |                        |        |               | Descripción:   |           |          |            |             |
|---|---------------------------|-------|------|------------------------|--------|---------------|--|-----------|----------|------------|-------------|
| Actividad :                             | EJECUCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA |       |      |                        |        |               | Montaje en el suelo de los elementos constituyentes del apoyo. |           |          |            |             |
|   | EJECUCIÓN DE APOYOS       |       |      |                        |        |               |  |           |          |            |             |
|   | MONTAJE DE APOYOS         |       |      |                        |        |               |  |           |          |            |             |
|   | MONTAJE DE ELEMENTOS      |       |      |                        |        |               |  |           |          |            |             |
|   |                           |       |      |                        |        |               |  |           |          |            |             |
| Nº de trabajadores: 3                   |                           |       |      |                        |        |               |  |           |          |            |             |
| Peligro identificado                    | Probabilidad              |       |      | Consecuencias          |        |               | Estimación del riesgo  |           |          |            |             |
|   | Bajo                      | Medio | Alto | Ligeramen<br>te dañino | Dañino | Muy<br>dañino | Trivial  | Tolerable | Moderado | Importante | Intolerable |
| 1.- Caída de objetos en manipulación    |                           |       |      |                        |        |               |  |           |          |            |             |
| 2.- Caídas de personas a distinto nivel |                           |       |      |                        |        |               |  |           |          |            |             |
| 3.- Caída de herramientas               |                           |       |      |                        |        |               |  |           |          |            |             |
| 4.- Atrapamiento por vuelco maquinaria  |                           |       |      |                        |        |               |  |           |          |            |             |
| 5.-                                     |                           |       |      |                        |        |               |  |           |          |            |             |
| 6.-                                     |                           |       |      |                        |        |               |  |           |          |            |             |
| 7.-                                     |                           |       |      |                        |        |               |  |           |          |            |             |
| 8.-                                     |                           |       |      |                        |        |               |  |           |          |            |             |
| 9.-                                     |                           |       |      |                        |        |               |  |           |          |            |             |
| 10.-                                    |                           |       |      |                        |        |               |  |           |          |            |             |

**IDENTIFICACION DE RIESGOS**

| Nº orden:                              |                           |       |      |                        |        |               | Descripción:  |           |          |            |             |
|--|---------------------------|-------|------|------------------------|--------|---------------|---|-----------|----------|------------|-------------|
| Actividad :                            | EJECUCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA |       |      |                        |        |               | Izado del apoyo totalmente montado, y unión a los anclajes. |           |          |            |             |
|  | EJECUCIÓN DE APOYOS       |       |      |                        |        |               |   |           |          |            |             |
|  | MONTAJE DE APOYOS         |       |      |                        |        |               |   |           |          |            |             |
|  | IZADO DEL APOYO           |       |      |                        |        |               |   |           |          |            |             |
|  |                           |       |      |                        |        |               |   |           |          |            |             |
| Nº de trabajadores: 3                  |                           |       |      |                        |        |               |   |           |          |            |             |
| Peligro identificado                   | Probabilidad              |       |      | Consecuencias          |        |               | Estimación del riesgo                                       |           |          |            |             |
|  | Bajo                      | Medio | Alto | Ligeramen<br>te dañino | Dañino | Muy<br>dañino | Trivial   | Tolerable | Moderado | Importante | Intolerable |
| 1.- Caída de objetos en manipulación   |                           |       |      |                        |        |               |   |           |          |            |             |
| 2.- Atrapamiento por vuelco maquinaria |                           |       |      |                        |        |               |   |           |          |            |             |
| 3.-                                    |                           |       |      |                        |        |               |   |           |          |            |             |
| 4.-                                    |                           |       |      |                        |        |               |   |           |          |            |             |
| 5.-                                    |                           |       |      |                        |        |               |   |           |          |            |             |
| 6.-                                    |                           |       |      |                        |        |               |   |           |          |            |             |
| 7.-                                    |                           |       |      |                        |        |               |   |           |          |            |             |
| 8.-                                    |                           |       |      |                        |        |               |   |           |          |            |             |
| 9.-                                    |                           |       |      |                        |        |               |   |           |          |            |             |
| 10.-                                   |                           |       |      |                        |        |               |   |           |          |            |             |

### IDENTIFICACION DE RIESGOS

| Nº orden:                               |                                      |       |      |                     |        |            | Descripción:  |           |          |            |             |
|---|--------------------------------------|-------|------|---------------------|--------|------------|---|-----------|----------|------------|-------------|
| Actividad:                              | EJECUCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA            |       |      |                     |        |            | Montaje de la cadena de aisladores en la cruceta del apoyo. |           |          |            |             |
|   | TENDIDO DE CABLE                     |       |      |                     |        |            |   |           |          |            |             |
|   | INSTALACIÓN DE CADENAS DE AISLADORES |       |      |                     |        |            |   |           |          |            |             |
|   |                                      |       |      |                     |        |            |   |           |          |            |             |
|   |                                      |       |      |                     |        |            |   |           |          |            |             |
| Nº de trabajadores: 6                   |                                      |       |      |                     |        |            |   |           |          |            |             |
| Peligro identificado                    | Probabilidad                         |       |      | Consecuencias       |        |            | Estimación del riesgo                                       |           |          |            |             |
|   | Bajo                                 | Medio | Alto | Ligeramen te dañino | Dañino | Muy dañino | Trivial   | Tolerable | Moderado | Importante | Intolerable |
| 1.- Caídas de personas a distinto nivel |                                      |       |      |                     |        |            |   |           |          |            |             |
| 2.- Caída de herramientas               |                                      |       |      |                     |        |            |   |           |          |            |             |
| 3.-                                     |                                      |       |      |                     |        |            |   |           |          |            |             |
| 4.-                                     |                                      |       |      |                     |        |            |   |           |          |            |             |
| 5.-                                     |                                      |       |      |                     |        |            |   |           |          |            |             |
| 6.-                                     |                                      |       |      |                     |        |            |   |           |          |            |             |
| 7.-                                     |                                      |       |      |                     |        |            |   |           |          |            |             |
| 8.-                                     |                                      |       |      |                     |        |            |   |           |          |            |             |
| 9.-                                     |                                      |       |      |                     |        |            |   |           |          |            |             |
| 10.-                                    |                                      |       |      |                     |        |            |   |           |          |            |             |

**IDENTIFICACION DE RIESGOS**

| Nº orden:                               |                           |       |      |                    |        |            | Descripción:                                   |           |          |            |             |
|---|---------------------------|-------|------|--------------------|--------|------------|--|-----------|----------|------------|-------------|
| Actividad:                              | EJECUCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA |       |      |                    |        |            | Tendido de la cuerda guía entre apoyo y apoyo. |           |          |            |             |
|   | TENDIDO DE CABLE          |       |      |                    |        |            |  |           |          |            |             |
|   | TENDIDO DE CUERDA GUIA    |       |      |                    |        |            |  |           |          |            |             |
|   |                           |       |      |                    |        |            |  |           |          |            |             |
|   |                           |       |      |                    |        |            |  |           |          |            |             |
| Nº de trabajadores: 6                   |                           |       |      |                    |        |            |  |           |          |            |             |
| Peligro identificado                    | Probabilidad              |       |      | Consecuencias      |        |            | Estimación del riesgo                          |           |          |            |             |
|   | Bajo                      | Medio | Alto | Ligeramente dañino | Dañino | Muy dañino | Trivial  | Tolerable | Moderado | Importante | Intolerable |
| 1.- Caídas de personas a distinto nivel |                           |       |      |                    |        |            |  |           |          |            |             |
| 2.- Caída de herramientas               |                           |       |      |                    |        |            |  |           |          |            |             |
| 3.-                                     |                           |       |      |                    |        |            |  |           |          |            |             |
| 4.-                                     |                           |       |      |                    |        |            |  |           |          |            |             |
| 5.-                                     |                           |       |      |                    |        |            |  |           |          |            |             |
| 6.-                                     |                           |       |      |                    |        |            |  |           |          |            |             |
| 7.-                                     |                           |       |      |                    |        |            |  |           |          |            |             |
| 8.-                                     |                           |       |      |                    |        |            |  |           |          |            |             |
| 9.-                                     |                           |       |      |                    |        |            |  |           |          |            |             |
| 10.-                                    |                           |       |      |                    |        |            |  |           |          |            |             |

**IDENTIFICACION DE RIESGOS**

| Nº orden:                               |                           |       |      |                     |        |            | Descripción:   |           |          |            |             |
|---|---------------------------|-------|------|---------------------|--------|------------|--|-----------|----------|------------|-------------|
| Actividad:                              | EJECUCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA |       |      |                     |        |            | Montaje de la cadena de aisladores unida a cable ya engrapado en la cruceta del apoyo. |           |          |            |             |
|   | TENDIDO DE CABLE          |       |      |                     |        |            |  |           |          |            |             |
|   | COLOCACIÓN DE AISLADORES  |       |      |                     |        |            |  |           |          |            |             |
|   |                           |       |      |                     |        |            |  |           |          |            |             |
| Nº de trabajadores: 6                   |                           |       |      |                     |        |            |  |           |          |            |             |
| Peligro identificado                    | Probabilidad              |       |      | Consecuencias       |        |            | Estimación del riesgo  |           |          |            |             |
|   | Bajo                      | Medio | Alto | Ligeramen te dañino | Dañino | Muy dañino | Trivial  | Tolerable | Moderado | Importante | Intolerable |
| 1.- Caídas de personas a distinto nivel |                           |       |      |                     |        |            |  |           |          |            |             |
| 2.- Caída de herramientas               |                           |       |      |                     |        |            |  |           |          |            |             |
| 3.-                                     |                           |       |      |                     |        |            |  |           |          |            |             |
| 4.-                                     |                           |       |      |                     |        |            |  |           |          |            |             |
| 5.-                                     |                           |       |      |                     |        |            |  |           |          |            |             |
| 6.-                                     |                           |       |      |                     |        |            |  |           |          |            |             |
| 7.-                                     |                           |       |      |                     |        |            |  |           |          |            |             |
| 8.-                                     |                           |       |      |                     |        |            |  |           |          |            |             |
| 9.-                                     |                           |       |      |                     |        |            |  |           |          |            |             |
| 10.-                                    |                           |       |      |                     |        |            |  |           |          |            |             |

### IDENTIFICACION DE RIESGOS

| Nº orden:                               |                           |       |      |                        |        |               | Descripción:   |           |          |            |             |
|---|---------------------------|-------|------|------------------------|--------|---------------|--|-----------|----------|------------|-------------|
| Actividad:                              | EJECUCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA |       |      |                        |        |               | Retirada de todas las roldanas utilizadas para tendido de cable. |           |          |            |             |
|   | TENDIDO DE CABLE          |       |      |                        |        |               |  |           |          |            |             |
|   | RETIRADA DE ROLDANAS      |       |      |                        |        |               |  |           |          |            |             |
|   |                           |       |      |                        |        |               |  |           |          |            |             |
| Nº de trabajadores: 6                   |                           |       |      |                        |        |               |  |           |          |            |             |
| Peligro identificado                    | Probabilidad              |       |      | Consecuencias          |        |               | Estimación del riesgo  |           |          |            |             |
|   | Bajo                      | Medio | Alto | Ligeramen<br>te dañino | Dañino | Muy<br>dañino | Trivial  | Tolerable | Moderado | Importante | Intolerable |
| 1.- Caídas de personas a distinto nivel |                           |       |      |                        |        |               |  |           |          |            |             |
| 2.- Caída de herramientas               |                           |       |      |                        |        |               |  |           |          |            |             |
| 3.-                                     |                           |       |      |                        |        |               |  |           |          |            |             |
| 4.-                                     |                           |       |      |                        |        |               |  |           |          |            |             |
| 5.-                                     |                           |       |      |                        |        |               |  |           |          |            |             |
| 6.-                                     |                           |       |      |                        |        |               |  |           |          |            |             |
| 7.-                                     |                           |       |      |                        |        |               |  |           |          |            |             |
| 8.-                                     |                           |       |      |                        |        |               |  |           |          |            |             |
| 9.-                                     |                           |       |      |                        |        |               |  |           |          |            |             |
| 10.-                                    |                           |       |      |                        |        |               |  |           |          |            |             |

**IDENTIFICACION DE RIESGOS**

| Nº orden:                               |  |       |      |                    |        |            | Descripción:   |           |          |            |             |
|---|--|-------|------|--------------------|--------|------------|--|-----------|----------|------------|-------------|
| Actividad:                              | EJECUCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA              |       |      |                    |        |            | Tendido de la cuerda guía con comienzo en un apoyo hasta otro apoyo, debiendo salvar el cruce de una carretera |           |          |            |             |
|   | TENDIDO DE CABLE                       |       |      |                    |        |            |  |           |          |            |             |
|   | TENDIDO DE CUERDA GUÍA CRUCE CARRETERA |       |      |                    |        |            |  |           |          |            |             |
|   |  |       |      |                    |        |            |  |           |          |            |             |
| Nº de trabajadores:                     | 6                                      |       |      |                    |        |            |  |           |          |            |             |
| Peligro identificado                    | Probabilidad                           |       |      | Consecuencias      |        |            | Estimación del riesgo  |           |          |            |             |
|   | Bajo                                   | Medio | Alto | Ligeramente dañino | Dañino | Muy dañino | Trivial  | Tolerable | Moderado | Importante | Intolerable |
| 1.- Caídas de personas a distinto nivel |  |       |      |                    |        |            |  |           |          |            |             |
| 2.- Caída de herramientas               |  |       |      |                    |        |            |  |           |          |            |             |
| 3.- Caída de objetos en manipulación    |  |       |      |                    |        |            |  |           |          |            |             |
| 4.-                                     |  |       |      |                    |        |            |  |           |          |            |             |
| 5.-                                     |  |       |      |                    |        |            |  |           |          |            |             |
| 6.-                                     |  |       |      |                    |        |            |  |           |          |            |             |
| 7.-                                     |  |       |      |                    |        |            |  |           |          |            |             |
| 8.-                                     |  |       |      |                    |        |            |  |           |          |            |             |
| 9.-                                     |  |       |      |                    |        |            |  |           |          |            |             |
| 10.-                                    |  |       |      |                    |        |            |  |           |          |            |             |

## ANEXO Nº2

### ESTIMACION DE RIESGOS

**ESTIMACION DE RIESGOS**

| Nº orden:                               |                           |                      |             |           | Descripción:  |    |
|---|---------------------------|----------------------|-------------|-----------|---|----|
| Actividad:                              | EJECUCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA |                      |             |           | Ejecución de la excavación por medios mecánicos, realizando el tramo final con medios manuales ayudado de martillo neumático. |    |
|   | EJECUCIÓN DE APOYOS       |                      |             |           |   |    |
|   | EJECUCIÓN DE EXCAVACIÓN   |                      |             |           |   |    |
|   |                           |                      |             |           |   |    |
| Nº de trabajadores:                     | 3                         |                      |             |           |   |    |
| Peligro identificado                    | ACCIONES REQUERIDAS       |                      |             |           | Riesgo controlado   |    |
|   | Protección individual     | Protección colectiva | Información | Formación | SI  | NO |
| 1.- Desprendimiento de tierras          |                           | Entibación           |             |           |   |    |
| 2.- Caídas de personas a distinto nivel |                           | Vallas de protección |             |           |   |    |
| 3.- Exposición al ruido                 | Tapones auditivos         |                      |             |           |   |    |
| 4.- Proyección de partículas            | Gafas antiimpacto         |                      |             |           |   |    |
| 5.-                                     |                           |                      |             |           |   |    |
| 6.-                                     |                           |                      |             |           |   |    |
| 7.-                                     |                           |                      |             |           |   |    |
| 8.-                                     |                           |                      |             |           |   |    |
| 9.-                                     |                           |                      |             |           |   |    |
| 10.-                                    |                           |                      |             |           |   |    |

**ESTIMACION DE RIESGOS**

| Nº orden:                               |  |                      |             |           | Descripción:<br>Carga con camión grúa del tramo inicial, introducción en cimentación y nivelación del mismo. |    |
|---|--|----------------------|-------------|-----------|--|----|
| Actividad:                              | EJECUCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA                |                      |             |           |  |    |
|   | EJECUCIÓN DE APOYOS                      |                      |             |           |  |    |
|   | EJECUCIÓN DE ANCLAJES                    |                      |             |           |  |    |
|   | COLOCACIÓN Y NIVELACIÓN TRAMO DE ANCLAJE |                      |             |           |  |    |
| Nº de trabajadores: 2                   |  |                      |             |           |  |    |
| Peligro identificado                    | ACCIONES REQUERIDAS                      |                      |             |           | Riesgo controlado  |    |
|   | Protección individual                    | Protección colectiva | Información | Formación | SI   | NO |
| 1.- Caídas de personas a distinto nivel | Cinturón de seguridad                    | Vallas de protección |             |           |  |    |
| 2.- Caídas de objetos en manipulación   |  |                      |             |           |  |    |
| 3.-                                     |  |                      |             |           |  |    |
| 4.-                                     |  |                      |             |           |  |    |
| 5.-                                     |  |                      |             |           |  |    |
| 6.-                                     |  |                      |             |           |  |    |
| 7.-                                     |  |                      |             |           |  |    |
| 8.-                                     |  |                      |             |           |  |    |
| 9.-                                     |  |                      |             |           |  |    |
| 10.-                                    |  |                      |             |           |  |    |

**ESTIMACION DE RIESGOS**

| Nº orden:                               |                              |                      |             |           | Descripción:   |    |
|---|------------------------------|----------------------|-------------|-----------|--|----|
| Actividad :                             | EJECUCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA    |                      |             |           | Vertido del hormigón de camión hormigonera en cimentación. |    |
|   | EJECUCIÓN DE APOYOS          |                      |             |           |  |    |
|   | EJECUCIÓN DE ANCLAJES APOYOS |                      |             |           |  |    |
|   | VERTIDO DE HORMIGÓN          |                      |             |           |  |    |
|   |                              |                      |             |           |  |    |
| Nº de trabajadores: 2                   |                              |                      |             |           |  |    |
| Peligro identificado                    | ACCIONES REQUERIDAS          |                      |             |           | Riesgo controlado  |    |
|   | Protección individual        | Protección colectiva | Información | Formación | SI   | NO |
| 1.- Caídas de personas a distinto nivel | Cinturón de seguridad        | Vallas de protección |             |           |  |    |
| 2.- Contacto con sustancias nocivas     | Guantes de goma              |                      |             |           |  |    |
| 3.-                                     |                              |                      |             |           |  |    |
| 4.-                                     |                              |                      |             |           |  |    |
| 5.-                                     |                              |                      |             |           |  |    |
| 6.-                                     |                              |                      |             |           |  |    |
| 7.-                                     |                              |                      |             |           |  |    |
| 8.-                                     |                              |                      |             |           |  |    |
| 9.-                                     |                              |                      |             |           |  |    |
| 10.-                                    |                              |                      |             |           |  |    |

**ESTIMACION DE RIESGOS**

| Nº orden:                              |                           |                      |             |           | Descripción:<br>Descarga de camión con grúa autopropulsada de los elementos constituyentes del apoyo. |    |
|--|---------------------------|----------------------|-------------|-----------|---|----|
| Actividad :                            | EJECUCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA |                      |             |           |   |    |
|  | EJECUCIÓN DE APOYOS       |                      |             |           |   |    |
|  | MONTAJE DE APOYOS         |                      |             |           |   |    |
|  | DESCARGA DE ELEMENTOS     |                      |             |           |   |    |
| Nº de trabajadores: 3                  |                           |                      |             |           |   |    |
| Peligro identificado                   | ACCIONES REQUERIDAS       |                      |             |           | Riesgo controlado   |    |
|  | Protección individual     | Protección colectiva | Información | Formación | SI  | NO |
| 1.- Caída de objetos en manipulación   |                           |                      |             |           |   |    |
| 2.- Atrapamiento por vuelco maquinaria |                           |                      |             |           |   |    |
| 3.-                                    |                           |                      |             |           |   |    |
| 4.-                                    |                           |                      |             |           |   |    |
| 5.-                                    |                           |                      |             |           |   |    |
| 6.-                                    |                           |                      |             |           |   |    |
| 7.-                                    |                           |                      |             |           |   |    |
| 8.-                                    |                           |                      |             |           |   |    |
| 9.-                                    |                           |                      |             |           |   |    |
| 10.-                                   |                           |                      |             |           |   |    |

**ESTIMACION DE RIESGOS**

| Nº orden:                               |                           |                      |             |           | Descripción:   |    |
|---|---------------------------|----------------------|-------------|-----------|--|----|
| Actividad :                             | EJECUCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA |                      |             |           | Montaje en el suelo de los elementos constituyentes del apoyo. |    |
|   | EJECUCIÓN DE APOYOS       |                      |             |           |  |    |
|   | MONTAJE DE APOYOS         |                      |             |           |  |    |
|   | MONTAJE DE ELEMENTOS      |                      |             |           |  |    |
|   |                           |                      |             |           |  |    |
| Nº de trabajadores:                     | 3                         |                      |             |           |  |    |
| Peligro identificado                    | ACCIONES REQUERIDAS       |                      |             |           | Riesgo controlado  |    |
|   | Protección individual     | Protección colectiva | Información | Formación | SI   | NO |
| 1.- Caída de objetos en manipulación    |                           |                      |             |           |  |    |
| 2.- Caídas de personas a distinto nivel | Arnés de seguridad        |                      |             |           |  |    |
| 3.- Caída de herramientas               | Casco de seguridad        |                      |             |           |  |    |
| 4.- Atrapamiento por vuelco maquinaria  |                           |                      |             |           |  |    |
| 5.-                                     |                           |                      |             |           |  |    |
| 6.-                                     |                           |                      |             |           |  |    |
| 7.-                                     |                           |                      |             |           |  |    |
| 8.-                                     |                           |                      |             |           |  |    |
| 9.-                                     |                           |                      |             |           |  |    |
| 10.-                                    |                           |                      |             |           |  |    |

**ESTIMACION DE RIESGOS**

| Nº orden:                              |                           |                      |             |           | Descripción:  |    |
|--|---------------------------|----------------------|-------------|-----------|---|----|
| Actividad :                            | EJECUCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA |                      |             |           | Izado del apoyo totalmente montado, y unión a los anclajes. |    |
|  | EJECUCIÓN DE APOYOS       |                      |             |           |   |    |
|  | MONTAJE DE APOYOS         |                      |             |           |   |    |
|  | IZADO DEL APOYO           |                      |             |           |   |    |
|  |                           |                      |             |           |   |    |
| Nº de trabajadores: 3                  |                           |                      |             |           |   |    |
| Peligro identificado                   | ACCIONES REQUERIDAS       |                      |             |           | Riesgo controlado   |    |
|  | Protección individual     | Protección colectiva | Información | Formación | SI  | NO |
| 1.- Caída de objetos en manipulación   |                           |                      |             |           |   |    |
| 2.- Atrapamiento por vuelco maquinaria |                           |                      |             |           |   |    |
| 3.-                                    |                           |                      |             |           |   |    |
| 4.-                                    |                           |                      |             |           |   |    |
| 5.-                                    |                           |                      |             |           |   |    |
| 6.-                                    |                           |                      |             |           |   |    |
| 7.-                                    |                           |                      |             |           |   |    |
| 8.-                                    |                           |                      |             |           |   |    |
| 9.-                                    |                           |                      |             |           |   |    |
| 10.-                                   |                           |                      |             |           |   |    |

**ESTIMACION DE RIESGOS**

| Nº orden:                               |                                      |                      |             |           | Descripción:  |    |
|---|--------------------------------------|----------------------|-------------|-----------|---|----|
| Actividad:                              | EJECUCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA            |                      |             |           | Montaje de la cadena de aisladores en la cruceta del apoyo. |    |
|   | TENDIDO DE CABLE                     |                      |             |           |   |    |
|   | INSTALACIÓN DE CADENAS DE AISLADORES |                      |             |           |   |    |
|   |                                      |                      |             |           |   |    |
| Nº de trabajadores: 6                   |                                      |                      |             |           |   |    |
| Peligro identificado                    | ACCIONES REQUERIDAS                  |                      |             |           | Riesgo controlado   |    |
|   | Protección individual                | Protección colectiva | Información | Formación | SI  | NO |
| 1.- Caídas de personas a distinto nivel | Arnés de seguridad                   |                      |             |           |   |    |
| 2.- Caída de herramientas               | Casco de seguridad                   |                      |             |           |   |    |
| 3.-                                     |                                      |                      |             |           |   |    |
| 4.-                                     |                                      |                      |             |           |   |    |
| 5.-                                     |                                      |                      |             |           |   |    |
| 6.-                                     |                                      |                      |             |           |   |    |
| 7.-                                     |                                      |                      |             |           |   |    |
| 8.-                                     |                                      |                      |             |           |   |    |
| 9.-                                     |                                      |                      |             |           |   |    |
| 10.-                                    |                                      |                      |             |           |   |    |

| ESTIMACION DE RIESGOS                   |                           |                      |             |           |  |    |
|---|---------------------------|----------------------|-------------|-----------|--|----|
| Nº orden:                               |                           |                      |             |           | Descripción:                                   |    |
| Actividad:                              | EJECUCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA |                      |             |           | Tendido de la cuerda guía entre apoyo y apoyo. |    |
|   | TENDIDO DE CABLE          |                      |             |           |  |    |
|   | TENDIDO DE CUERDA GUIA    |                      |             |           |  |    |
|   |                           |                      |             |           |  |    |
|   |                           |                      |             |           |  |    |
| Nº de trabajadores: 6                   |                           |                      |             |           |  |    |
| Peligro identificado                    | ACCIONES REQUERIDAS       |                      |             |           | Riesgo controlado                              |    |
|   | Protección individual     | Protección colectiva | Información | Formación | SI   | NO |
| 1.- Caídas de personas a distinto nivel | Arnés de seguridad        |                      |             |           |  |    |
| 2.- Caída de herramientas               | Casco de seguridad        |                      |             |           |  |    |
| 3.-                                     |                           |                      |             |           |  |    |
| 4.-                                     |                           |                      |             |           |  |    |
| 5.-                                     |                           |                      |             |           |  |    |
| 6.-                                     |                           |                      |             |           |  |    |
| 7.-                                     |                           |                      |             |           |  |    |
| 8.-                                     |                           |                      |             |           |  |    |
| 9.-                                     |                           |                      |             |           |  |    |
| 10.-                                    |                           |                      |             |           |  |    |

| ESTIMACION DE RIESGOS                   |                           |  |             |           |                   |    |
|---|---------------------------|--|-------------|-----------|-------------------|----|
| Nº orden:                               |                           | Descripción:   |             |           |                   |    |
| Actividad:                              | EJECUCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA | Montaje de la cadena de aisladores unida a cable ya engrapado en la cruceta del apoyo. |             |           |                   |    |
|   | TENDIDO DE CABLE          |  |             |           |                   |    |
|   | COLOCACIÓN DE AISLADORES  |  |             |           |                   |    |
|   |                           |  |             |           |                   |    |
| Nº de trabajadores: 6                   |                           |  |             |           |                   |    |
| Peligro identificado                    | ACCIONES REQUERIDAS       |  |             |           | Riesgo controlado |    |
|   | Protección individual     | Protección colectiva   | Información | Formación | SI                | NO |
| 1.- Caídas de personas a distinto nivel | Arnés de seguridad        |  |             |           |                   |    |
| 2.- Caída de herramientas               | Casco de seguridad        |  |             |           |                   |    |
| 3.-                                     |                           |  |             |           |                   |    |
| 4.-                                     |                           |  |             |           |                   |    |
| 5.-                                     |                           |  |             |           |                   |    |
| 6.-                                     |                           |  |             |           |                   |    |
| 7.-                                     |                           |  |             |           |                   |    |
| 8.-                                     |                           |  |             |           |                   |    |
| 9.-                                     |                           |  |             |           |                   |    |
| 10.-                                    |                           |  |             |           |                   |    |

| ESTIMACION DE RIESGOS                   |                           |                      |             |  |                   |    |
|---|---------------------------|----------------------|-------------|--|-------------------|----|
| Nº orden:                               |                           |                      |             | Descripción:   |                   |    |
| Actividad:                              | EJECUCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA |                      |             | Retirada de todas las roldanas utilizadas para tendido de cable. |                   |    |
|   | TENDIDO DE CABLE          |                      |             |  |                   |    |
|   | RETIRADA DE ROLDANAS      |                      |             |  |                   |    |
|   |                           |                      |             |  |                   |    |
|   |                           |                      |             |  |                   |    |
| Nº de trabajadores: 6                   |                           |                      |             |  |                   |    |
| Peligro identificado                    | ACCIONES REQUERIDAS       |                      |             |  | Riesgo controlado |    |
|   | Protección individual     | Protección colectiva | Información | Formación  | SI                | NO |
| 1.- Caídas de personas a distinto nivel | Arnés de seguridad        |                      |             |  |                   |    |
| 2.- Caída de herramientas               | Casco de seguridad        |                      |             |  |                   |    |
| 3.-                                     |                           |                      |             |  |                   |    |
| 4.-                                     |                           |                      |             |  |                   |    |
| 5.-                                     |                           |                      |             |  |                   |    |
| 6.-                                     |                           |                      |             |  |                   |    |
| 7.-                                     |                           |                      |             |  |                   |    |
| 8.-                                     |                           |                      |             |  |                   |    |
| 9.-                                     |                           |                      |             |  |                   |    |
| 10.-                                    |                           |                      |             |  |                   |    |

| ESTIMACION DE RIESGOS                   |  |                      |             |           |  |    |
|---|--|----------------------|-------------|-----------|--|----|
| Nº orden:                               |  |                      |             |           | Descripción:   |    |
| Actividad:                              | EJECUCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA              |                      |             |           | Tendido de la cuerda guía con comienzo en un apoyo hasta otro apoyo, debiendo de salvar el cruce de una carretera. |    |
|   | TENDIDO DE CABLE                       |                      |             |           |  |    |
|   | TENDIDO DE CUERDA GUÍA CRUCE CARRETERA |                      |             |           |  |    |
|   |  |                      |             |           |  |    |
|   |  |                      |             |           |  |    |
| Nº de trabajadores: 6                   |  |                      |             |           |  |    |
| Peligro identificado                    | ACCIONES REQUERIDAS                    |                      |             |           | Riesgo controlado  |    |
|   | Protección individual                  | Protección colectiva | Información | Formación | SI   | NO |
| 1.- Caídas de personas a distinto nivel | Arnés de seguridad                     |                      |             |           |  |    |
| 2.- Caída de herramientas               | Casco de seguridad                     |                      |             |           |  |    |
| 3.-Caída de objetos en manipulación     |  | Pórtico de seguridad |             |           |  |    |
| 4.-                                     |  |                      |             |           |  |    |
| 5.-                                     |  |                      |             |           |  |    |
| 6.-                                     |  |                      |             |           |  |    |
| 7.-                                     |  |                      |             |           |  |    |
| 8.-                                     |  |                      |             |           |  |    |
| 9.-                                     |  |                      |             |           |  |    |
| 10.-                                    |  |                      |             |           |  |    |

## ANEXO N°3

### VALORACION Y CONTROL DE RIESGOS

**1.- PELIGROS**

- R-1 CAIDA DE PERSONAS A DISTINTO NIVEL
- R-2 CAIDA DE PERSONAS AL MISMO NIVEL
- R-3 CAIDA DE OBJETOS POR DESPLOME
- R-4 CAIDA DE OBJETOS POR DERRUMBAMIENTO
- R-5 CAIDA DE HERRAMIENTAS
- R-6 CAIDA POR OBJETOS DESPRENDIDOS
- R-7 PISADA SOBRE OBJETOS PUNZANTES
- R-8 CHOQUES CONTRA OBJETOS MOVILES
- R-9 CHOQUES CONTRA OBJETOS INMOVILES
- R-10 GOLPES Y CORTES POR OBJETOS
- R-11 GOLPES Y CORTES POR HERRAMIENTAS
- R-12 PROYECCION DE FRAGMENTOS O PARTICULAS
- R-13 ATRAPAMIENTO POR UN OBJETO O ENTRE OBJETOS
- R-14 ATRAPAMIENTO POR VUELCO DE MAQUINARIA
- R-15 SOBRESFUERZOS
- R-16 EXPOSICION O CONTACTOS CON TEMPERATURAS EXTREMAS
- R-17 CONTACTOS TERMICOS
- R-18 EXPOSICION O CONTACTOS POR CORRIENTES ELECTRICAS
- R-19 EXPOSICION O CONTACTOS CON SUSTANCIAS NOCIVAS
- R-20 INHALACION O INGESTION DE SUSTANCIAS NOCIVAS
- R-21 CONTACTOS CON SUSTANCIAS CAUSTICAS
- R-22 EXPOSICION A RADIACIONES
- R-23 EXPLOSIONES
- R-24 INCENDIOS

- R-25 ATROPELLOS CON VEHICULOS
- R-26 GOLPES CON VEHICULOS
- R-27 DESPRENDIMIENTO DE TIERRAS
- R-28 EXPOSICION AL RUIDO
- R-29 FALTA DE ILUMINACION
- R-30 EXPOSICION A VIBRACIONES
- R-31 CARGA MENTAL
- R-32 CAIDA DE OBJETOS EN MANIPULACION
- R-33 CAIDA DE VEHICULOS A DISTINTO NIVEL

**2.- MAQUINARIA**

- M-1 TODO TERRENO
- M-2 BULLDOZER
- M-3 RODILLO VIBRANTE AUTOPROPULSADO
- M-4 RETROEXCAVADORA
- M-5 CAMION PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS
- M-6 COMPRESOR CON MARTILLOS
- M-7 CAMION GRUA
- M-8 CAMION HORMIGONERA
- M-9 VIBRADOR
- M-10 GRUPO ELECTROGENO
- M-11 GRUA AUTOPROPULSADA
- M-12 RETROEXCAVADORA CON MARTILLO PICADOR
- M-13 COMPACTADOR VIBRATORIO
- M-14 RETROEXCAVADORA CON MARTILLO PICADOR

**3.- MEDIOS AUXILIARES**

- C-1 ESCALERAS DE MANO
- C-2 ESLINGAS
- C-3 TAMBOR DE RECOGIDA

- C-4 TAMBOR CON FRENO
- C-5 ROLDANAS
- C-6 TRACTEL
- C-7 ENGRAPADORA

**4.- PRODUCTOS NOCIVOS**

- P-1 HORMIGON

**5.- PROTECCION COLECTIVA**

- A-1 ENTIBACION
- A-2 VALLAS DE PROTECCION
- A-3 DESCARGO ELECTRICO DE LINEA
- A-4 CUBRICION DE ZANJA CON CHAPONES
- A-5 SEÑALIZACION 8.3.-I.C
- A-6 SOBREECAVACION EN ZANJA
- A-7 PORTICO DE SEGURIDAD

**6.- PROTECCION PERSONAL**

- B-1 TAPONES AUDITIVOS
- B-2 GAFAS ANTIIMPACTO
- B-3 CINTURON DE SEGURIDAD
- B-4 GUANTES DE GOMA
- B-5 VESTUARIO ALTA VISIBILIDAD
- B-6 ARNES DE SEGURIDAD
- B-7 CASCO DE SEGURIDAD
- B-8 GUANTES FLOR PIEL

**7.- OTROS**

- T-1 FORMACION
- T-2 ATADO DE HERRAMIENTAS



## ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

**ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS  
DE LA MODIFICACIÓN DEL PROYECTO  
LAAT 220 KV SC DE SET RUEDA OESTE 220/30 KV  
A SET PRE-RUEDA 400/220 KV**

## INDICE

|   |          |
|---|----------|
| <b>1. MEMORIA .....</b>   | <b>1</b> |
| 1.1. Objeto del Estudio de Gestión de Residuos .....                              | 2        |
| 1.2. Situación y descripción general del proyecto .....                           | 2        |
| 1.3. Descripción general de los trabajos .....                                    | 2        |
| 1.4. Estimación de residuos a generar .....                                       | 3        |
| 1.5. Medidas de prevención de generación de residuos .....                        | 4        |
| 1.5.1. Trabajos de construcción .....   | 4        |
| 1.6. Medidas de separación, manejo y almacenamiento de los residuos en obra. .... | 6        |
| 1.6.1. Segregación .....  | 6        |
| 1.6.2. Almacenamiento .....   | 7        |
| 1.7. Destinos finales de los residuos generados .....                             | 8        |
| 1.7.1. Residuos no peligrosos .....   | 9        |
| 1.7.2. Residuos peligrosos .....  | 10       |
| 1.8. Valoración del coste previsto de gestión .....                               | 11       |

## 1. MEMORIA

### 1.1. Objeto del Estudio de Gestión de Residuos

El presente Estudio de Residuos se realiza para minimizar los impactos derivados de la generación de residuos en la construcción de la presente modificación de proyecto, estableciendo las medidas y criterios a seguir para reducir al máximo la cantidad de residuos generados, segregarlos y almacenarlos correctamente y proceder a la gestión más adecuada para cada uno de ellos. El Estudio se lleva a cabo en cumplimiento del R.D. 105/2008, de 1 de Febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición y se ha redactado según los criterios contemplados en el artículo 4 de dicho Real Decreto.

### 1.2. Situación y descripción general del proyecto

La situación y descripción general del proyecto está reflejado en el Documento 1: Memoria de la modificación del proyecto.

### 1.3. Descripción general de los trabajos

Las actividades a llevar a cabo y que van a dar lugar a la generación de residuos van a ser las siguientes:

- Apertura/acondicionamiento de accesos y zonas de trabajo: desbroces/talas y movimientos de tierras.
- Obra civil: excavación y hormigonado de cimentaciones
- Acopio de material necesario en las campas, armado e izado de los apoyos.
- Apertura de la calle de tendido. Apertura de calle de seguridad (talas y podas).
- Tendido de conductores y cables de tierra
- Limpieza y restauración de las zonas de obra

#### 1.4. Estimación de residuos a generar

Durante los trabajos descritos se prevé generar los siguientes residuos, codificados de acuerdo a lo establecido en la Orden MAM/304/2002 (Lista europea de residuos):

| TIPO RESIDUO  | CÓDIGO LER                  |
|---|-----------------------------|
| <b>RESIDUOS NO PELIGROSOS</b>   |                             |
| Excedentes de excavación  | 170504                      |
| Restos de hormigón  | 170101                      |
| Papel y cartón  | 200101                      |
| Maderas   | 170201                      |
| Plásticos (envases y embalajes)   | 170203                      |
| Chatarras metálicas   | 170405/170407/170401/170402 |
| Restos asimilables a urbanos  | 200301                      |
| Restos asimilables a urbanos. Contenedor amarillo: metales y plásticos (si se segregan) | 150102/150104/150105/150106 |
| Residuos vegetales (podas y talas)  | 200201                      |
| <b>RESIDUOS PELIGROSOS</b>  |                             |
| Trapos impregnados  | 150202*                     |
| Tierras contaminadas  | 170503*                     |
| Envases que han contenido sustancias peligrosas   | 150110*/150111*             |

Es necesario aclarar que, en el Plan de gestión residuos (que se elabora en una etapa de proyecto posterior al presente estudio por los contratistas responsables de acometer los trabajos, poseedores de los residuos) e incluso durante la propia obra se podrá identificar algún otro residuo. Asimismo la estimación de cantidades, que se incluye en el punto 6 del presente documento, es aproximada, teniendo en cuenta la información de la que se dispone en la etapa en la cual se elabora el proyecto de ejecución. Las cantidades, por tanto, también deberán ser ajustadas en los correspondientes Planes de gestión de residuos.

## 1.5. Medidas de prevención de generación de residuos

### 1.5.1. Trabajos de construcción

Como norma general es importante separar aquellos productos sobrantes que pudieran ser reutilizables de modo que en ningún caso puedan enviarse a vertederos.

Además es importante separar los residuos desde el origen, para evitar contaminaciones, facilitar su reciclado y evitar generar residuos derivados de la mezcla de otros.

Se exponen a continuación algunas buenas prácticas para evitar/minimizar la generación de algunos residuos:

- Tierras de excavación:
  - Separar y almacenar adecuadamente la tierra vegetal para utilizarla posteriormente en labores de restauración. La tierra vegetal se acumulará en zonas no afectadas por los movimientos de tierra hasta que se proceda a su disposición definitiva y la altura máxima de los acopios será de dos metros para que no pierda sus características.
  - Minimizar, desde la elección del trazado de la línea, la definición del tamaño de las campas y de accesos, los movimientos de tierras a llevar a cabo.
  - Utilizar las tierras sobrantes de excavación en la propia obra en la medida de lo posible.
- Medios auxiliares (palets de madera), envases y embalajes:
  - Utilizar materiales cuyos envases/embalajes procedan de material reciclado
  - No separar el embalaje hasta que no vayan a ser utilizados los materiales

- Guardar los embalajes que puedan ser reutilizados inmediatamente después de separarlos del producto. Gestionar la devolución al proveedor en el caso de ser este el procedimiento establecido.
- Los palets de madera se han de reutilizar cuantas veces sea posible
- Residuos metálicos:
  - Separarlos y almacenarlos adecuadamente para facilitar su reciclado
- Aceites y grasas:
  - Realizar el mantenimiento de la maquinaria y cambios de aceites en talleres autorizados.
  - Si es imprescindible llevar a cabo alguna operación de cambio de aceites y grasas en la obra, utilizar los accesorios necesarios para evitar posibles vertidos al suelo (recipiente de recogida de aceite y superficie impermeable).
- Tierras contaminadas:
  - Establecer las medidas preventivas para evitar derrames de sustancias peligrosas:
  - Mantener cerrados todos los recipientes que contengan sustancias peligrosas para el medio ambiente (desencofrante, aceites etc.)
  - Si fuera necesario el almacenamiento de combustibles, disponer de bandeja metálica.
  - Resguardar de la lluvia las zonas de almacenamiento (mediante techado o uso de lona impermeable), para evitar que las bandejas se llenen de agua.
  - Disponer de grupos electrógenos cuyo tanque de almacenamiento principal tenga doble pared y cuyas tuberías vayan encamisadas. Disponer de absorbentes hidrófobos para la retención de goteos y pequeñas fugas.

- Residuos vegetales:
  - Respetar todos los ejemplares arbóreos que no sean incompatibles con el desarrollo del proyecto
  - Facilitar la entrega de los restos de podas/talas a sus propietarios
  - En los casos en los que sea posible (por su tamaño o después de haber sido triturados) los restos vegetales se incorporarán al terreno.

#### 1.6. Medidas de separación, manejo y almacenamiento de los residuos en obra.

Los requisitos en cuanto a la segregación, almacenamiento, manejo y gestión de los residuos en obra están incluidos en las especificaciones ambientales, formando así parte de las prescripciones técnicas del proyecto.

Para que se pueda desarrollar una correcta segregación y almacenamiento de residuos en la obra, todo el personal implicado deberá estar adecuadamente formado sobre cómo separar y almacenar cualquier tipo de residuos que pueda derivarse de los trabajos.

##### 1.6.1. Segregación

Para una correcta valorización o eliminación se realizará una segregación previa de los residuos, separando aquellos que por su no peligrosidad (residuos urbanos y asimilables a urbanos) y por su cantidad puedan ser depositados en los contenedores específicos colocados por el correspondiente ayuntamiento, de los que deban ser llevados a vertedero controlado y de los que deban ser entregados a un gestor autorizado (residuos peligrosos). Para la segregación se utilizarán bolsas o contenedores que impidan o dificulten la alteración de las características de cada tipo de residuo.

La segregación de residuos en obra ha de ser la máxima posible, para facilitar la reutilización de los materiales y que el tratamiento final sea el más adecuado según el tipo de residuo.

En ningún caso se mezclarán residuos peligrosos y no peligrosos.

Si en algún caso no resultara técnicamente viable la segregación en origen, el poseedor (contratista) podrá encomendar la separación de fracciones de los distintos residuos no peligrosos a un gestor de residuos externo a la obra, teniendo que presentar en este caso, la correspondiente documentación acreditativa conforme el gestor ha realizado los trabajos.

Se procurará además segregar los RSU en las distintas fracciones (envases y embalajes, papel, vidrio y resto).

### 1.6.2. Almacenamiento

Desde la generación de los residuos hasta su eliminación o valorización final, los residuos peligrosos y no peligrosos se almacenarán de forma separada.

Según el tipo de residuos, se podrán almacenar en la propia obra y cuando no sea viable se podrán almacenar en una instalación propia del contratista (siempre y cuando cuente con todos los permisos necesarios) o contratar los servicios de almacenamiento a un gestor autorizado.

Para las zonas de almacenamiento se cumplirán los siguientes criterios:

- Serán seleccionadas, siempre que sea posible, de forma que no sean visibles desde carreteras o lugares de tránsito de personas pero con facilidad de acceso para poder proceder a la recogida de los mismos.
- Estarán debidamente señalizadas mediante marcas en el suelo, carteles, etc. para que cualquier persona que trabaje en la obra sepa su ubicación.
- Los contenedores de residuos peligrosos estarán identificados según se indica en la legislación aplicable (RD 180/2015 y Ley 22/2011 de residuos y suelos contaminados), con etiquetas o carteles resistentes a las distintas condiciones meteorológicas, colocados en un lugar visible y que proporcionen la siguiente información: descripción del residuo, icono de riesgos, código del residuo, datos del productor y fecha de almacenamiento

- Las zonas de almacenamiento de residuos peligrosos estarán protegidas de la lluvia y contarán con suelo impermeabilizado o bandejas de recogida de derrames accidentales. (Normalmente no estarán ubicadas en obra)
- Los residuos que por sus características puedan ser arrastrados por el viento, como plásticos (embalajes, bolsas..), papeles (sacos de mortero..) etc. deberán ser almacenados en contenedores cerrados, a fin de evitar su diseminación por la zona de obra y el exterior del recinto.
- Se delimitará e identificará de forma clara una zona para la limpieza de las cubas de hormigonado para evitar vertidos de este tipo en las proximidades de la subestación. La zona será regenerada una vez finalizada la obra, llevándose los residuos a vertedero controlado y devolviéndola a su estado y forma inicial.
- Se evitará el almacenamiento de excedentes de excavación en cauces y sus zonas de policía.

Por las características de las actividades a llevar a cabo, lo habitual será almacenar pequeñas cantidades de residuos en las campas de trabajo siendo estos trasladados a un almacén propiedad del contratista. No procede por tanto, la inclusión de un plano con las zonas destinadas al almacenamiento de los residuos. En los correspondientes Planes de Gestión de residuos de construcción y demolición que proporcionen los contratistas se deberá incluir la localización de los almacenes utilizados. En dichos planes también se incluirá la descripción de los contenedores que se prevé utilizar para los distintos residuos.

#### 1.7. Destinos finales de los residuos generados

La gestión de los residuos se realizará según lo establecido en la legislación específica vigente.

Siempre se favorecerá el reciclado y valoración de los residuos frente a la eliminación en vertedero controlado de los mismos.



### 1.7.1. Residuos no peligrosos

RSU: Los residuos sólidos urbanos y asimilables (papel, cartón, vidrio, envases de plástico) separados en sus distintas fracciones serán llevados a un vertedero autorizado o recogidos por gestores autorizados. En el caso de no ser posible la recogida por gestor autorizado y de tratarse de pequeñas cantidades, se podrán depositar en los distintos contenedores que existan en el Ayuntamiento más próximo.

Restos vegetales: La eliminación de los residuos vegetales deberá hacerse de forma simultánea a las labores de talas y desbroce. Los residuos obtenidos se apilarán y retirarán de la zona con la mayor brevedad, evitando así que se conviertan en un foco de infección por hongos, o que suponga un incremento del riesgo de incendios.

Los residuos forestales generados se gestionarán según indique la autoridad ambiental competente. Con carácter general, y si no hubiera indicaciones, preferiblemente se entregarán a sus propietarios.

Según el caso y si el tamaño lo permite (si es necesario se procederá a su trituración) los restos se incorporarán al suelo.

Si ninguna de las opciones anteriores es posible, se gestionará su entrega a una planta de compostaje y en último caso se trasladarán a vertedero controlado.

Excedentes de excavación, como ya se ha comentado tratarán de reutilizarse en la obra, si no es posible y existe permiso de los Ayuntamientos afectados y de la autoridad ambiental competente, podrán gestionarse mediante su reutilización en firmes de caminos, rellenos etc. Si no son posibles las opciones anteriores se gestionarán en vertedero autorizado.

Escombros, y excedentes de hormigón: Gestión en vertedero autorizado. Si es factible, los restos de hormigón se llevarán a una trituradora de áridos para su reutilización.

Chatarra: se entregará a gestor autorizado para que proceda al reciclado de las distintas fracciones.

### 1.7.2. Residuos peligrosos

Los residuos peligrosos se gestionarán mediante gestor autorizado. Se dará preferencia a aquellos gestores que ofrezcan la posibilidad de reciclaje y valorización como destinos finales frente a la eliminación.

Antes del inicio de las obras los contratistas están obligados a programar la gestión de los residuos que prevé generar. En el **Plan de gestión de residuos de construcción** se reflejará la gestión prevista para cada tipo de residuo: planes para la reutilización de excedentes de excavación u hormigón, retirada a vertedero y gestiones a través de gestor autorizado (determinando los gestores autorizados), indicando el tratamiento final que se llevará a cabo en cada caso.

Como anexo a dicho Plan el contratista deberá presentar la documentación legal necesaria para llevar a cabo las actividades de gestión de residuos:

- Acreditación como productor de residuos en la Comunidad Autónoma en la que se llevan a cabo los trabajos
- Autorizaciones de los transportistas y gestores de residuos (las correspondientes según se trate de residuos peligrosos o no peligrosos)
- Autorizaciones de vertederos y depósitos
- Documentos de Aceptación de los residuos que se prevé generar (residuos peligrosos)

Al final de los trabajos las gestiones de residuos realizadas quedaran registradas en una ficha de “Gestión de residuos generados en las obras de construcción” que incluirá las cantidades de residuos generadas según su tipo, destino y fecha de gestión.

Además de cumplimentar la ficha el contratista proporcionará la documentación acreditativa de las gestiones realizadas:

- Documentos de Control y Seguimiento (Residuos peligrosos)
- Notificaciones de traslado (Residuos peligrosos)

- Albaranes de retirada o documentos de entrega de residuos no peligrosos.
- Permisos de vertido/reutilización de excedentes de excavación

### 1.8. Valoración del coste previsto de gestión

En el cuadro que se muestra a continuación se incluye una estimación de las cantidades previstas de residuos a generar y los costes asociados a su gestión. Se resalta que el coste es muy aproximado pues los precios están sometidos a bastante variación en función de los transportistas y gestores utilizados y además las cantidades estimadas en este estado del proyecto también se irán ajustando con el desarrollo del mismo.

Los costes unitarios de cada residuo se estiman en las siguientes cantidades:

| Tipo de residuo  | Código LER                      | Unidad         | Precio/unidad |
|--|---------------------------------|----------------|---------------|
| Excedentes de excavación   | 170504                          | m <sup>3</sup> | 4             |
| Restos de hormigón   | 170101                          | m <sup>3</sup> | 9             |
| Papel y cartón   | 200101                          | kg             | 0,008         |
| Maderas  | 170201                          | kg             | 0,015         |
| Plásticos (envases y embalajes)  | 170203                          | kg             | 0,016         |
| Chatarras metálicas  | 170405/170407/170401/<br>170402 | kg             | 0,003         |
| Restos asimilables a urbanos   | 200301                          | kg             | 0,0015        |
| Restos asimilables a urbanos.<br>Contenedor amarillo: metales y<br>plásticos (Si segregan) | 150102/150104/150105/<br>150106 | kg             | 0,0015        |
| Tropos impregnados   | 150202*                         | kg             | 1,1           |
| Tierras contaminadas   | 170503*                         | m <sup>3</sup> | 15            |
| Envases que han contenido sustancias<br>peligrosas   | 150110*/150111*                 | kg             | 1,2           |
| Residuos vegetales (podas y talas)   | 200201                          | kg             | 0,015         |

| Tipo residuo   | Código LER                  | Cantidad estimada de residuo generado | Unid           | Costes estimados de gestión (€) |
|--|-----------------------------|---------------------------------------|----------------|---------------------------------|
| Excedentes de excavación   | 170504                      | 758,16                                | m <sup>3</sup> | 3.032,64                        |
| Restos de hormigón   | 170101                      | 3,40                                  | m <sup>3</sup> | 30,62                           |
| Papel y cartón   | 200101                      | 12,65                                 | kg             | 0,10                            |
| Maderas  | 170201                      | 126,46                                | kg             | 1,90                            |
| Plásticos (envases y embalajes)  | 170203                      | 221,31                                | kg             | 3,54                            |
| Chatarras metálicas  | 170405/170407/170401/170402 | 632,30                                | kg             | 1,90                            |
| Restos asimilables a urbanos   | 200301                      | 167,44                                | kg             | 0,25                            |
| Restos asimilables a urbanos. Contenedor amarillo: metales y plásticos (Si segregan) | 150102/150104/150105/150106 | 251,16                                | kg             | 0,38                            |
| Trapos impregnados   | 150202*                     | 0,32                                  | kg             | 0,35                            |
| Tierras contaminadas   | 170503*                     | 200,00                                | Kg             | 3.000,00                        |
| Envases que han contenido sustancias peligrosas                                      | 150110*/150111*             | 9,48                                  | kg             | 11,38                           |
| Residuos vegetales (podas y talas)   | 200201                      | 0,00                                  | kg             | 0,00                            |
| <b>Total</b>   |                             |                                       | €              | <b>6.083,05</b>                 |

ASCIENDE EL PRESUPUESTO A LA CANTIDAD DE SEIS MIL OCHENTA Y TRES EUROS CON CINCO CENTIMOS.

En Madrid, Octubre de 2022

EL INGENIERO INDUSTRIAL



D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS  
 COLEGIADO DEL ICAI Nº 1813/102

## RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

**RELACIÓN DE BIENES  
Y DERECHOS AFECTADOS DE LA MODIFICACIÓN DEL  
PROYECTO**

**LAAT 220 KV SC DE SET RUEDA OESTE 220/30 KV**

**A SET PRE-RUEDA 400/220 KV**

RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

---

INDICE

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. MEMORIA .....</b>   | <b>1</b>  |
| 1.1. Objeto de la Relación de Bienes y Derechos Afectados ..... | 2         |
| 1.2. Afección .....   | 2         |
| 1.3. Relación de Bienes y Derechos Afectados .....              | 2         |
| <b>2. PLANOS.....</b>   | <b>13</b> |
| 2.1. Lista de planos .....                                      | 14        |

## 1. MEMORIA

## RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

---

### 1.1. Objeto de la Relación de Bienes y Derechos Afectados

El objeto de esta Relación de Bienes y Derechos Afectados consiste en la elaboración de la lista de propietarios y bienes y derechos afectados por el trazado de la MODIFICACIÓN de PROYECTO LAAT 220 kV SC SET Rueda Oeste 220/30 kV - SET Pre-Rueda 400/220 kV, objeto del PROYECTO, a partir de los planos parcelarios obtenidos del catastro oficial indicando para cada parcela los siguientes datos:

- Datos oficiales de la parcela según catastro:
  - Nombre del Municipio.
  - Referencia catastral.
  - Parcela.
  - Polígono.
  - Tipo de Cultivo

### 1.2. Afección

- Afección de la línea de alta tensión:
  - Longitud en m que afecta la línea.
  - Superficie en m<sup>2</sup> de afección de la línea aérea teniendo en cuenta la proyección horizontal supuesta por el vuelo o balanceo de los conductores.
  - Superficie en m<sup>2</sup> de ocupación definitiva del apoyo en el tramo aéreo.
  - Superficie en m<sup>2</sup> de ocupación temporal en el tramo aéreo. Se considera una superficie de ocupación temporal de 1.600 m<sup>2</sup> por apoyo.
  - Superficie en m<sup>2</sup> de servidumbre de paso. Se considera una anchura de 4 metros para los viales de acceso, propuestos con origen en caminos catastrales existentes.
  - Superficie en m<sup>2</sup> de no edificabilidad. Se considera una superficie adicional al vuelo de los conductores en el tramo aéreo de 5 m.
  - Superficie en m<sup>2</sup> de poda y tala de arbolado que afecta a cada parcela. Para el nivel de tensión de la línea se considera una distancia adicional de 4,3 m respecto del vuelo de los conductores en el tramo aéreo.

### 1.3. Relación de Bienes y Derechos Afectados

En la tabla que a continuación se presenta se ha elaborado la lista de propietarios y bienes indicando los datos anteriormente descritos.

RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

| Nº FINCA PROYECTO | DATOS DE LA FINCA    |       |        |   |                   | LÍNEA EVACUACIÓN |       |                              |                 |                              | OCUPACIÓN   |                     |                                |                                      |  |
|-------------------|----------------------|-------|--------|---|-------------------|------------------|-------|------------------------------|-----------------|------------------------------|---|---------------------|--------------------------------|--------------------------------------|--|
|                   | REFERENCIA CATASTRAL | PG NO | PARC . | CULTIVO                                   | TÉRMINO MUNICIPAL | APOYOS           |       |                              | VUELO           |                              | SERVIDUMBRE DE PASO PARA VIGILANCIA Y CONSERVACIÓN (m2) |                     | ZONA DE NO EDIFICABILIDAD (m2) | OCUPACIÓN TEMPORAL (m <sup>2</sup> ) | OCUPACIÓN DEFINITIVA (m <sup>2</sup> ) |
|                   |                      |       |        |   |                   | Nº               | CANT. | SUPERFICIE (m <sup>2</sup> ) | LONGITUD (m.l.) | SUPERFICIE (m <sup>2</sup> ) | CAMINOS ACCESOS EXISTENTES (m2)                         | CAMINOS ACCESO (m2) |                                |                                      |  |
| 1                 | 50099A03300038       | 033   | 00038  | C- Labor o Labradío secoano               | EPILA             | -                | -     | -                            | -               | -                            | -   | 182.72              | 38.03                          | -                                    | -                                      |
| 2                 | 50099A03300037       | 033   | 00037  | C- Labor o Labradío secoano               | EPILA             | -                | -     | -                            | -               | -                            | -   | 411.52              | -                              | -                                    | -                                      |
| 3                 | 50099A03300020       | 033   | 00020  | E- Pastos                                 | EPILA             | SC1<br>SC2       | 2     | 57.06                        | 318.87          | 5,884.42                     | -   | 391.08              | 3,499.28                       | 3,200.00                             | 57.06                                  |
| 4                 | 50099A03300100       | 033   | 00100  | C- Labor o Labradío secoano               | EPILA             | -                | -     | -                            | 11.58           | 235.79                       | -   | -                   | 126.06                         | -                                    | -                                      |
| 5                 | 50099A03300032       | 033   | 00032  | C- Labor o Labradío secoano               | EPILA             | -                | -     | -                            | 111.22          | 2,440.73                     | -   | -                   | 1,048.10                       | -                                    | -                                      |
| 6                 | 50099A03300031       | 033   | 00031  | E- Pastos                                 | EPILA             | -                | -     | -                            | -               | -                            | -   | -                   | 77.26                          | -                                    | -                                      |
| 7                 | 50099A03300030       | 033   | 00030  | C- Labor o Labradío secoano               | EPILA             | -                | -     | -                            | 18.37           | 427.38                       | -   | -                   | 135.84                         | -                                    | -                                      |
| 8                 | 50099A03300028       | 033   | 00028  | V- Viña secoano                           | EPILA             | -                | -     | -                            | -               | 162.66                       | -   | -                   | 163.14                         | -                                    | -                                      |
| 9                 | 50099A03300029       | 033   | 00029  | E- Pastos                                 | EPILA             | -                | -     | -                            | 42.72           | 747.93                       | -   | -                   | 256.01                         | -                                    | -                                      |
| 10                | 50099A03309012       | 033   | 09012  | VT Vía de comunicación de dominio público | EPILA             | -                | -     | -                            | 2.97            | 56.22                        | -   | -                   | 28.01                          | -                                    | -                                      |
| 11                | 50099A03300019       | 033   | 00019  | C- Labor o Labradío secoano               | EPILA             | -                | -     | -                            | 58.21           | 1,301.49                     | -   | -                   | 630.89                         | -                                    | -                                      |
| 12                | 50099A03300018       | 033   | 00018  | C- Labor o Labradío secoano               | EPILA             | -                | -     | -                            | 83.70           | 1,666.85                     | -   | -                   | 676.16                         | -                                    | -                                      |
| 13                | 50099A03309009       | 033   | 09009  | VT Vía de comunicación de dominio público | EPILA             | -                | -     | -                            | 21.89           | 117.74                       | -   | -                   | 44.75                          | -                                    | -                                      |
| 14                | 50099A03209002       | 032   | 09002  | VT Vía de comunicación de dominio público | EPILA             | -                | -     | -                            | 4.18            | 110.92                       | -   | -                   | 44.37                          | -                                    | -                                      |
| 15                | 50099A03200087       | 032   | 00087  | AM Almendro secoano                       | EPILA             | -                | -     | -                            | -               | -                            | -   | -                   | -                              | -                                    | -                                      |
| 16                | 50099A03200088       | 032   | 00088  | E- Pastos                                 | EPILA             | SC3              | 1     | -                            | 3.01            | 268.73                       | 180.96  | -                   | 440.38                         | 1.03                                 | -                                      |

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS (C.N.I.) - V.S.A.D. No. 0607727 - Fecha: 04/11/2022 - Firmado electrónicamente por el C.N.I.



RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

| Nº FINCA PROYECTO | DATOS DE LA FINCA    |       |        |   |                   | LÍNEA EVACUACIÓN |       |                              |                 |                              | OCUPACIÓN   |                     |                                |                                      |  |
|-------------------|----------------------|-------|--------|---|-------------------|------------------|-------|------------------------------|-----------------|------------------------------|---|---------------------|--------------------------------|--------------------------------------|--|
|                   | REFERENCIA CATASTRAL | PG NO | PARC . | CULTIVO                                   | TÉRMINO MUNICIPAL | APOYOS           |       |                              | VUELO           |                              | SERVIDUMBRE DE PASO PARA VIGILANCIA Y CONSERVACIÓN (m2) |                     | ZONA DE NO EDIFICABILIDAD (m2) | OCUPACIÓN TEMPORAL (m <sup>2</sup> ) | OCUPACIÓN DEFINITIVA (m <sup>2</sup> ) |
|                   |                      |       |        |   |                   | Nº               | CANT. | SUPERFICIE (m <sup>2</sup> ) | LONGITUD (m.l.) | SUPERFICIE (m <sup>2</sup> ) | CAMINOS ACCESOS EXISTENTES (m2)                         | CAMINOS ACCESO (m2) |                                |                                      |  |
| 17                | 50099A03200089       | 032   | 00089  | O- Olivos seco                            | EPILA             | -                | -     | -                            | -               | 53.19                        | -   | -                   | 287.64                         | 64.12                                | -                                      |
| 18                | 50099A03200084       | 032   | 00084  | C- Labor o Labradío seco                  | EPILA             | -                | -     | 35.50                        | 311.29          | 4,799.50                     | -   | 162.70              | 2,559.12                       | 1,534.85                             | 35.50                                  |
| 19                | 50099A03209008       | 032   | 09008  | VT Vía de comunicación de dominio público | EPILA             | -                | -     | -                            | 4.42            | 61.77                        | -   | -                   | 43.02                          | -                                    | -                                      |
| 20                | 50099A03200083       | 032   | 00083  | E- Pastos                                 | EPILA             | -                | -     | -                            | 8.48            | 121.30                       | -   | 34.00               | 101.55                         | 266.96                               | -                                      |
| 21                | 50099A03200082       | 032   | 00082  | C- Labor o Labradío seco                  | EPILA             | SC4              | 1     | 22.23                        | 44.51           | 662.65                       | -   | 24.32               | 431.35                         | 1,326.16                             | 22.23                                  |
| 22                | 50099A03200081       | 032   | 00081  | V- Viña seco                              | EPILA             | -                | -     | -                            | 18.43           | 336.23                       | -   | -                   | 181.50                         | 6.88                                 | -                                      |
| 23                | 50099A03200080       | 032   | 00080  | C- Labor o Labradío seco                  | EPILA             | -                | -     | -                            | 34.59           | 623.56                       | -   | -                   | 352.24                         | -                                    | -                                      |
| 24                | 50099A03209007       | 032   | 09007  | VT Vía de comunicación de dominio público | EPILA             | -                | -     | -                            | 3.56            | 67.28                        | -   | -                   | 36.94                          | -                                    | -                                      |
| 25                | 50099A03200079       | 032   | 00079  | C- Labor o Labradío seco                  | EPILA             | -                | -     | -                            | 86.78           | 2,207.30                     | -   | -                   | 875.04                         | -                                    | -                                      |
| 26                | 50099A03200078       | 032   | 00078  | C- Labor o Labradío seco                  | EPILA             | -                | -     | -                            | 62.45           | 1,467.65                     | -   | -                   | 653.25                         | -                                    | -                                      |
| 27                | 50099A03200077       | 032   | 00077  | C- Labor o Labradío seco                  | EPILA             | SC5              | 1     | 22.23                        | 164.15          | 2,869.30                     | -   | 155.82              | 1,798.02                       | 1,600.00                             | 22.23                                  |
| 28                | 50099A03200075       | 032   | 00075  | C- Labor o Labradío seco                  | EPILA             | -                | -     | -                            | 100.88          | 2,110.89                     | -   | -                   | 824.05                         | -                                    | -                                      |
| 29                | 50099A03200008       | 032   | 00008  | C- Labor o Labradío seco                  | EPILA             | SC6              | 1     | 22.23                        | 114.86          | 2,025.59                     | -   | 528.74              | 1,148.27                       | 1,600.00                             | 22.23                                  |
| 30                | 50099A03200009       | 032   | 00009  | C- Labor o Labradío seco                  | EPILA             | -                | -     | -                            | 152.28          | 3,031.73                     | -   | -                   | 1,526.37                       | -                                    | -                                      |
| 31                | 50099A03200006       | 032   | 00006  | C- Labor o Labradío seco                  | EPILA             | -                | -     | -                            | 137.40          | 2,725.18                     | -   | -                   | 1,306.27                       | -                                    | -                                      |
| 32                | 50099A03200001       | 032   | 00001  | C- Labor o Labradío seco                  | EPILA             | -                | -     | -                            | 76.09           | 1,438.66                     | -   | -                   | 774.08                         | -                                    | -                                      |

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICARON - FEMTAB SL - OCT-2022 - RBDA - Pag.4  
 Nacional de Ingenieros ICARON - FEMTAB SL - OCT-2022 - RBDA - Pag.4  
 Autenticidad verificable a través de la página: <https://gestorordocumentos.icarones.com/validarCSV.aspx>

RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

| Nº FINCA PROYECTO | DATOS DE LA FINCA    |       |        |   |                   | LÍNEA EVACUACIÓN |       |                              |                 |                              | OCUPACIÓN   |                     |                                |                                      |  |
|-------------------|----------------------|-------|--------|---|-------------------|------------------|-------|------------------------------|-----------------|------------------------------|---|---------------------|--------------------------------|--------------------------------------|--|
|                   | REFERENCIA CATASTRAL | PG NO | PARC . | CULTIVO                                   | TÉRMINO MUNICIPAL | APOYOS           |       |                              | VUELO           |                              | SERVIDUMBRE DE PASO PARA VIGILANCIA Y CONSERVACIÓN (m2) |                     | ZONA DE NO EDIFICABILIDAD (m2) | OCUPACIÓN TEMPORAL (m <sup>2</sup> ) | OCUPACIÓN DEFINITIVA (m <sup>2</sup> ) |
|                   |                      |       |        |   |                   | Nº               | CANT. | SUPERFICIE (m <sup>2</sup> ) | LONGITUD (m.l.) | SUPERFICIE (m <sup>2</sup> ) | CAMINOS ACCESOS EXISTENTES (m2)                         | CAMINOS ACCESO (m2) |                                |                                      |  |
| 33                | 50099A03200005       | 032   | 00005  | AM Almendro seco                          | EPILA             | SC7              | 1     | 22.23                        | 49.81           | 737.08                       | -   | 882.68              | 553.54                         | 1,600.00                             | 22.23                                  |
| 34                | 50099A03200004       | 032   | 00004  | C- Labor o Labradío seco                  | EPILA             | -                | -     | -                            | -               | -                            | -   | 178.20              | -                              | -                                    | -                                      |
| 35                | 50099A03209001       | 032   | 09001  | VT Vía de comunicación de dominio público | EPILA             | -                | -     | -                            | 2.11            | 42.14                        | -   | 6.25                | 19.86                          | -                                    | -                                      |
| 36                | 50099A03109001       | 031   | 09001  | VT Vía de comunicación de dominio público | EPILA             | -                | -     | -                            | -               | 32.91                        | -   | -                   | 10.30                          | -                                    | -                                      |
| 37                | 50099A03009008       | 030   | 09008  | VT Vía de comunicación de dominio público | EPILA             | -                | -     | -                            | 1.88            | 5.93                         | -   | -                   | 10.07                          | -                                    | -                                      |
| 38                | 50099A03009004       | 030   | 09004  | VT Vía de comunicación de dominio público | EPILA             | -                | -     | -                            | -               | 1.30                         | -   | -                   | 5.84                           | -                                    | -                                      |
| 39                | 50099A03000028       | 030   | 00028  | C- Labor o Labradío seco                  | EPILA             | -                | -     | -                            | -               | 0.07                         | -   | -                   | 11.50                          | -                                    | -                                      |
| 40                | 50099A03109004       | 031   | 09004  | VT Vía de comunicación de dominio público | EPILA             | -                | -     | -                            | -               | 3.31                         | -   | -                   | 5.94                           | -                                    | -                                      |
| 41                | 50099A03100037       | 031   | 00037  | C- Labor o Labradío seco                  | EPILA             | -                | -     | -                            | 21.46           | 428.30                       | -   | -                   | 269.77                         | -                                    | -                                      |
| 42                | 50099A03100038       | 031   | 00038  | E- Pastos                                 | EPILA             | -                | -     | -                            | 154.03          | 2,481.54                     | 1,221.72  | 144.68              | 1,466.74                       | -                                    | -                                      |
| 43                | 50099A03100039       | 031   | 00039  | C- Labor o Labradío seco                  | EPILA             | -                | -     | -                            | 24.71           | 259.26                       | -   | 140.84              | 247.51                         | 501.43                               | -                                      |
| 44                | 50099A03100040       | 031   | 00040  | C- Labor o Labradío seco                  | EPILA             | SC8              | 1     | 71.81                        | 39.77           | 361.57                       | -   | 25.12               | 400.14                         | 1,098.57                             | 71.81                                  |
| 45                | 50099A03100042       | 031   | 00042  | V- Viña seco                              | EPILA             | -                | -     | -                            | -               | -                            | 201.76  | -                   | -                              | -                                    | -                                      |
| 46                | 50099A03100041       | 031   | 00041  | C- Labor o Labradío seco                  | EPILA             | -                | -     | -                            | 28.31           | 332.14                       | 166.44  | -                   | 278.33                         | -                                    | -                                      |
| 47                | 50099A03100043       | 031   | 00043  | C- Labor o Labradío seco                  | EPILA             | -                | -     | -                            | -               | -                            | 491.44  | -                   | -                              | -                                    | -                                      |
| 48                | 50099A03100044       | 031   | 00044  | F- Frutales seco                          | EPILA             | -                | -     | -                            | -               | -                            | -   | 597.76              | -                              | -                                    | -                                      |
| 49                | 50099A03100045       | 031   | 00045  | E- Pastos                                 | EPILA             | SC9              | 1     | 65.14                        | 204.98          | 2,495.52                     | -   | 611.76              | 2,039.49                       | 1,600.00                             | 65.14                                  |

RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

| N° FINCA PROYECTO | DATOS DE LA FINCA    |       |        |  |                   | LÍNEA EVACUACIÓN |       |                              |                 |                              | OCUPACIÓN   |                     |                                |                                      |  |
|-------------------|----------------------|-------|--------|--|-------------------|------------------|-------|------------------------------|-----------------|------------------------------|---|---------------------|--------------------------------|--------------------------------------|--|
|                   | REFERENCIA CATASTRAL | PG NO | PARC . | CULTIVO                                      | TÉRMINO MUNICIPAL | APOYOS           |       |                              | VUELO           |                              | SERVIDUMBRE DE PASO PARA VIGILANCIA Y CONSERVACIÓN (m2) |                     | ZONA DE NO EDIFICABILIDAD (m2) | OCUPACIÓN TEMPORAL (m <sup>2</sup> ) | OCUPACIÓN DEFINITIVA (m <sup>2</sup> ) |
|                   |                      |       |        |  |                   | N°               | CANT. | SUPERFICIE (m <sup>2</sup> ) | LONGITUD (m.l.) | SUPERFICIE (m <sup>2</sup> ) | CAMINOS ACCESOS EXISTENTES (m2)                         | CAMINOS ACCESO (m2) |                                |                                      |  |
| 50                | 50099A03109002       | 031   | 09002  | VT Vía de comunicación de dominio público    | EPILA             | -                | -     | -                            | 72.35           | 987.37                       | -   | -                   | 747.01                         | -                                    | -                                      |
| 51                | 50099A03100067       | 031   | 00067  | E- Pastos                                    | EPILA             | -                | -     | -                            | 42.97           | 385.68                       | -   | -                   | 400.14                         | -                                    | -                                      |
| 52                | 50099A03100052       | 031   | 00052  | C- Labor o Labradío secoano                  | EPILA             | DC1              | 1     | 29.25                        | 86.57           | 647.44                       | -   | 56.60               | 910.68                         | 1,591.15                             | 29.25                                  |
| 53                | 50099A03100051       | 031   | 00051  | C- Labor o Labradío secoano                  | EPILA             | -                | -     | -                            | 44.19           | 739.29                       | -   | -                   | 423.17                         | 8.85                                 | -                                      |
| 54                | 50099A03100066       | 031   | 00066  | E- Pastos                                    | EPILA             | -                | -     | -                            | 107.67          | 2,086.43                     | 640.50  | 106.03              | 1,086.51                       | -                                    | -                                      |
| 55                | 50151A00900032       | 009   | 00032  | C- Labor o Labradío secoano                  | LUMPIAQUE         | -                | -     | -                            | 35.91           | 624.75                       | -   | 233.00              | 356.04                         | 22.30                                | -                                      |
| 56                | 50151A00900031       | 009   | 00031  | C- Labor o Labradío secoano                  | LUMPIAQUE         | -                | -     | -                            | 16.87           | 262.49                       | -   | -                   | 170.89                         | 250.17                               | -                                      |
| 57                | 50151A00900152       | 009   | 00152  | C- Labor o Labradío secoano                  | LUMPIAQUE         | DC2              | 1     | 40.38                        | 97.42           | 1,820.62                     | -   | 95.60               | 1,024.61                       | 1,327.52                             | 40.38                                  |
| 58                | 50151A00900025       | 009   | 00025  | O- Olivos secoano                            | LUMPIAQUE         | -                | -     | -                            | 86.21           | 2,306.62                     | -   | -                   | 812.89                         | -                                    | -                                      |
| 59                | 50151A00900034       | 009   | 00034  | O- Olivos secoano                            | LUMPIAQUE         | -                | -     | -                            | 17.80           | 568.68                       | -   | -                   | 252.37                         | -                                    | -                                      |
| 60                | 50151A00809028       | 008   | 09028  | VT Vía de comunicación de dominio público    | LUMPIAQUE         | -                | -     | -                            | 5.09            | 168.74                       | -   | -                   | 79.17                          | -                                    | -                                      |
| 61                | 50151A00800753       | 008   | 00753  | AR Almendro regadío                          | LUMPIAQUE         | -                | -     | -                            | 104.77          | 2,747.87                     | -   | -                   | 938.79                         | -                                    | -                                      |
| 62                | 50151A00800350       | 008   | 00350  | CR Labor o labradío regadío                  | LUMPIAQUE         | -                | -     | -                            | -               | -                            | -   | -                   | 11.68                          | -                                    | -                                      |
| 63                | 50151A00800337       | 008   | 00337  | CR Labor o labradío regadío                  | LUMPIAQUE         | -                | -     | -                            | -               | -                            | 123.30  | 3.53                | -                              | -                                    | -                                      |
| 64                | 50151A00809011       | 008   | 09011  | HC Hidrografía construida (embalse,canal...) | LUMPIAQUE         | -                | -     | -                            | 3.08            | 74.08                        | -   | -                   | 34.77                          | -                                    | -                                      |
| 65                | 50151A00800348       | 008   | 00348  | VR Viñedos regadío                           | LUMPIAQUE         | DC3              | 1     | 48.47                        | 118.75          | 2,205.46                     | 9.56  | 365.14              | 1,297.01                       | 1,485.01                             | 48.47                                  |
| 66                | 50151A00800358       | 008   | 00358  | OR Olivos regadío                            | LUMPIAQUE         | -                | -     | -                            | 9.51            | 252.40                       | -   | -                   | 142.08                         | 114.99                               | -                                      |
| 67                | 50151A00800359       | 008   | 00359  | OR Olivos regadío                            | LUMPIAQUE         | -                | -     | -                            | 45.97           | 572.70                       | -   | -                   | -                              | -                                    | -                                      |
| 68                | 50151A00800360       | 008   | 00360  | OR Olivos regadío                            | LUMPIAQUE         | -                | -     | -                            | 4.00            | 433.87                       | -   | -                   | 258.53                         | -                                    | -                                      |

RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

| Nº FINCA PROYECTO | DATOS DE LA FINCA    |       |        |   |                   | LÍNEA EVACUACIÓN |       |                              |                 |                              | OCUPACIÓN   |                     |                                |                                      |  |
|-------------------|----------------------|-------|--------|---|-------------------|------------------|-------|------------------------------|-----------------|------------------------------|---|---------------------|--------------------------------|--------------------------------------|--|
|                   | REFERENCIA CATASTRAL | PG NO | PARC . | CULTIVO                                     | TÉRMINO MUNICIPAL | APOYOS           |       |                              | VUELO           |                              | SERVIDUMBRE DE PASO PARA VIGILANCIA Y CONSERVACIÓN (m2) |                     | ZONA DE NO EDIFICABILIDAD (m2) | OCUPACIÓN TEMPORAL (m <sup>2</sup> ) | OCUPACIÓN DEFINITIVA (m <sup>2</sup> ) |
|                   |                      |       |        |   |                   | Nº               | CANT. | SUPERFICIE (m <sup>2</sup> ) | LONGITUD (m.l.) | SUPERFICIE (m <sup>2</sup> ) | CAMINOS ACCESOS EXISTENTES (m2)                         | CAMINOS ACCESO (m2) |                                |                                      |  |
| 69                | 50151A00800366       | 008   | 00366  | CR Labor o labradío regadío                 | LUMPIAQUE         | -                | -     | -                            | -               | -                            | -   | -                   | 43.38                          | -                                    | -                                      |
| 70                | 50151A00800199       | 008   | 00199  | OR Olivos regadío                           | LUMPIAQUE         | -                | -     | -                            | -               | -                            | -   | -                   | 7.49                           | -                                    | -                                      |
| 71                | 50151A00809012       | 008   | 09012  | HC Hidrografía construida (embalse,canal..) | LUMPIAQUE         | -                | -     | -                            | 3.00            | 94.39                        | -   | -                   | 30.39                          | -                                    | -                                      |
| 72                | 50151A00800198       | 008   | 00198  | CR Labor o labradío regadío                 | LUMPIAQUE         | -                | -     | -                            | -               | 292.22                       | -   | -                   | 225.43                         | -                                    | -                                      |
| 73                | 50151A00800197       | 008   | 00197  | CR Labor o labradío regadío                 | LUMPIAQUE         | -                | -     | -                            | 54.95           | 967.17                       | -   | -                   | -                              | -                                    | -                                      |
| 74                | 50151A00800201       | 008   | 00201  | CR Labor o labradío regadío                 | LUMPIAQUE         | -                | -     | -                            | -               | 39.25                        | -   | -                   | 11.90                          | -                                    | -                                      |
| 75                | 50151A00800196       | 008   | 00196  | FR Frutales regadío                         | LUMPIAQUE         | -                | -     | -                            | 18.74           | 1,071.61                     | -   | -                   | 304.50                         | -                                    | -                                      |
| 76                | 50151A00800191       | 008   | 00191  | OR Olivos regadío                           | LUMPIAQUE         | -                | -     | -                            | -               | -                            | -   | -                   | 19.11                          | -                                    | -                                      |
| 77                | 50151A00800195       | 008   | 00195  | CR Labor o labradío regadío                 | LUMPIAQUE         | -                | -     | -                            | -               | 210.58                       | -   | -                   | 180.14                         | -                                    | -                                      |
| 78                | 50151A00800193       | 008   | 00193  | CR Labor o labradío regadío                 | LUMPIAQUE         | -                | -     | -                            | -               | 91.48                        | -   | -                   | 92.90                          | -                                    | -                                      |
| 79                | 50151A00809038       | 008   | 09038  | VT Vía de comunicación de dominio público   | LUMPIAQUE         | -                | -     | -                            | 35.03           | 1,337.60                     | 6.26  | -                   | 354.24                         | -                                    | -                                      |
| 80                | 50151A00809014       | 008   | 09014  | HC Hidrografía construida (embalse,canal..) | LUMPIAQUE         | -                | -     | -                            | -               | 39.12                        | -   | -                   | 16.30                          | -                                    | -                                      |
| 81                | 50151A00809013       | 008   | 09013  | HC Hidrografía construida (embalse,canal..) | LUMPIAQUE         | -                | -     | -                            | -               | 9.42                         | -   | -                   | 15.50                          | -                                    | -                                      |
| 82                | 50151A00800205       | 008   | 00205  | CR Labor o labradío regadío                 | LUMPIAQUE         | -                | -     | -                            | -               | 106.92                       | -   | -                   | 64.27                          | -                                    | -                                      |
| 83                | 50151A00800194       | 008   | 00194  | CR Labor o labradío regadío                 | LUMPIAQUE         | -                | -     | -                            | 5.38            | 133.72                       | -   | -                   | -                              | -                                    | -                                      |
| 84                | 50151A00800192       | 008   | 00192  | CR Labor o labradío regadío                 | LUMPIAQUE         | -                | -     | -                            | -               | 3.10                         | -   | -                   | 34.27                          | -                                    | -                                      |
| 85                | 50151A00809003       | 008   | 09003  | HG Hidrografía natural (rio,laguna,arroyo.) | LUMPIAQUE         | -                | -     | -                            | 13.66           | 383.46                       | -   | -                   | 63.44                          | -                                    | -                                      |
| 86                | 50151A00800770       | 008   | 00770  | C- Labor o Labradío seco                    | LUMPIAQUE         | -                | -     | -                            | 48.70           | 2,030.01                     | -   | -                   | 426.05                         | -                                    | -                                      |





RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

| Nº FINCA PROYECTO | DATOS DE LA FINCA    |       |        |                          |                   | LÍNEA EVACUACIÓN |       |                              |                 |                              | OCUPACIÓN   |                     |                                |                                      |  |
|-------------------|----------------------|-------|--------|--------------------------|-------------------|------------------|-------|------------------------------|-----------------|------------------------------|---|---------------------|--------------------------------|--------------------------------------|--|
|                   | REFERENCIA CATASTRAL | PG NO | PARC . | CULTIVO                  | TÉRMINO MUNICIPAL | APOYOS           |       |                              | VUELO           |                              | SERVIDUMBRE DE PASO PARA VIGILANCIA Y CONSERVACIÓN (m2) |                     | ZONA DE NO EDIFICABILIDAD (m2) | OCUPACIÓN TEMPORAL (m <sup>2</sup> ) | OCUPACIÓN DEFINITIVA (m <sup>2</sup> ) |
|                   |                      |       |        |                          |                   | Nº               | CANT. | SUPERFICIE (m <sup>2</sup> ) | LONGITUD (m.l.) | SUPERFICIE (m <sup>2</sup> ) | CAMINOS ACCESOS EXISTENTES (m2)                         | CAMINOS ACCESO (m2) |                                |                                      |  |
| 124               | 50151A00500305       | 005   | 00305  | C- Labor o Labradío seco | LUMPIAQUE         | -                | -     | -                            | 41.21           | 928.76                       | -   | -                   | 386.11                         | -                                    | -                                      |
| 125               | 50151A00500304       | 005   | 00304  | E- Pastos                | LUMPIAQUE         | -                | -     | -                            | -               | 47.89                        | -   | -                   | 96.83                          | -                                    | -                                      |
| 126               | 50230A01800120       | 018   | 00120  | C- Labor o Labradío seco | RUEDA DE JALON    | -                | -     | -                            | 6.87            | 158.79                       | -   | -                   | 140.67                         | 72.55                                | -                                      |
| 127               | 50230A01800121       | 018   | 00121  | E- Pastos                | RUEDA DE JALON    | DC8              | 1     | 34.38                        | 48.72           | 764.45                       | -   | 40.80               | 405.25                         | 1,001.88                             | 34.38                                  |
| 128               | 50230A01800122       | 018   | 00122  | AM Almendro seco         | RUEDA DE JALON    | -                | -     | -                            | 13.64           | 259.00                       | -   | 521.82              | 204.74                         | 525.56                               | -                                      |
|                   | 50230A01800123       | 018   | 00123  | AM Almendro seco         | RUEDA DE JALON    | -                | -     | -                            | 35.98           | 692.79                       | -   | -                   | 302.90                         | -                                    | -                                      |
|                   | 50230A01800215       | 018   | 00215  | O- Olivos seco           | RUEDA DE JALON    | -                | -     | -                            | 43.94           | 1,044.01                     | -   | -                   | 361.16                         | -                                    | -                                      |
|                   | 50230A01800216       | 018   | 00216  | I- Improductivo          | RUEDA DE JALON    | -                | -     | -                            | -               | 102.31                       | -   | -                   | 99.54                          | -                                    | -                                      |
|                   | 50230A01800191       | 018   | 00191  | C- Labor o Labradío seco | RUEDA DE JALON    | -                | -     | -                            | 33.35           | 861.23                       | -   | -                   | 221.07                         | -                                    | -                                      |
|                   | 50230A01800193       | 018   | 00193  | C- Labor o Labradío seco | RUEDA DE JALON    | -                | -     | -                            | -               | 86.49                        | -   | -                   | 90.69                          | -                                    | -                                      |
|                   | 50230A01800190       | 018   | 00190  | O- Olivos seco           | RUEDA DE JALON    | -                | -     | -                            | 36.20           | 1,147.14                     | -   | -                   | 374.13                         | -                                    | -                                      |
|                   | 50230A01809011       | 018   | 09011  | C- Labor o Labradío seco | RUEDA DE JALON    | -                | -     | -                            | 5.72            | 190.19                       | -   | 6.26                | 61.48                          | -                                    | -                                      |
|                   | 50230A01800186       | 018   | 00186  | O- Olivos seco           | RUEDA DE JALON    | -                | -     | -                            | 26.72           | 861.71                       | -   | -                   | 270.72                         | -                                    | -                                      |
|                   | 50230A01800187       | 018   | 00187  | O- Olivos seco           | RUEDA DE JALON    | -                | -     | -                            | 90.30           | 2,921.22                     | -   | -                   | 934.55                         | -                                    | -                                      |
|                   | 50230A01800188       | 018   | 00188  | C- Labor o Labradío seco | RUEDA DE JALON    | -                | -     | -                            | 48.34           | 1,308.00                     | -   | -                   | 422.88                         | -                                    | -                                      |
|                   | 50230A01800161       | 018   | 00161  | C- Labor o Labradío seco | RUEDA DE JALON    | -                | -     | -                            | 84.51           | 1,689.95                     | -   | -                   | 933.78                         | 484.70                               | -                                      |

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS CATIVASIVO (V.05/07/22). Firma: 0w7TtZiZz. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS CATIVASIVO (V.05/07/22). Fecha: 05/07/22. Hora: 13:37:48. URL: https://www.colnace.org.ve/validador/validadorOSV.aspx

RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

| Nº FINCA PROYECTO | DATOS DE LA FINCA    |       |        |   |                   | LÍNEA EVACUACIÓN |       |                              |                 |                              | OCUPACIÓN   |                     |                                |                                      |  |
|-------------------|----------------------|-------|--------|---|-------------------|------------------|-------|------------------------------|-----------------|------------------------------|---|---------------------|--------------------------------|--------------------------------------|--|
|                   | REFERENCIA CATASTRAL | PG NO | PARC . | CULTIVO                                   | TÉRMINO MUNICIPAL | APOYOS           |       |                              | VUELO           |                              | SERVIDUMBRE DE PASO PARA VIGILANCIA Y CONSERVACIÓN (m2) |                     | ZONA DE NO EDIFICABILIDAD (m2) | OCUPACIÓN TEMPORAL (m <sup>2</sup> ) | OCUPACIÓN DEFINITIVA (m <sup>2</sup> ) |
|                   |                      |       |        |   |                   | Nº               | CANT. | SUPERFICIE (m <sup>2</sup> ) | LONGITUD (m.l.) | SUPERFICIE (m <sup>2</sup> ) | CAMINOS ACCESOS EXISTENTES (m2)                         | CAMINOS ACCESO (m2) |                                |                                      |  |
|                   |                      |       |        |   |                   |                  |       |                              |                 |                              |   |                     |                                |                                      |  |
| 140               | 50230A01800159       | 018   | 00159  | C- Labor o Labradío seco                  | RUEDA DE JALON    | DC9              | 1     | 48.47                        | 16.74           | 186.93                       | 2.34  | 320.95              | 162.78                         | 599.33                               | 48.47                                  |
| 141               | 50230A01800209       | 018   | 00209  | O- Olivos seco                            | RUEDA DE JALON    | -                | -     | -                            | 66.44           | 1,053.87                     | -   | -                   | 596.77                         | 515.98                               | -                                      |
| 142               | 50230A01800090       | 018   | 00090  | E- Pastos                                 | RUEDA DE JALON    | -                | -     | -                            | 70.69           | 1,657.17                     | -   | -                   | 706.21                         | -                                    | -                                      |
| 143               | 50230A01800087       | 018   | 00087  | I- Improductivo                           | RUEDA DE JALON    | -                | -     | -                            | -               | -                            | 243.77  | -                   | -                              | -                                    | -                                      |
| 144               | 50230A01800235       | 018   | 00235  | I- Improductivo                           | RUEDA DE JALON    | -                | -     | -                            | -               | -                            | 223.51  | -                   | -                              | -                                    | -                                      |
| 145               | 50230A01800236       | 018   | 00236  | VT Vía de comunicación de dominio público | RUEDA DE JALON    | -                | -     | -                            | -               | -                            | 189.53  | 10.47               | -                              | -                                    | -                                      |
| 146               | 50230A01800091       | 018   | 00091  | C- Labor o Labradío seco                  | RUEDA DE JALON    | -                | -     | -                            | 95.26           | 2,504.45                     | -   | -                   | 930.33                         | -                                    | -                                      |
| 147               | 50230A01809010       | 018   | 09010  | VT Vía de comunicación de dominio público | RUEDA DE JALON    | -                | -     | -                            | 2.75            | 70.10                        | 6.25  | -                   | 26.00                          | -                                    | -                                      |
| 148               | 50230A03009008       | 030   | 09008  | VT Vía de comunicación de dominio público | RUEDA DE JALON    | -                | -     | -                            | 10.91           | 277.87                       | -   | -                   | 110.94                         | -                                    | -                                      |
| 149               | 50230A01800232       | 018   | 00232  | I- Improductivo                           | RUEDA DE JALON    | -                | -     | -                            | -               | -                            | 466.11  | -                   | -                              | -                                    | -                                      |
| 150               | 50230A01800093       | 018   | 00093  | C- Labor o Labradío seco                  | RUEDA DE JALON    | -                | -     | -                            | -               | 1.30                         | -   | -                   | 20.22                          | -                                    | -                                      |
| 151               | 50230A03000012       | 030   | 00012  | C- Labor o Labradío seco                  | RUEDA DE JALON    | -                | -     | -                            | 9.08            | 246.41                       | -   | -                   | 117.70                         | -                                    | -                                      |
| 152               | 50230A03000011       | 030   | 00011  | C- Labor o Labradío seco                  | RUEDA DE JALON    | -                | -     | -                            | 25.15           | 498.71                       | -   | -                   | 161.80                         | -                                    | -                                      |
| 153               | 50230A03000013       | 030   | 00013  | C- Labor o Labradío seco                  | RUEDA DE JALON    | -                | -     | -                            | -               | 177.78                       | -   | -                   | 179.52                         | -                                    | -                                      |
| 154               | 50230A03000009       | 030   | 00009  | C- Labor o Labradío seco                  | RUEDA DE JALON    | -                | -     | -                            | 49.76           | 898.66                       | -   | -                   | 337.77                         | -                                    | -                                      |



RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

| Nº FINCA PROYECTO | DATOS DE LA FINCA    |       |        |   |                   | LÍNEA EVACUACIÓN |       |                              |                 |                              | OCUPACIÓN   |                     |                                |                                      |  |
|-------------------|----------------------|-------|--------|---|-------------------|------------------|-------|------------------------------|-----------------|------------------------------|---|---------------------|--------------------------------|--------------------------------------|--|
|                   | REFERENCIA CATASTRAL | PG NO | PARC . | CULTIVO                                   | TÉRMINO MUNICIPAL | APOYOS           |       |                              | VUELO           |                              | SERVIDUMBRE DE PASO PARA VIGILANCIA Y CONSERVACIÓN (m2) |                     | ZONA DE NO EDIFICABILIDAD (m2) | OCUPACIÓN TEMPORAL (m <sup>2</sup> ) | OCUPACIÓN DEFINITIVA (m <sup>2</sup> ) |
|                   |                      |       |        |   |                   | Nº               | CANT. | SUPERFICIE (m <sup>2</sup> ) | LONGITUD (m.l.) | SUPERFICIE (m <sup>2</sup> ) | CAMINOS ACCESOS EXISTENTES (m2)                         | CAMINOS ACCESO (m2) |                                |                                      |  |
| 155               | 50230A03000008       | 030   | 00008  | C- Labor o Labradío seco                  | RUEDA DE JALON    | -                | -     | -                            | 4.35            | 105.75                       | -   | -                   | 104.85                         | -                                    | -                                      |
| 156               | 50230A03109012       | 031   | 09012  | VT Vía de comunicación de dominio público | RUEDA DE JALON    | -                | -     | -                            | 5.64            | 87.89                        | -   | 6.26                | 48.76                          | -                                    | -                                      |
| 157               | 50230A03100020       | 031   | 00020  | C- Labor o Labradío seco                  | RUEDA DE JALON    | DC10             | 1     | 41.12                        | 77.69           | 1,502.36                     | -   | 133.26              | 822.34                         | 1,600.00                             | 41.12                                  |
| 158               | 50230A03100019       | 031   | 00019  | C- Labor o Labradío seco                  | RUEDA DE JALON    | -                | -     | -                            | 62.98           | 1,431.78                     | -   | -                   | 517.12                         | -                                    | -                                      |
| 159               | 50230A03100066       | 031   | 00066  | O- Olivos seco                            | RUEDA DE JALON    | -                | -     | -                            | 22.59           | 673.69                       | -   | -                   | 277.25                         | -                                    | -                                      |
| 160               | 50230A03100024       | 031   | 00024  | C- Labor o Labradío seco                  | RUEDA DE JALON    | -                | -     | -                            | 25.64           | 780.21                       | -   | -                   | 267.74                         | -                                    | -                                      |
| 161               | 50230A03100025       | 031   | 00025  | C- Labor o Labradío seco                  | RUEDA DE JALON    | -                | -     | -                            | 45.50           | 1,394.83                     | -   | -                   | 447.18                         | -                                    | -                                      |
| 162               | 50230A03100026       | 031   | 00026  | O- Olivos seco                            | RUEDA DE JALON    | -                | -     | -                            | 18.38           | 560.41                       | -   | -                   | 214.49                         | -                                    | -                                      |
| 163               | 50230A03100009       | 031   | 00009  | C- Labor o Labradío seco                  | RUEDA DE JALON    | -                | -     | -                            | 52.75           | 1,519.99                     | -   | -                   | 484.32                         | -                                    | -                                      |
| 164               | 50230A03100008       | 031   | 00008  | O- Olivos seco                            | RUEDA DE JALON    | DC11             | 1     | 48.02                        | 123.57          | 2,521.45                     | -   | 349.83              | 1,254.87                       | 1,001.82                             | 48.02                                  |
| 165               | 50230A03100007       | 031   | 00007  | C- Labor o Labradío seco                  | RUEDA DE JALON    | DC11             | 1     | 0.44                         | 28.90           | 548.83                       | -   | -                   | 487.47                         | 598.18                               | 0.44                                   |

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO Nº 1571722. Fecha 04/11/2022. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable a través de la página: <https://gestor.docmoodle.com/validar/CAI/Aspx>

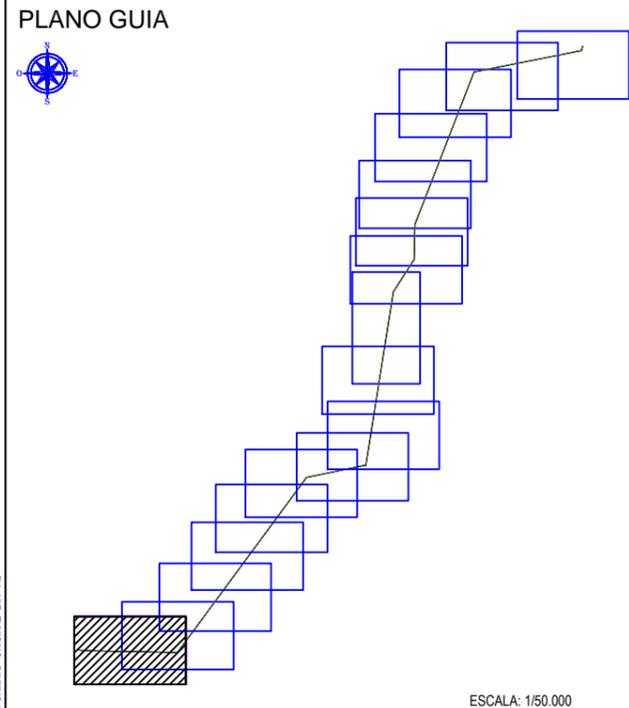
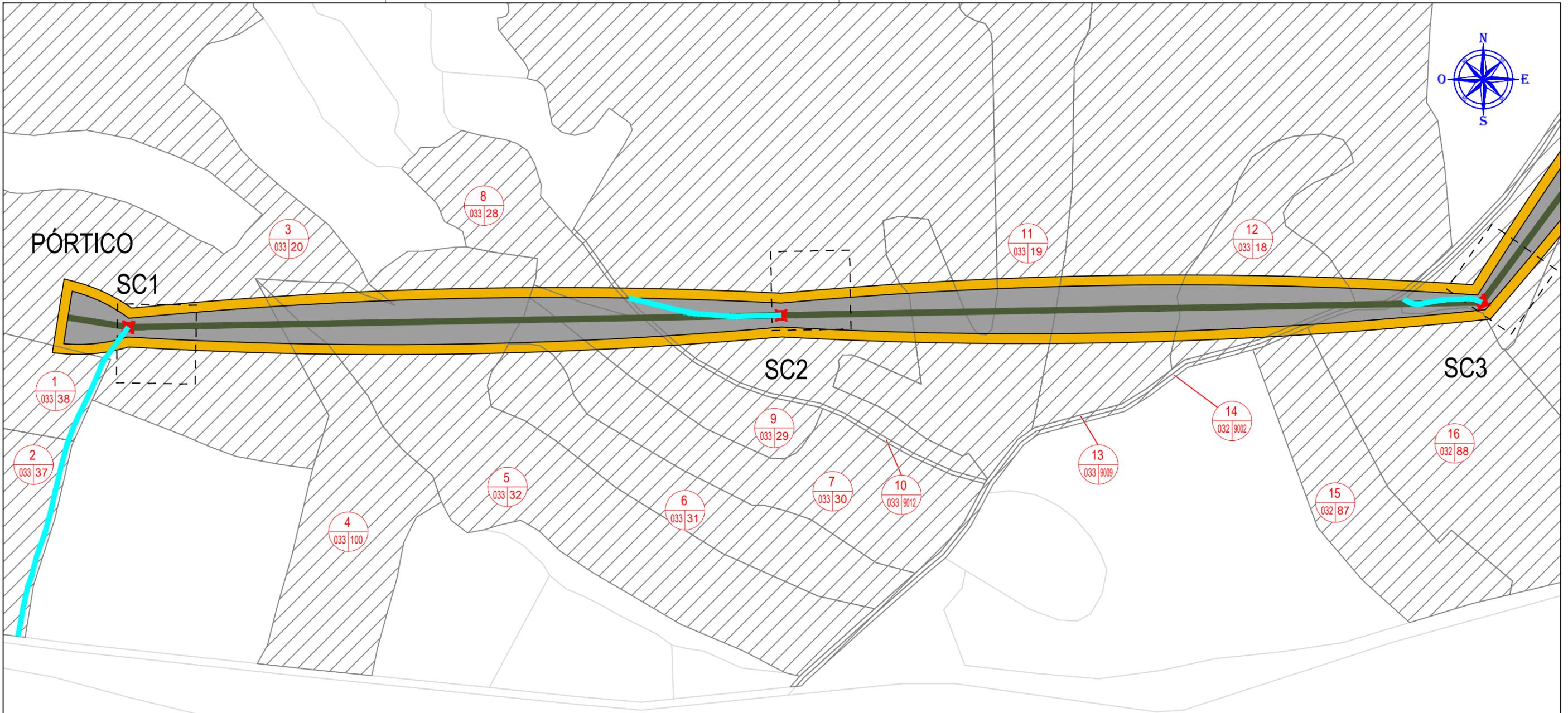
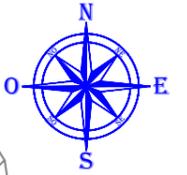


## 2. PLANOS

RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

2.1. Lista de planos

Plano Catastral .....FE-21000034-04



ESCALA: 1/50.000

| LEYENDA |                           |
|---------|---------------------------|
|         | CAMINOS ACCESO NUEVOS     |
|         | CAMINOS ACCESO EXISTENTES |
|         | ZONA DE NO EDIFICABILIDAD |
|         | LINEA DE TRAZA            |
|         | VUELO CONDUCTOR           |
|         | OCUPACION PERMANENTE      |
|         | OCUPACION TEMPORAL        |
|         | PARCELAS AFECTADAS        |



D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONIS  
INGENIERO DEL ICAI COL. N° 1813/1024

*RFB*

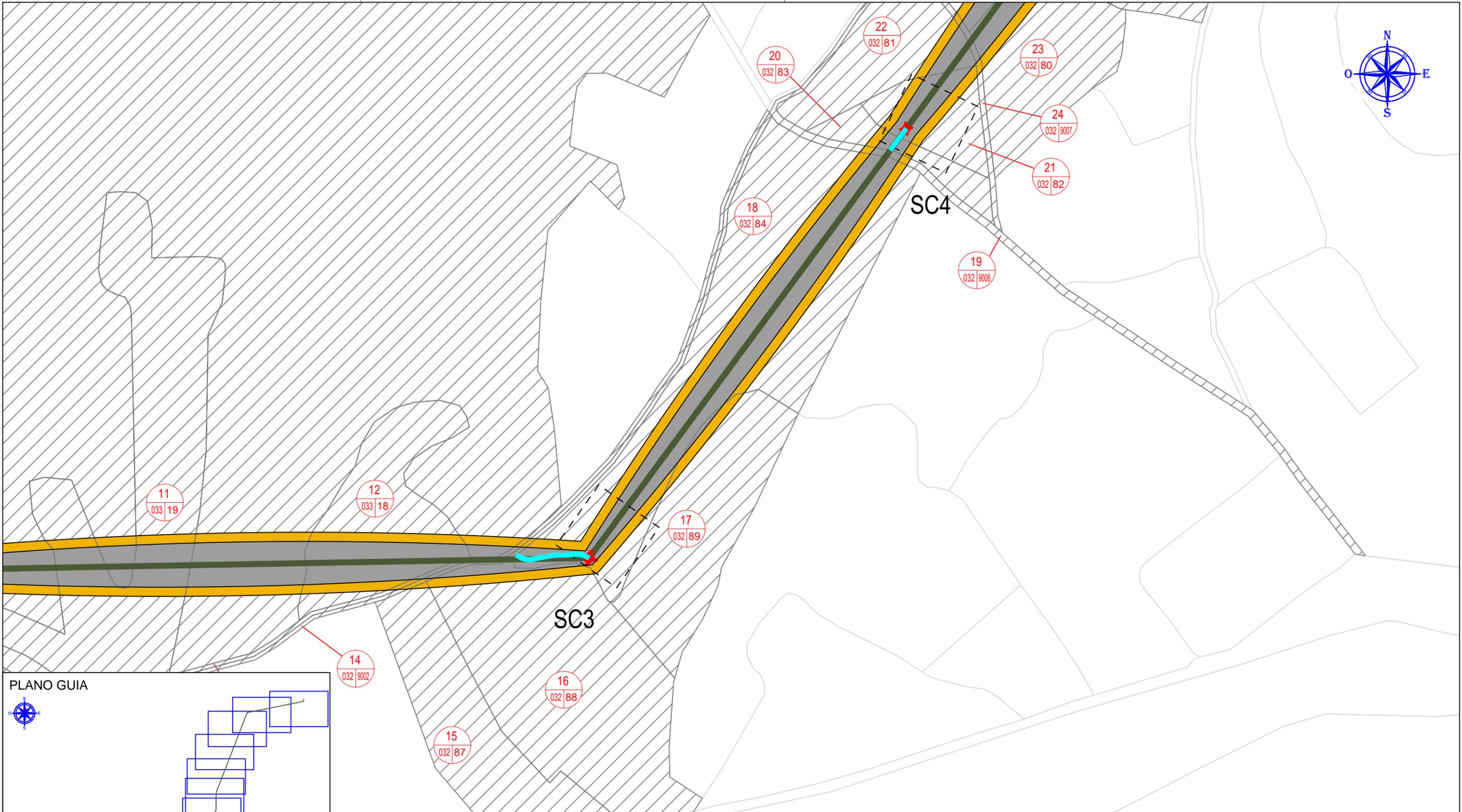


|             | Fecha:  | Nombre: |
|-------------|---------|---------|
| Dibujado:   | 10/2022 | JCR     |
| Comprobado: | 10/2022 | ALM     |
| Aprobado:   | 10/2022 | RFB     |

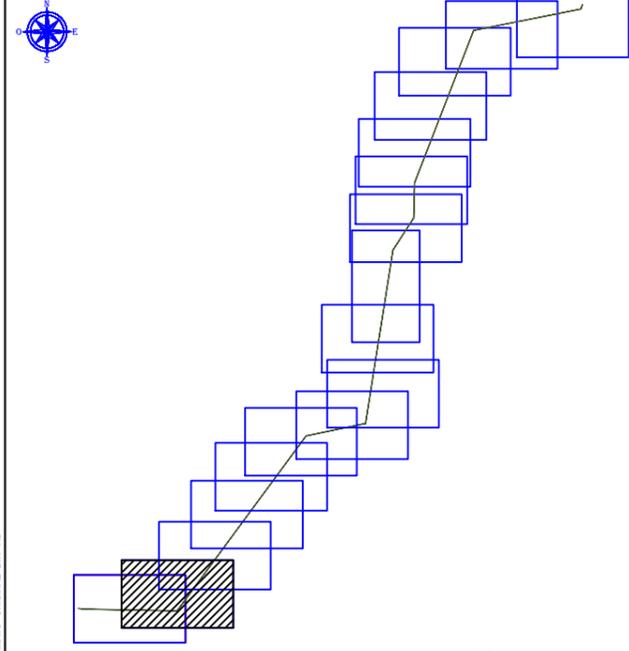
LAAT 220 KV SC  
SET RUEDA OESTE 220/30KV-SET PRE-RUEDA 400/200KV  
ZARAGOZA

PLANO CATASTRAL

|            |             |
|------------|-------------|
| Escala:    | 1/2.000     |
| Revisión:  | 00          |
| Hoja:      | 1           |
| Siguiente: | 2           |
| Código:    | FE-21000034 |



PLANO GUIA



ESCALA: 1/50.000

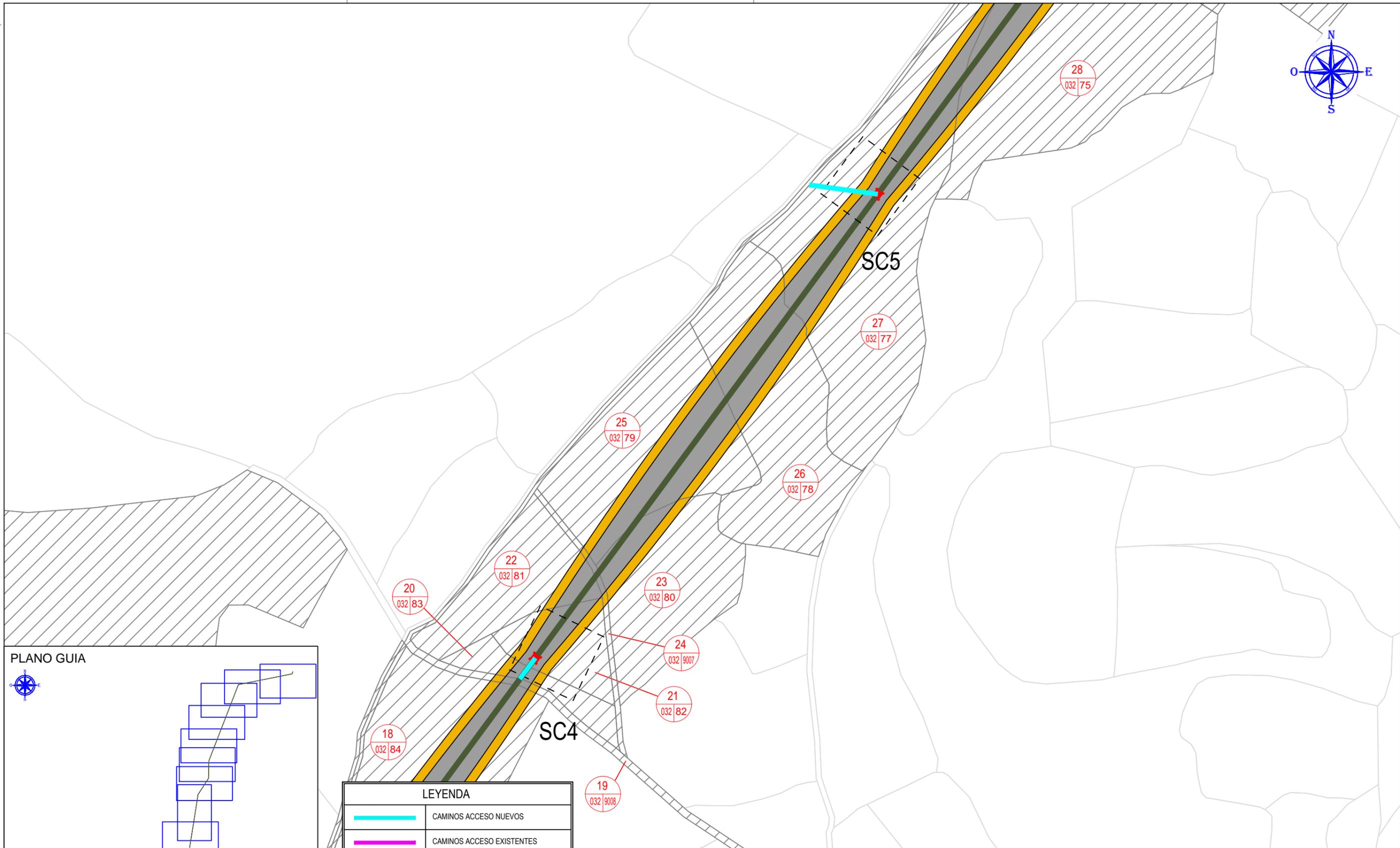
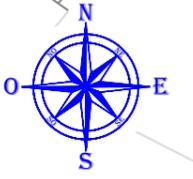
| LEYENDA |                           |
|---------|---------------------------|
|         | CAMINOS ACCESO NUEVOS     |
|         | CAMINOS ACCESO EXISTENTES |
|         | ZONA DE NO EDIFICABILIDAD |
|         | LINEA DE TRAZA            |
|         | VUELO CONDUCTOR           |
|         | Ocupacion PERMANENTE      |
|         | Ocupacion TEMPORAL        |
|         | PARCELAS AFECTADAS        |



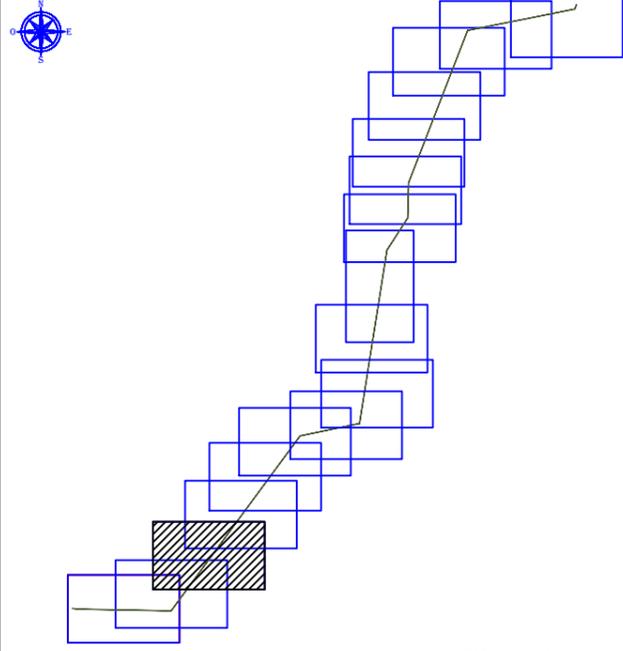
D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS  
INGENIERO DEL ICAI COL. N° 1813/1024

*RFB*

|                              |             |         |  |                        |                 |
|------------------------------|-------------|---------|--|------------------------|-----------------|
| <br>Grupo Sisener Ingenieros | Fecha:      | Nombre: | LAAT 220 KV SC<br>SET RUEDA OESTE 220/30KV-SET PRE-RUEDA 400/200KV<br>ZARAGOZA | Escala:<br>1/2.000     |                 |
|                              | Dibujado:   | 10/2022 |  | JCR                    | Revisión:<br>00 |
|                              | Comprobado: | 10/2022 |  | ALM                    | Hoja:<br>2      |
| Aprobado:                    | 10/2022     | RFB     | PLANO CATASTRAL  | Siguiente:<br>3        |                 |
|                              |             |         |  | Código:<br>FE-21000034 |                 |



PLANO GUIA



ESCALA: 1/50.000

| LEYENDA |                           |
|---------|---------------------------|
|         | CAMINOS ACCESO NUEVOS     |
|         | CAMINOS ACCESO EXISTENTES |
|         | ZONA DE NO EDIFICABILIDAD |
|         | LINEA DE TRAZA            |
|         | VUELO CONDUCTOR           |
|         | OCUPACION PERMANENTE      |
|         | OCUPACION TEMPORAL        |
|         | PARCELAS AFECTADAS        |



D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS  
INGENIERO DEL ICAI COL. N° 1813/1024

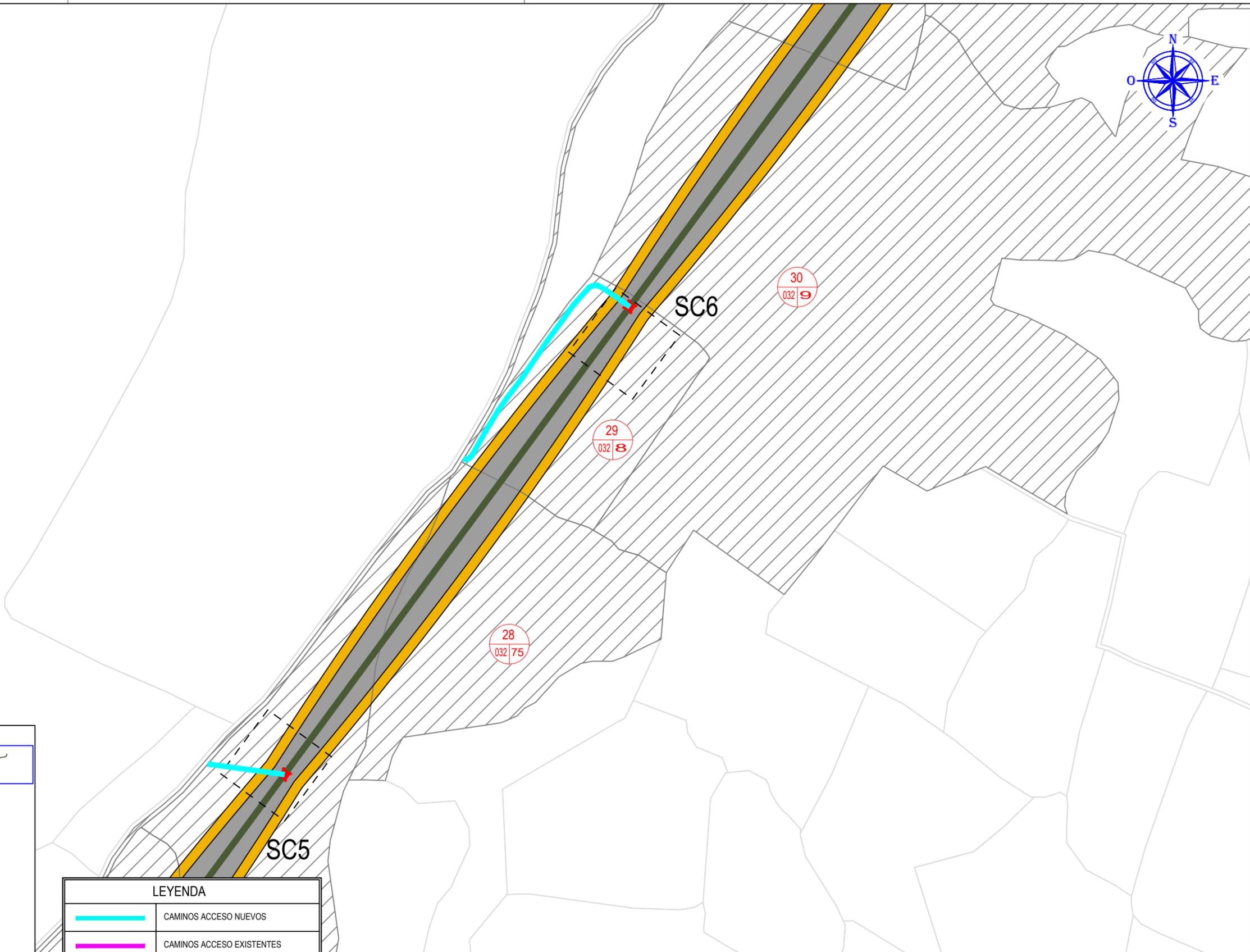
*RFB*

|                                     |  |                       |                     |                        |
|-------------------------------------|--|-----------------------|---------------------|------------------------|
| <br><b>Grupo Sisener Ingenieros</b> | LAAT 220 KV SC<br>SET RUEDA OESTE 220/30KV-SET PRE-RUEDA 400/200KV<br>ZARAGOZA |                       | Escala: 1/2.000     |                        |
|                                     | Dibujado: 10/2022 JCR  | Fecha: 10/2022        | Nombre: ALM         | Revisión: 00           |
|                                     | Comprobado: 10/2022 ALM  | Aprobado: 10/2022 RFB | Nombre: RFB         | Hoja: 3<br>Siguiete: 4 |
| PLANO CATASTRAL                     |  |                       | Código: FE-21000034 |                        |

**PLANO GUIA**

ESCALA: 1/50.000

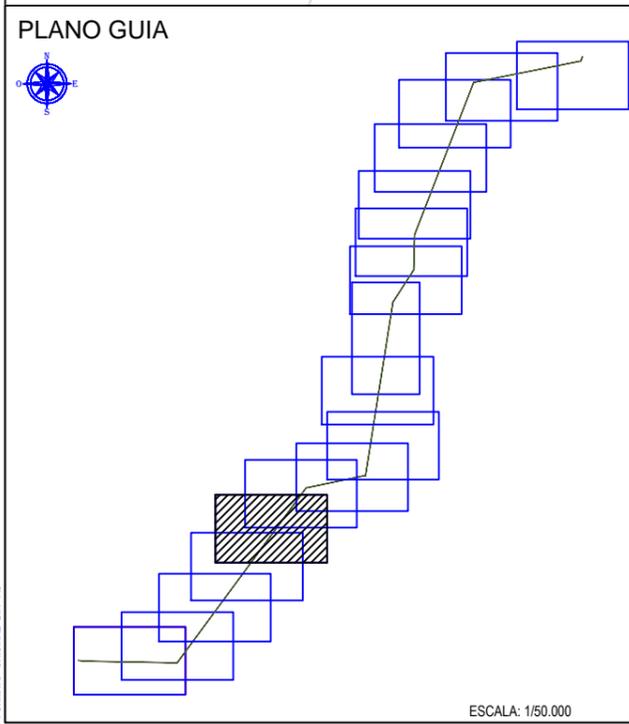
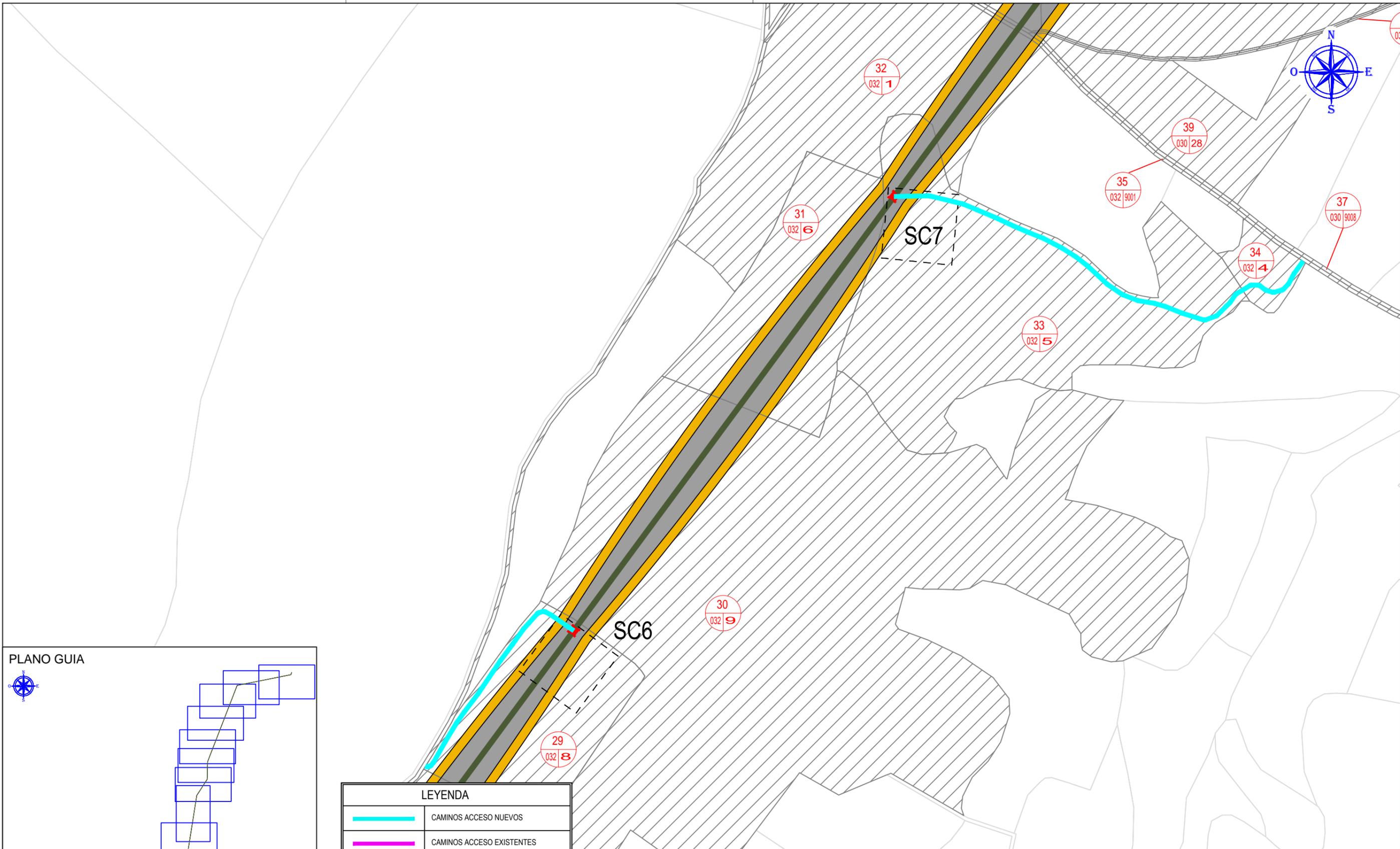
| LEYENDA |                           |
|---------|---------------------------|
|         | CAMINOS ACCESO NUEVOS     |
|         | CAMINOS ACCESO EXISTENTES |
|         | ZONA DE NO EDIFICABILIDAD |
|         | LINEA DE TRAZA            |
|         | VUELO CONDUCTOR           |
|         | OCUPACION PERMANENTE      |
|         | OCUPACION TEMPORAL        |
|         | PARCELAS AFECTADAS        |



D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS  
INGENIERO DEL ICAI COL. N° 1813/1024

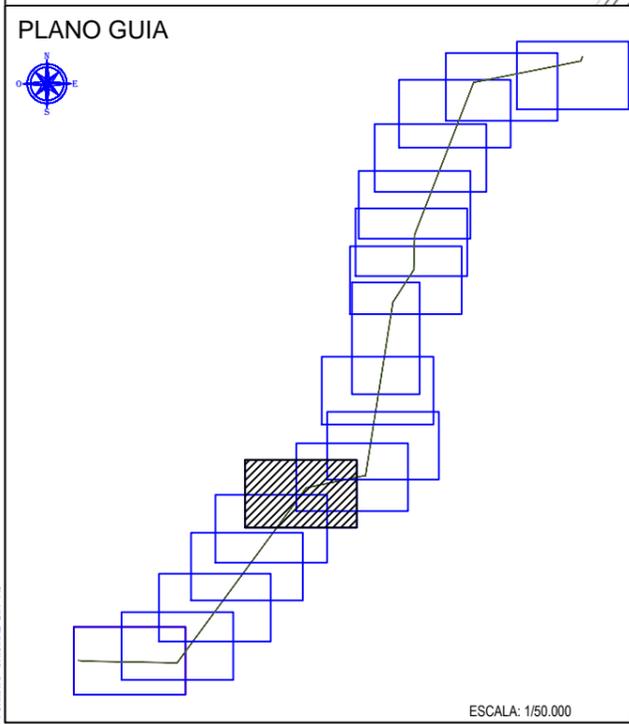
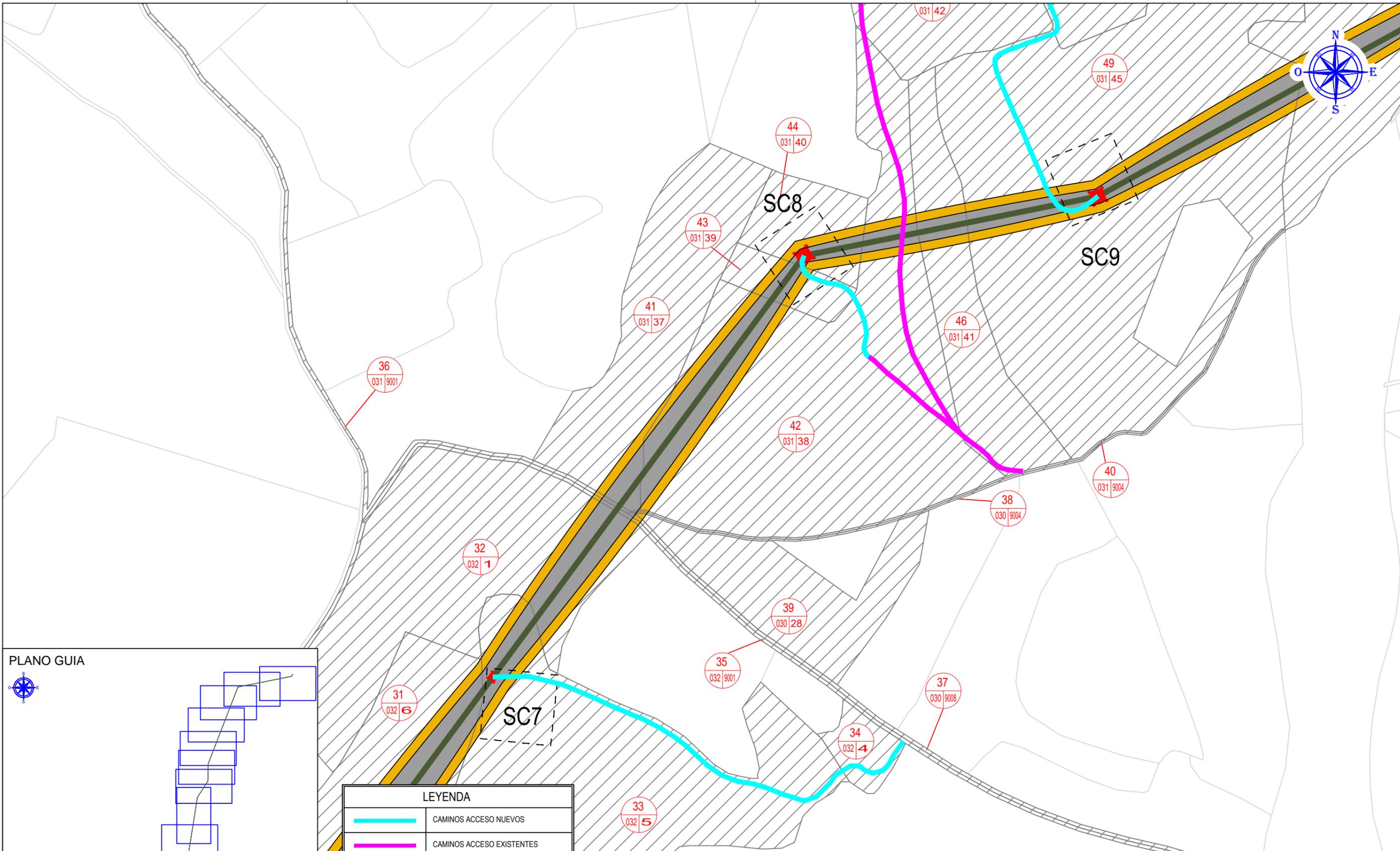
*RFB*

|                                     |  |                |                     |
|-------------------------------------|--|----------------|---------------------|
| <br><b>Grupo Sisener Ingenieros</b> | LAAT 220 KV SC<br>SET RUEDA OESTE 220/30KV-SET PRE-RUEDA 400/200KV<br>ZARAGOZA |                | Escala: 1/2.000     |
|                                     | Dibujado: 10/2022 JCR  | Fecha: 10/2022 | Revisión: 00        |
|                                     | Comprobado: 10/2022 ALM  | Nombre: RFB    | Hoja: 4             |
| Aprobado: 10/2022 RFB               | PLANO CATASTRAL  |                | Siguiente: 5        |
|                                     |  |                | Código: FE-21000034 |



| LEYENDA |                           |
|---------|---------------------------|
|         | CAMINOS ACCESO NUEVOS     |
|         | CAMINOS ACCESO EXISTENTES |
|         | ZONA DE NO EDIFICABILIDAD |
|         | LINEA DE TRAZA            |
|         | VUELO CONDUCTOR           |
|         | OCUPACION PERMANENTE      |
|         | OCUPACION TEMPORAL        |
|         | PARCELAS AFECTADAS        |

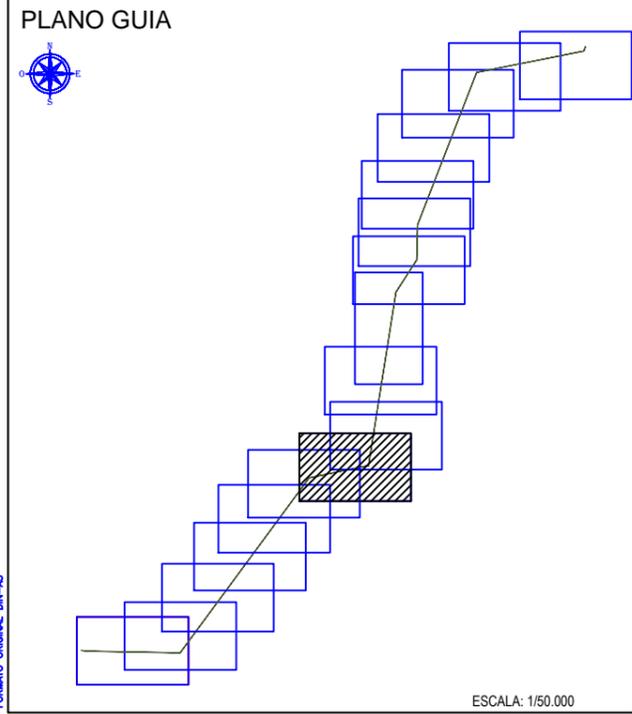
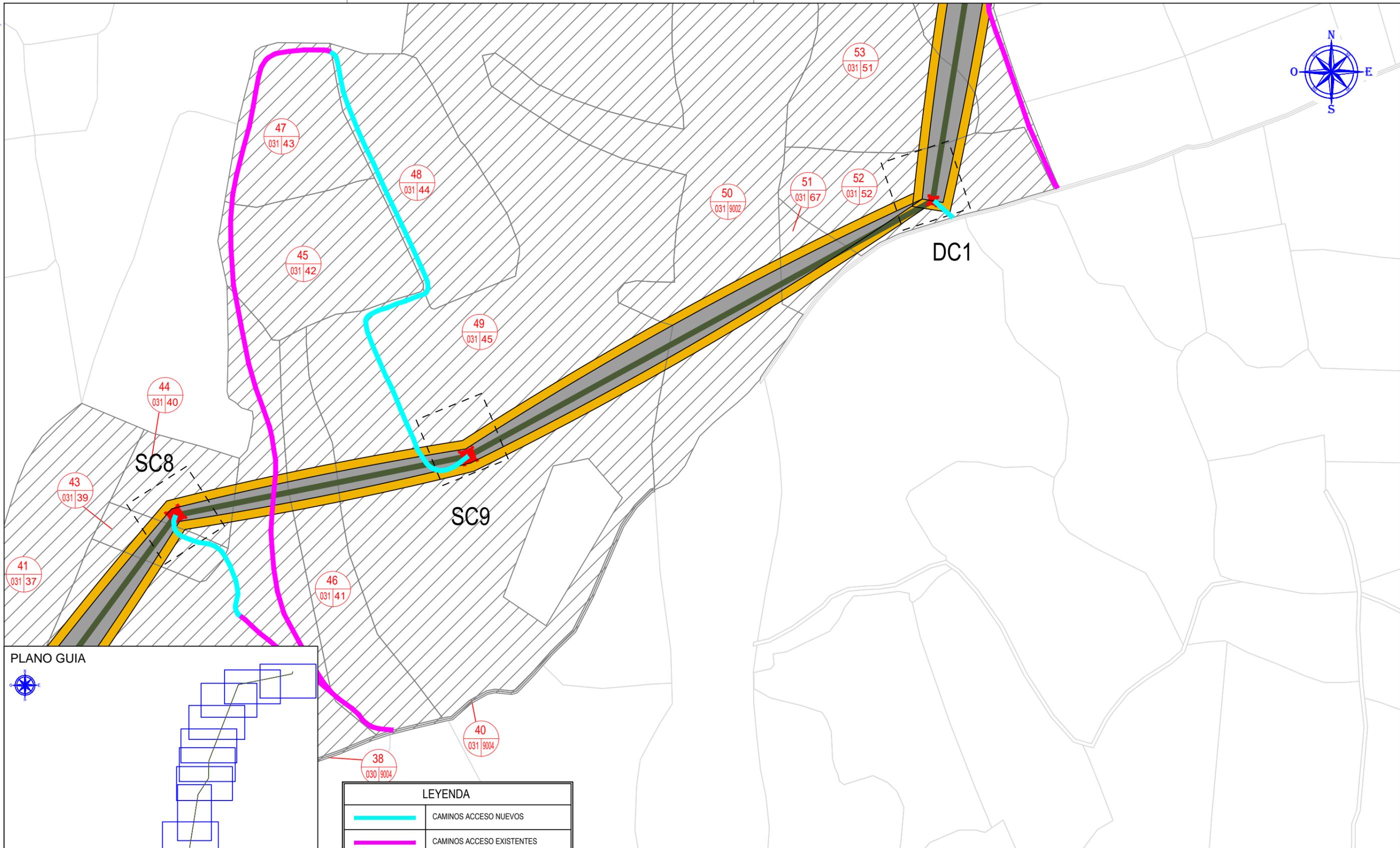
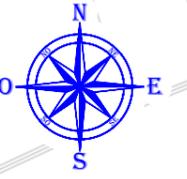
|   |   |                               |   |
|---|---|-------------------------------|---|
| <br><b>Grupo Sisener Ingenieros</b>                           | <b>LAAT 220 KV SC</b><br>SET RUEDA OESTE 220/30KV-SET PRE-RUEDA 400/200KV<br>ZARAGOZA |                               | Escala: 1/2.000                         |
|   | D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS<br>INGENIERO DEL ICAI COL. N° 1813/1024<br>             | Fecha: 10/2022<br>Nombre: JCR | Revisión: 00<br>Hoja: 5<br>Siguiente: 6 |
| Dibujado: 10/2022<br>Comprobado: 10/2022<br>Aprobado: 10/2022 | Nombre: ALM<br>Nombre: RFB  | <b>PLANO CATASTRAL</b>        |   |



| LEYENDA |                           |
|---------|---------------------------|
|         | CAMINOS ACCESO NUEVOS     |
|         | CAMINOS ACCESO EXISTENTES |
|         | ZONA DE NO EDIFICABILIDAD |
|         | LINEA DE TRAZA            |
|         | VUELO CONDUCTOR           |
|         | Ocupacion PERMANENTE      |
|         | Ocupacion TEMPORAL        |
|         | PARCELAS AFECTADAS        |

|   |   |                 |  |   |                 |
|---|---|-----------------|--|---|-----------------|
| <br>D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS<br>INGENIERO DEL ICAI COL. Nº 1813/1024<br> | <br>Grupo <b>Sisener Ingenieros</b>                                       |                 | LAAT 220 KV SC<br>SET RUEDA OESTE 220/30KV-SET PRE-RUEDA 400/200KV<br>ZARAGOZA |   | Escala: 1/2.000 |
|   | Dibujado: 10/2022 JCR<br>Comprobado: 10/2022 ALM<br>Aprobado: 10/2022 RFB | PLANO CATASTRAL |  | Revisión: 00<br>Hoja: 6<br>Siguiete: 7<br>Código: FE-21000034 |                 |

ESCALA: 1/50.000



ESCALA: 1/50.000

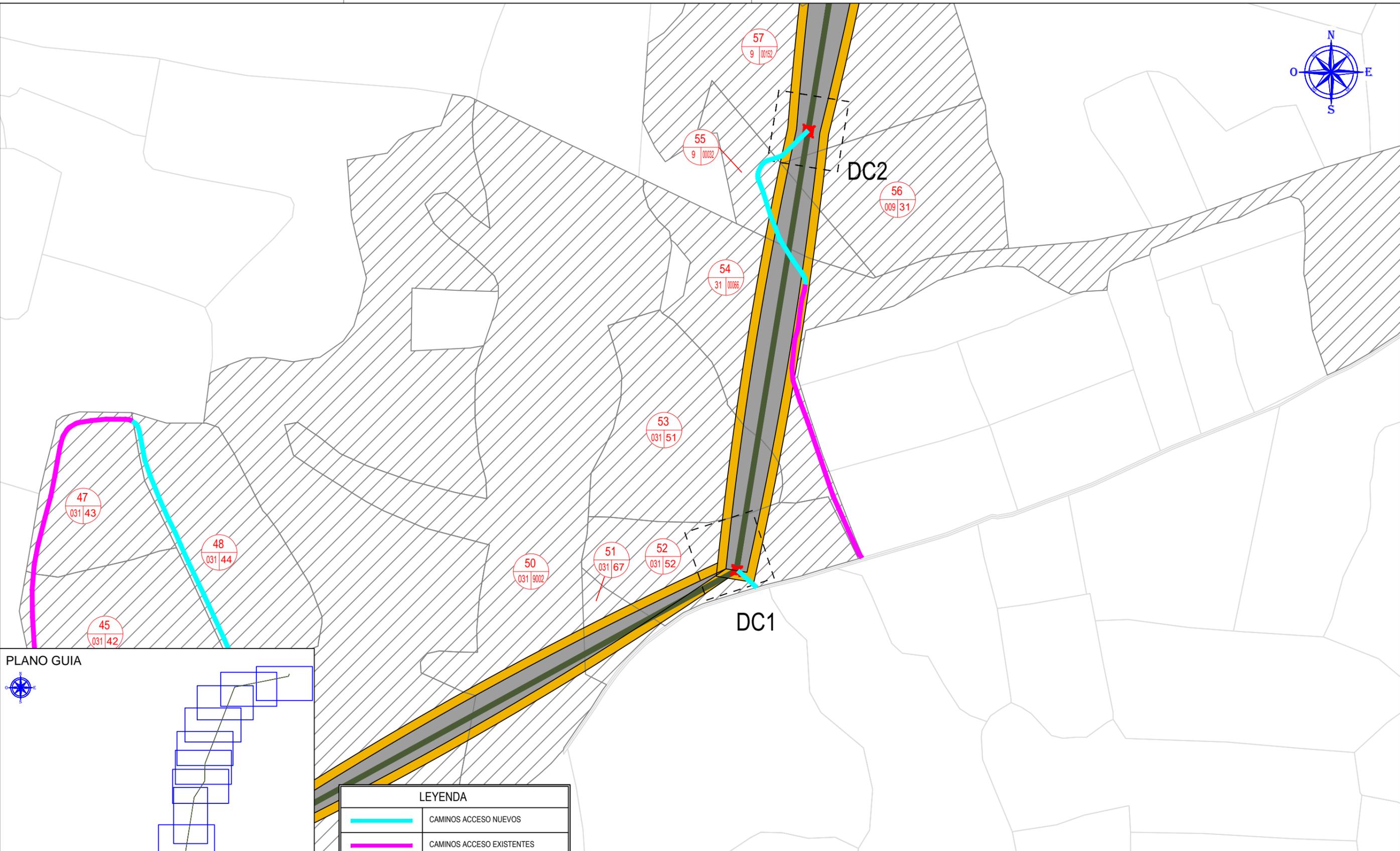
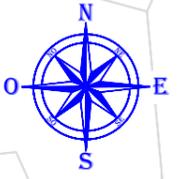
| LEYENDA |                           |
|---------|---------------------------|
|         | CAMINOS ACCESO NUEVOS     |
|         | CAMINOS ACCESO EXISTENTES |
|         | ZONA DE NO EDIFICABILIDAD |
|         | LINEA DE TRAZA            |
|         | VUELO CONDUCTOR           |
|         | Ocupacion PERMANENTE      |
|         | Ocupacion TEMPORAL        |
|         | PARCELAS AFECTADAS        |



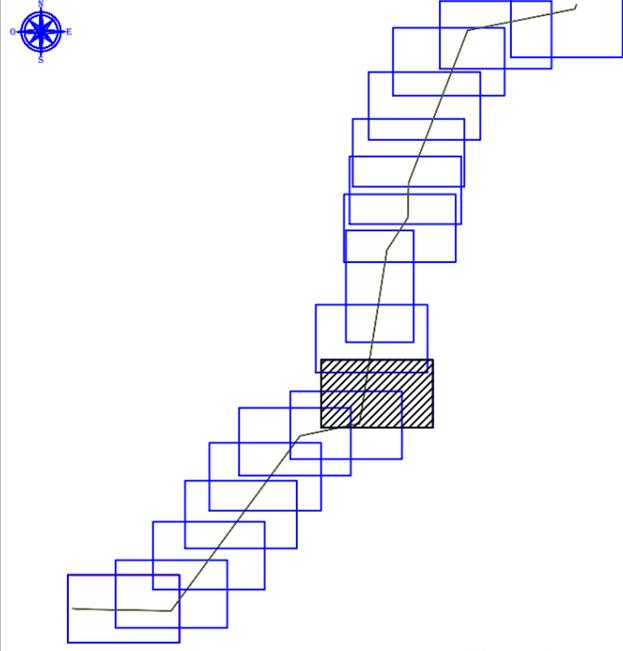
D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS  
INGENIERO DEL ICAI COL. Nº 1813/1024

*RFB*

|                                     |  |                       |  |
|-------------------------------------|--|-----------------------|--|
| <br><b>Grupo Sisener Ingenieros</b> | LAAT 220 KV SC<br>SET RUEDA OESTE 220/30KV-SET PRE-RUEDA 400/200KV<br>ZARAGOZA |                       | Escala: 1/2.000  |
|                                     | Dibujado: 10/2022 JCR  | Fecha: 10/2022        | Nombre: ALM  |
|                                     | Comprobado: 10/2022 ALM  | Aprobado: 10/2022 RFB | Nombre: RFB  |
| PLANO CATASTRAL                     |  |                       | Revisión: 00<br>Hoja: 7<br>Siguiente: 8<br>Código: FE-21000034 |



PLANO GUIA



ESCALA: 1/50.000

| LEYENDA |                           |
|---------|---------------------------|
|         | CAMINOS ACCESO NUEVOS     |
|         | CAMINOS ACCESO EXISTENTES |
|         | ZONA DE NO EDIFICABILIDAD |
|         | LINEA DE TRAZA            |
|         | VUELO CONDUCTOR           |
|         | OCUPACION PERMANENTE      |
|         | OCUPACION TEMPORAL        |
|         | PARCELAS AFECTADAS        |

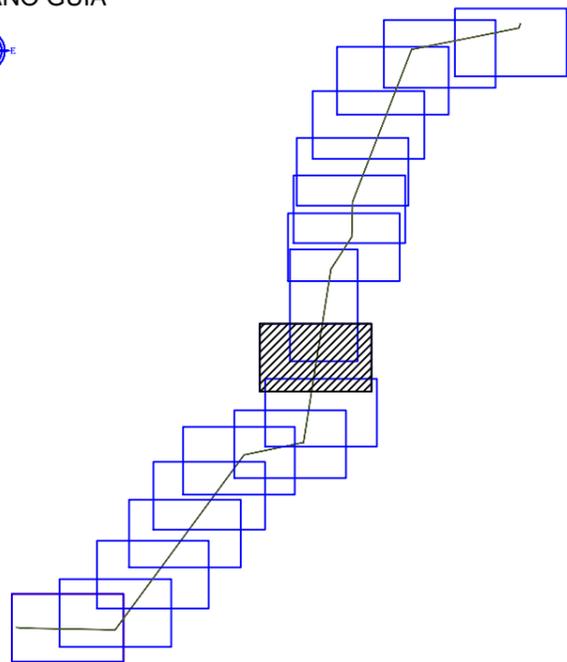


D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS  
 INGENIERO DEL ICAI COL. N° 1813/1024

|                              |             |         |   |                        |                 |
|------------------------------|-------------|---------|---|------------------------|-----------------|
| <br>Grupo Sisener Ingenieros | Fecha:      | Nombre: | LAAT 220 KV SC<br>SET RUEDA OESTE 220/30KV-SET PRE-RUEDA 400/200KV<br>ZARAGOZA<br><br>PLANO CATASTRAL | Escala:<br>1/2.000     |                 |
|                              | Dibujado:   | 10/2022 |   | JCR                    | Revisión:<br>00 |
|                              | Comprobado: | 10/2022 |   | ALM                    | Hoja:<br>8      |
| Aprobado:                    | 10/2022     | RFB     |   | Siguiente:<br>9        |                 |
|                              |             |         |   | Código:<br>FE-21000034 |                 |

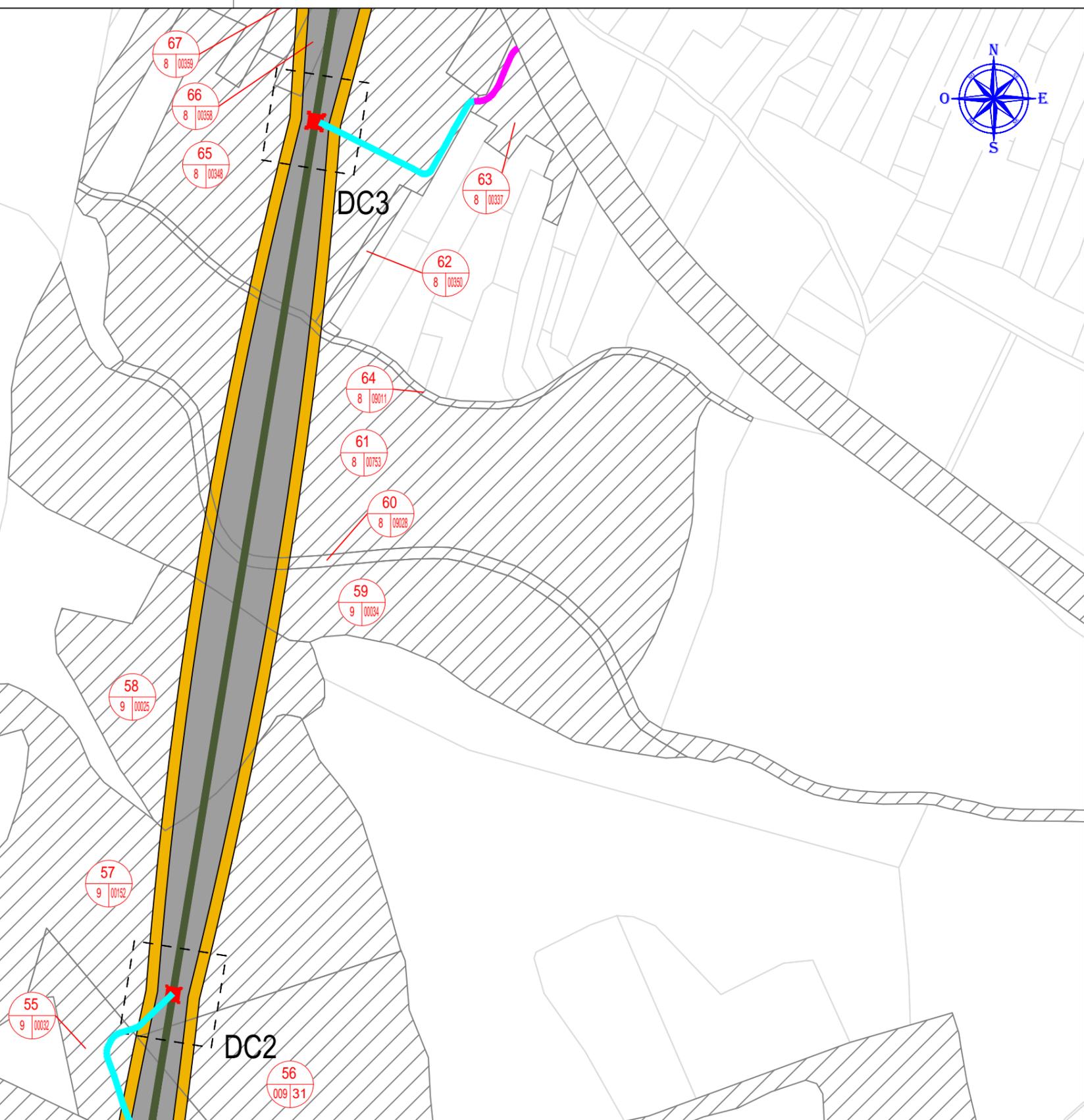


PLANO GUIA



ESCALA: 1/50.000

| LEYENDA |                           |
|---------|---------------------------|
|         | CAMINOS ACCESO NUEVOS     |
|         | CAMINOS ACCESO EXISTENTES |
|         | ZONA DE NO EDIFICABILIDAD |
|         | LINEA DE TRAZA            |
|         | VUELO CONDUCTOR           |
|         | OCUPACION PERMANENTE      |
|         | OCUPACION TEMPORAL        |
|         | PARCELAS AFECTADAS        |



D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONIS  
INGENIERO DEL ICAI COL. N° 1813/1024

*RFB*

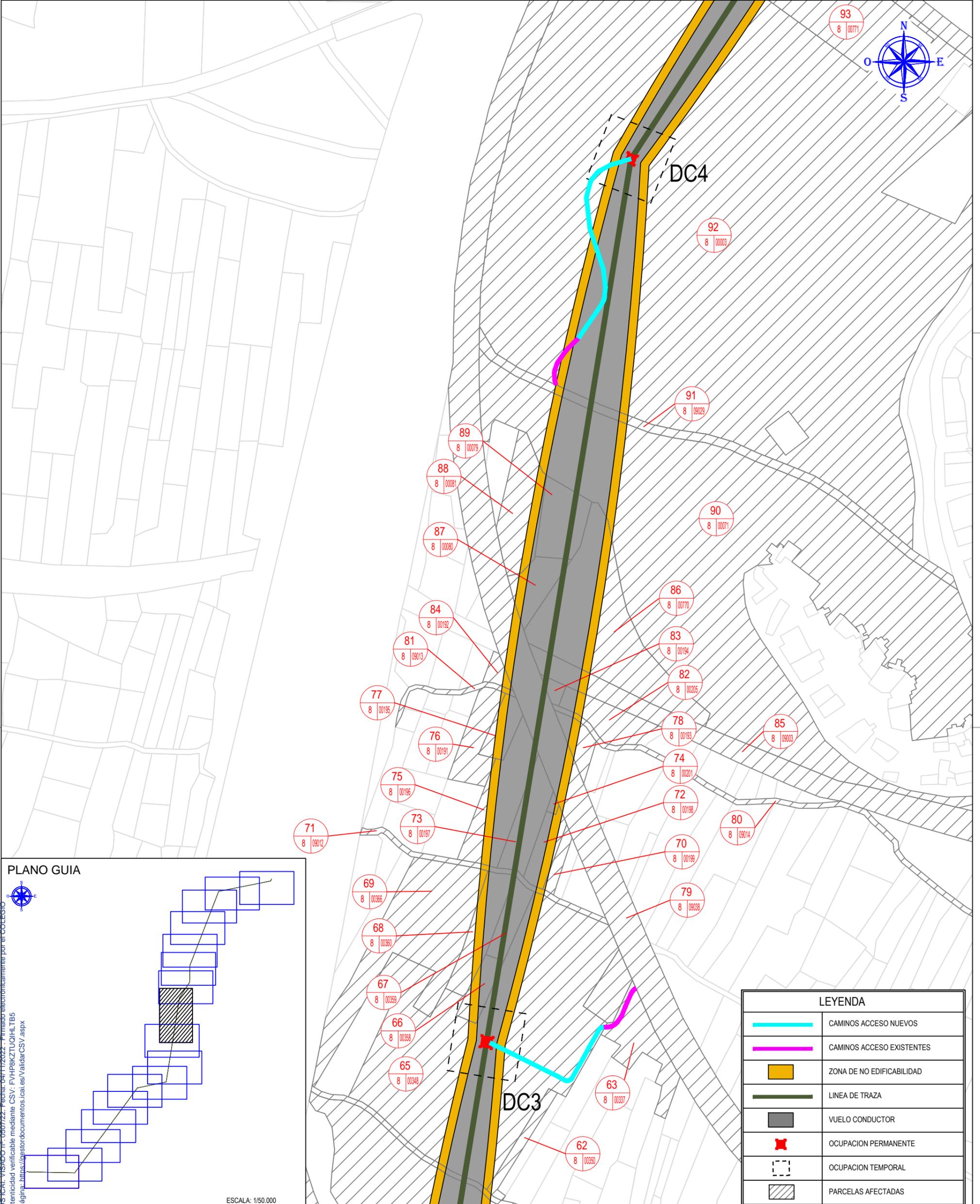


|             | Fecha:  | Nombre: |
|-------------|---------|---------|
| Dibujado:   | 10/2022 | JCR     |
| Comprobado: | 10/2022 | ALM     |
| Aprobado:   | 10/2022 | RFB     |

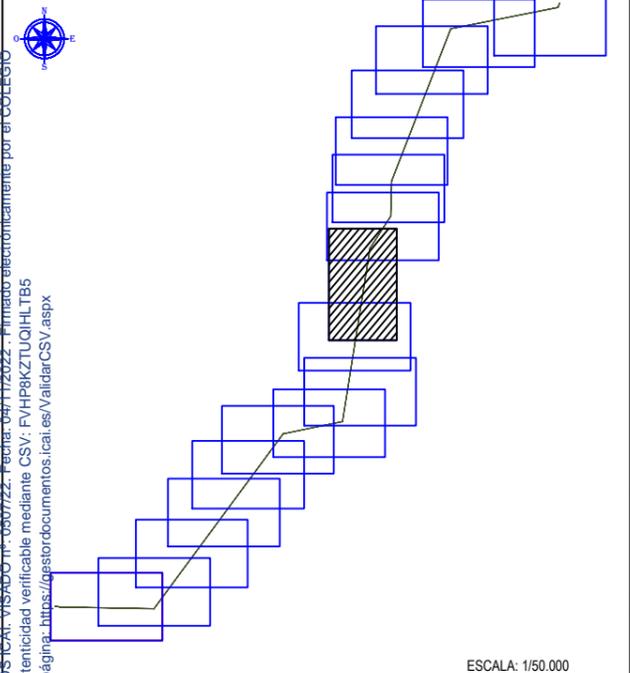
LAAT 220 KV SC  
SET RUEDA OESTE 220/30KV-SET PRE-RUEDA 400/200KV  
ZARAGOZA

PLANO CATASTRAL

|            |             |
|------------|-------------|
| Escala:    | 1/2.000     |
| Revisión:  | 00          |
| Hoja:      | 9           |
| Siguiente: | 10          |
| Código:    | FE-21000034 |



PLANO GUIA



ESCALA: 1/50.000

| LEYENDA |                           |
|---------|---------------------------|
|         | CAMINOS ACCESO NUEVOS     |
|         | CAMINOS ACCESO EXISTENTES |
|         | ZONA DE NO EDIFICABILIDAD |
|         | LINEA DE TRAZA            |
|         | VUELO CONDUCTOR           |
|         | OCUPACION PERMANENTE      |
|         | OCUPACION TEMPORAL        |
|         | PARCELAS AFECTADAS        |

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI - VISADO N.º 0307722 - Fecha: 04/11/2022 - Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVHPKZTU0HJLBT5. Autenticidad verificable a través de la página: <https://gestordocumentos.icaei.es/ValidarCSV.aspx>



LAAT 220 KV SC  
 SET RUEDA OESTE 220/30KV-SET PRE-RUEDA 400/200KV  
 ZARAGOZA

Escala: 1/2.000

Revisión: 00

Hoja: 10

Siguiente: 11

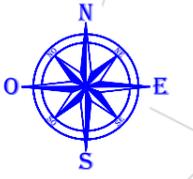
Código: FE-21000034

D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS  
 INGENIERO DEL ICAI COL. N.º 1813/1024

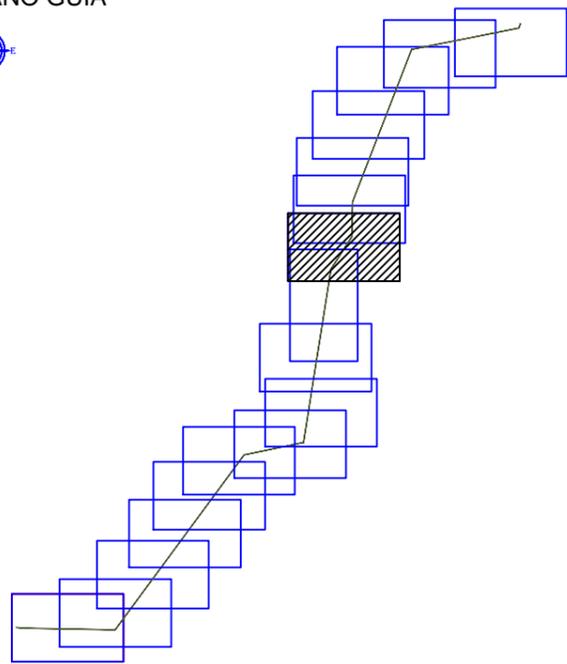
*RFB*

|             | Fecha:  | Nombre: |
|-------------|---------|---------|
| Dibujado:   | 12/2021 | APR     |
| Comprobado: | 12/2021 | ALM     |
| Aprobado:   | 12/2021 | RFB     |

PLANO CATASTRAL



PLANO GUIA



ESCALA: 1/50.000

| LEYENDA |                           |
|---------|---------------------------|
|         | CAMINOS ACCESO NUEVOS     |
|         | CAMINOS ACCESO EXISTENTES |
|         | ZONA DE NO EDIFICABILIDAD |
|         | LINEA DE TRAZA            |
|         | VUELO CONDUCTOR           |
|         | OCUPACION PERMANENTE      |
|         | OCUPACION TEMPORAL        |
|         | PARCELAS AFECTADAS        |



D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONIS  
INGENIERO DEL ICAI COL. N° 1813/1024

*RFB*



|             | Fecha:  | Nombre: |
|-------------|---------|---------|
| Dibujado:   | 10/2022 | JCR     |
| Comprobado: | 10/2022 | ALM     |
| Aprobado:   | 10/2022 | RFB     |

LAAT 220 KV SC  
SET RUEDA OESTE 220/30KV-SET PRE-RUEDA 400/200KV  
ZARAGOZA

PLANO CATASTRAL

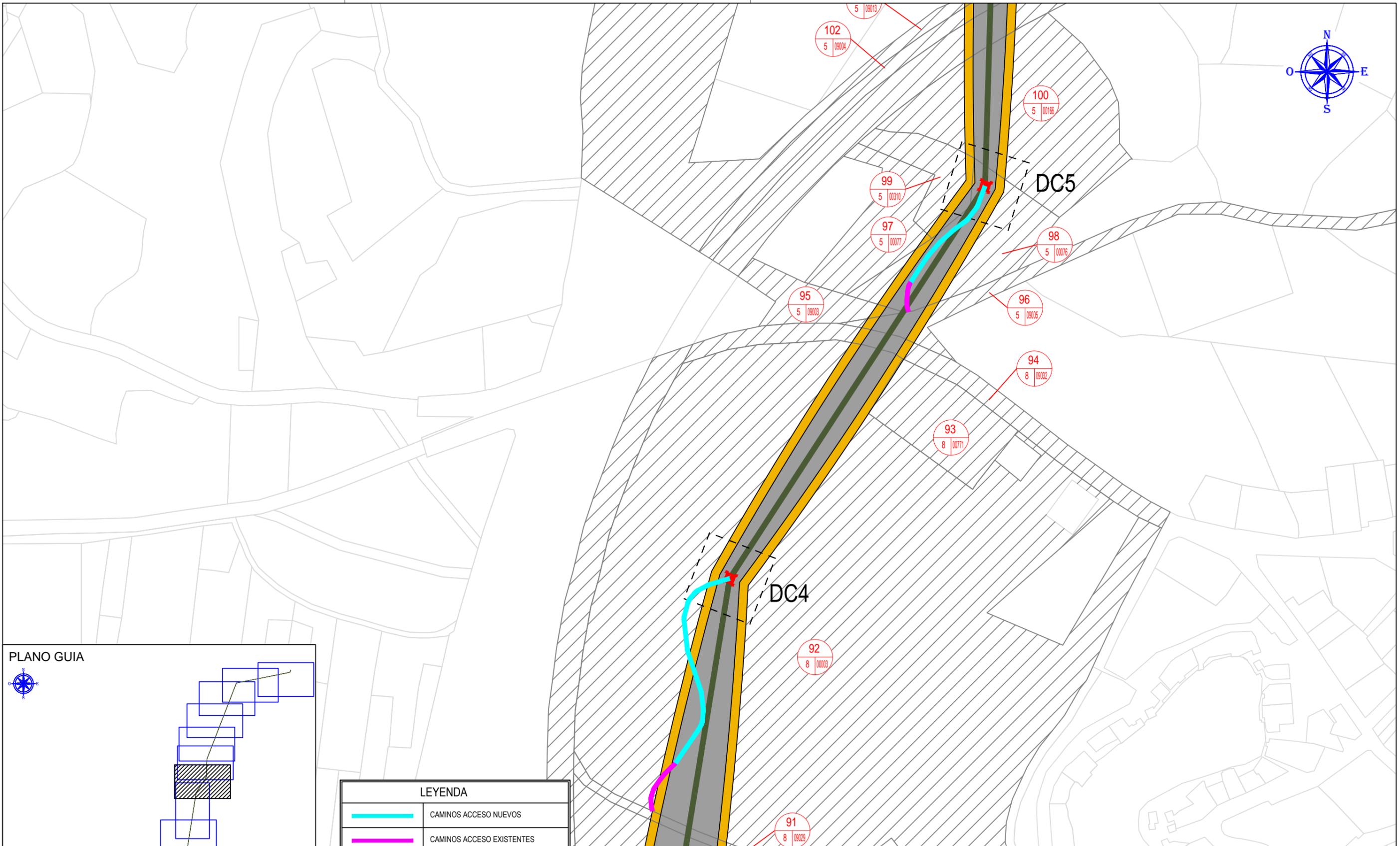
Escala: 1/2.000

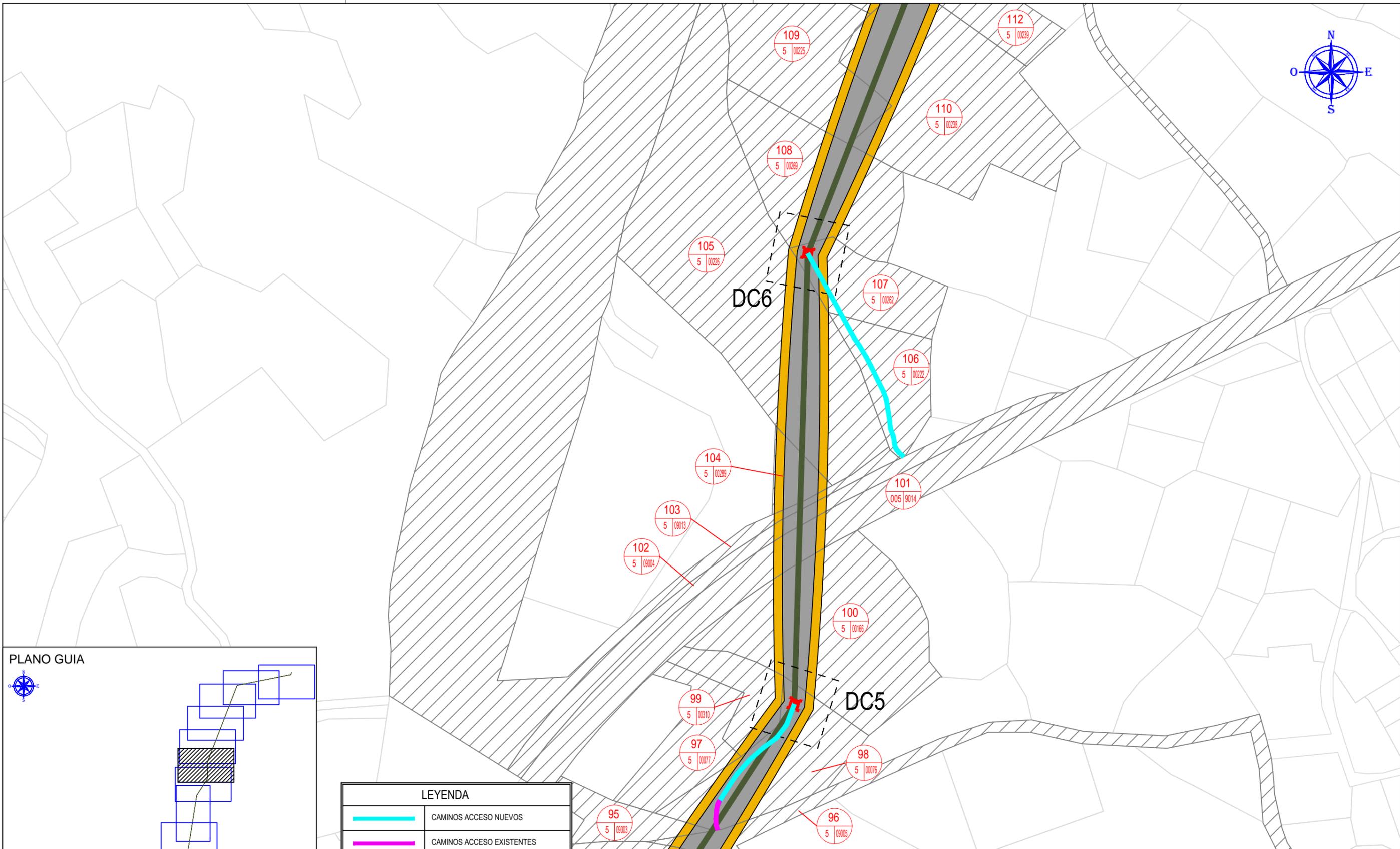
Revisión: 00

Hoja: 11

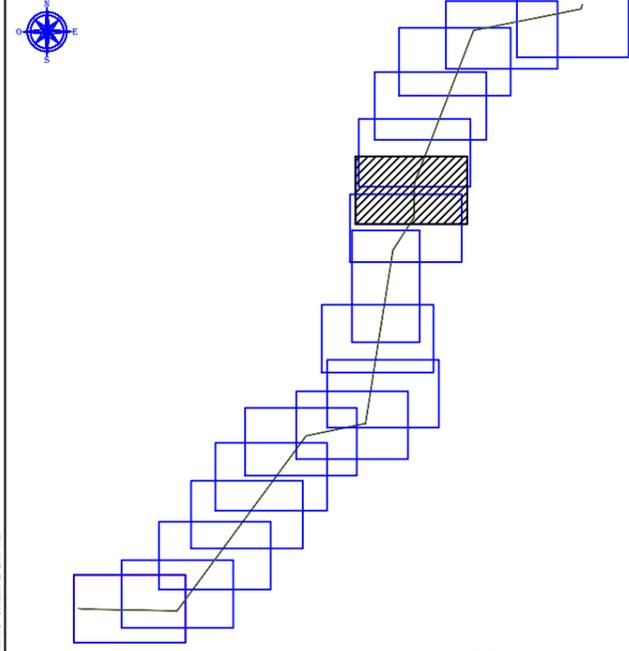
Siguiente: 12

Código: FE-21000034





PLANO GUIA



ESCALA: 1/50.000

| LEYENDA |                           |
|---------|---------------------------|
|         | CAMINOS ACCESO NUEVOS     |
|         | CAMINOS ACCESO EXISTENTES |
|         | ZONA DE NO EDIFICABILIDAD |
|         | LINEA DE TRAZA            |
|         | VUELO CONDUCTOR           |
|         | OCUPACION PERMANENTE      |
|         | OCUPACION TEMPORAL        |
|         | PARCELAS AFECTADAS        |



D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS  
INGENIERO DEL ICAI COL. N° 1813/1024

*RFB*

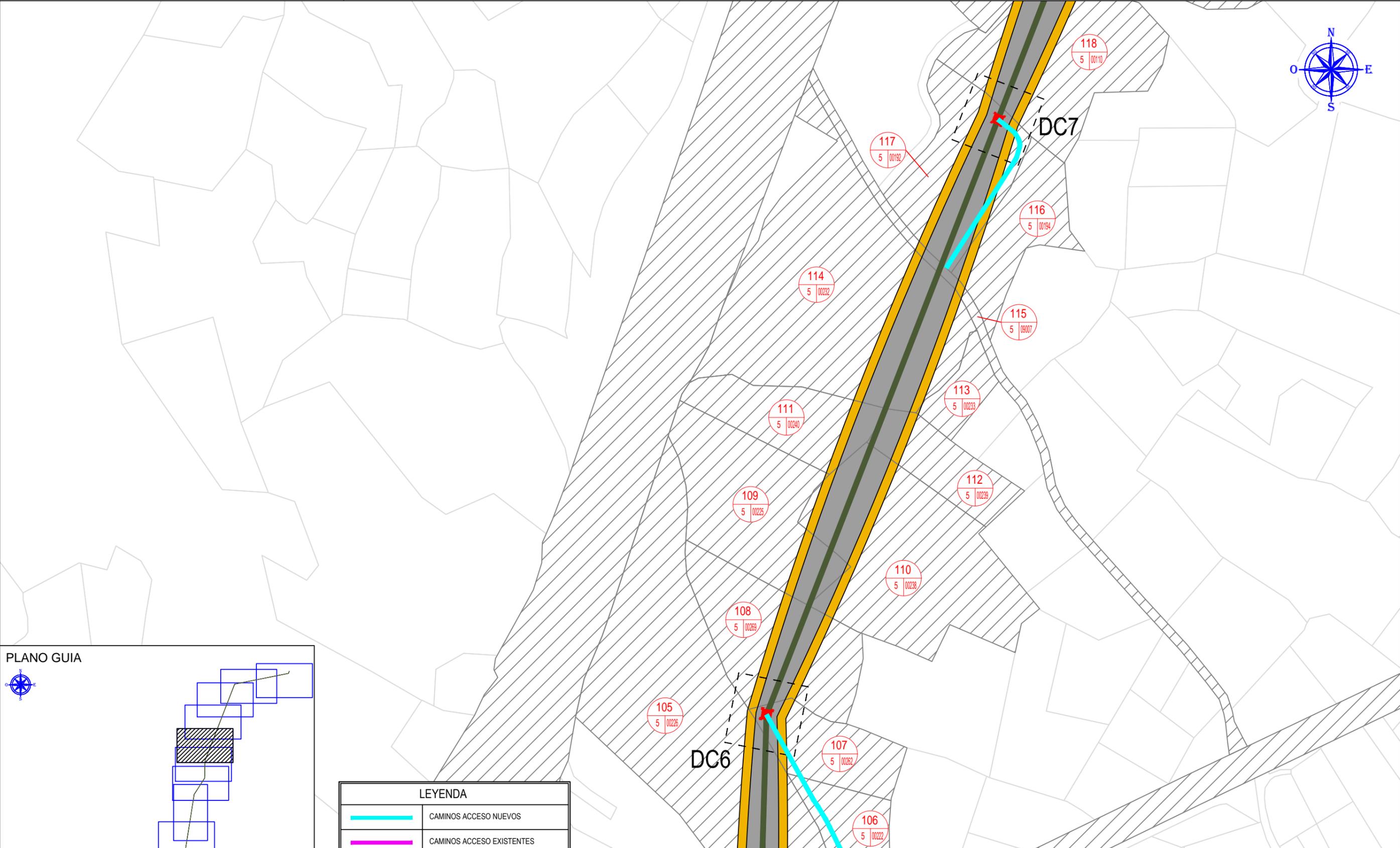
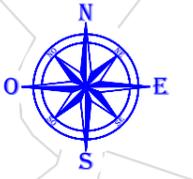


|             | Fecha:  | Nombre: |
|-------------|---------|---------|
| Dibujado:   | 10/2022 | JCR     |
| Comprobado: | 10/2022 | ALM     |
| Aprobado:   | 10/2022 | RFB     |

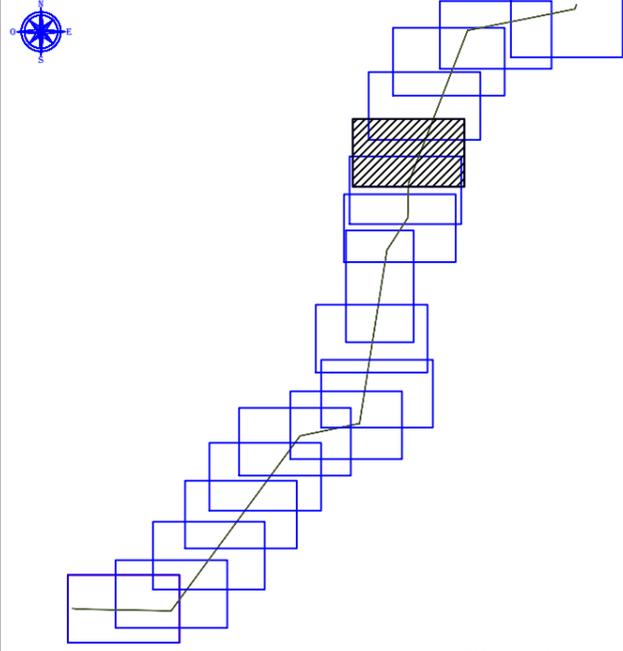
LAAT 220 KV SC  
SET RUEDA OESTE 220/30KV-SET PRE-RUEDA 400/200KV  
ZARAGOZA

PLANO CATASTRAL

|            |             |
|------------|-------------|
| Escala:    | 1/2.000     |
| Revisión:  | 00          |
| Hoja:      | 12          |
| Siguiente: | 13          |
| Código:    | FE-21000034 |



PLANO GUIA



ESCALA: 1/50.000

| LEYENDA |                           |
|---------|---------------------------|
|         | CAMINOS ACCESO NUEVOS     |
|         | CAMINOS ACCESO EXISTENTES |
|         | ZONA DE NO EDIFICABILIDAD |
|         | LINEA DE TRAZA            |
|         | VUELO CONDUCTOR           |
|         | OCUPACION PERMANENTE      |
|         | OCUPACION TEMPORAL        |
|         | PARCELAS AFECTADAS        |



D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS  
INGENIERO DEL ICAI COL. Nº 1813/1024

*RFB*

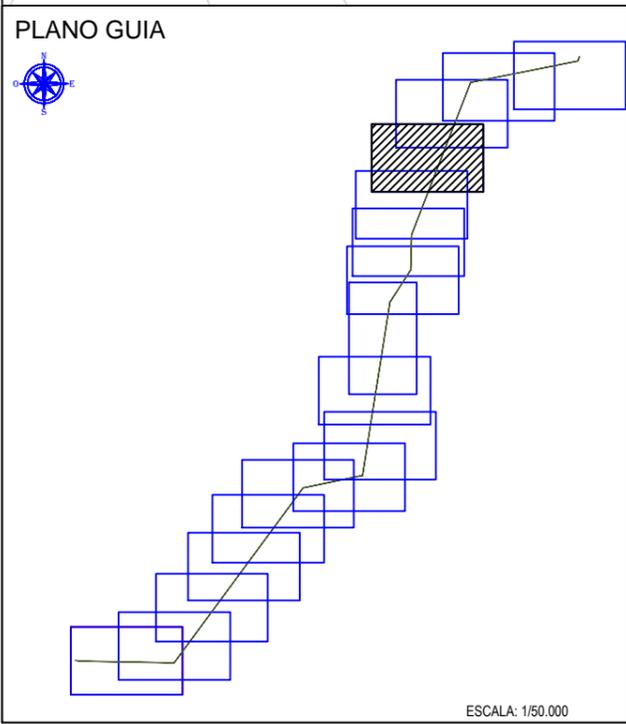
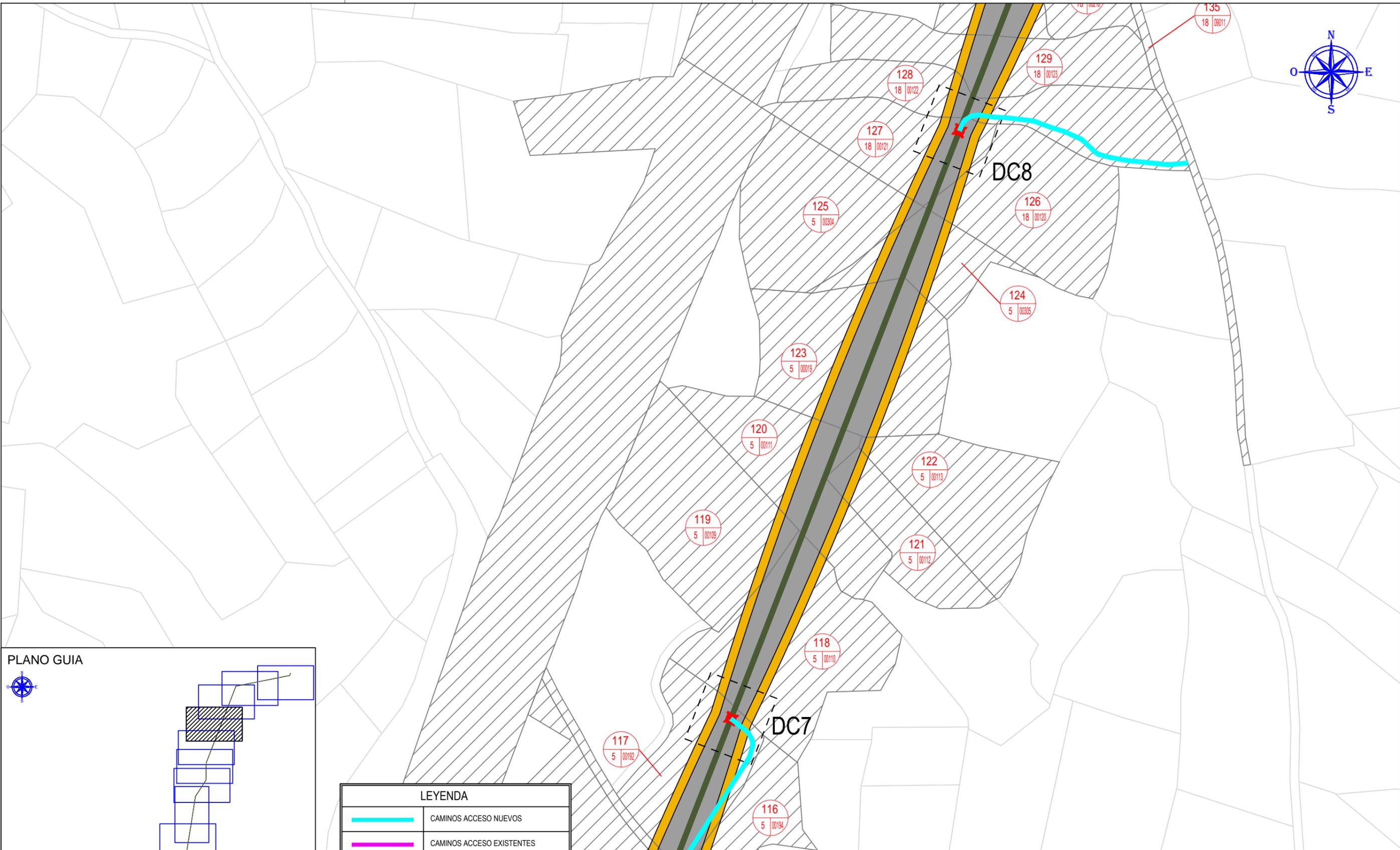


|             | Fecha:  | Nombre: |
|-------------|---------|---------|
| Dibujado:   | 10/2022 | JCR     |
| Comprobado: | 10/2022 | ALM     |
| Aprobado:   | 10/2022 | RFB     |

LAAT 220 KV SC  
SET RUEDA OESTE 220/30KV-SET PRE-RUEDA 400/200KV  
ZARAGOZA

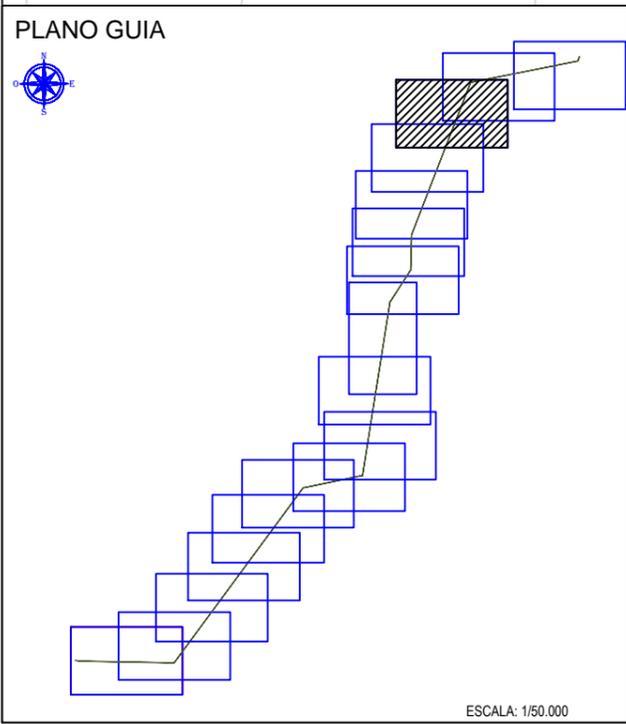
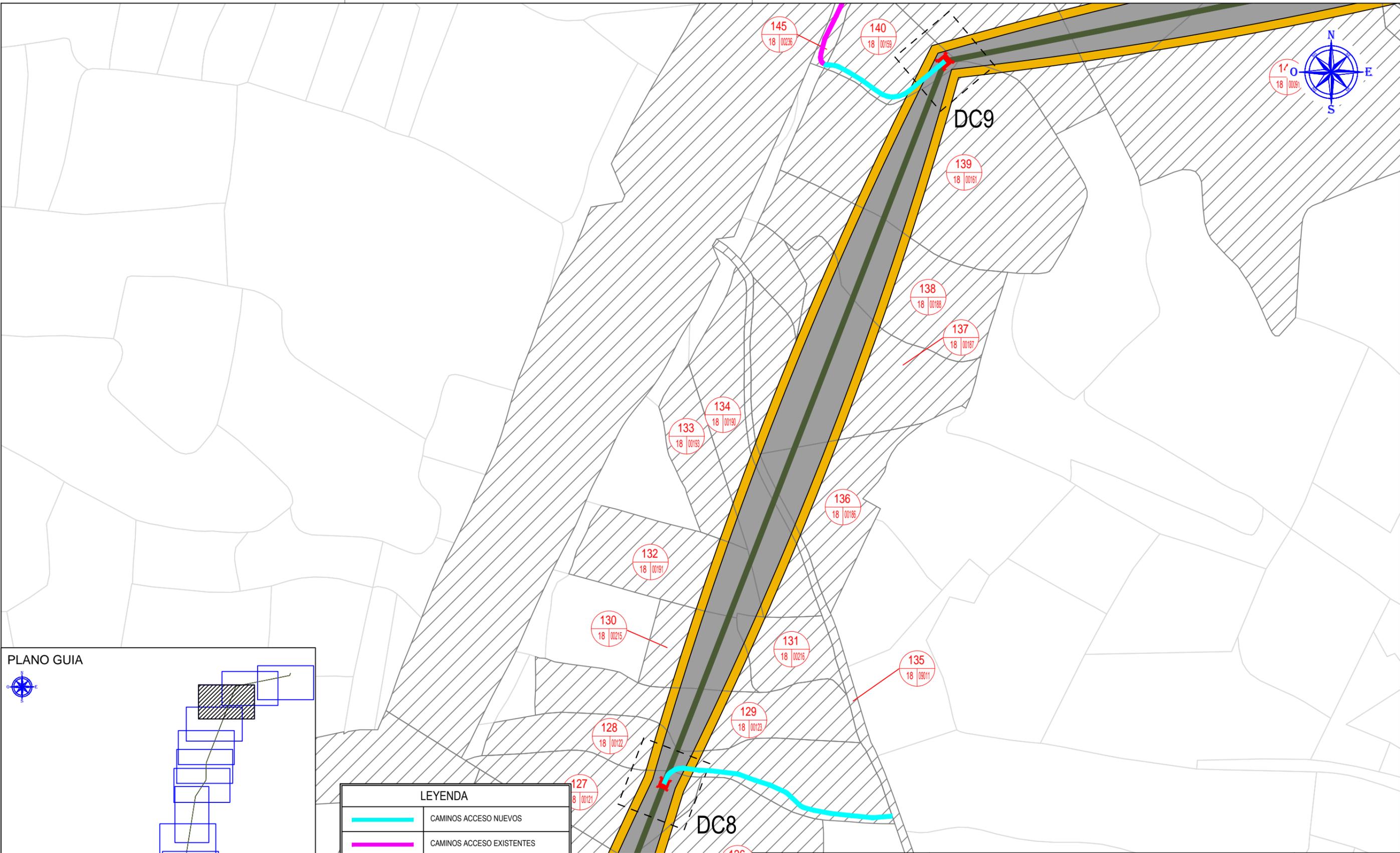
PLANO CATASTRAL

|            |             |
|------------|-------------|
| Escala:    | 1/2.000     |
| Revisión:  | 00          |
| Hoja:      | 13          |
| Siguiente: | 14          |
| Código:    | FE-21000034 |



| LEYENDA |                           |
|---------|---------------------------|
|         | CAMINOS ACCESO NUEVOS     |
|         | CAMINOS ACCESO EXISTENTES |
|         | ZONA DE NO EDIFICABILIDAD |
|         | LINEA DE TRAZA            |
|         | VUELO CONDUCTOR           |
|         | OCUPACION PERMANENTE      |
|         | OCUPACION TEMPORAL        |
|         | PARCELAS AFECTADAS        |

|   |  |  |  |   |
|---|--|--|--|---|
| <br>D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS<br>INGENIERO DEL ICAI COL. N° 1813/1024<br> | <br>Grupo Sisener Ingenieros   | LAAT 220 KV SC<br>SET RUEDA OESTE 220/30KV-SET PRE-RUEDA 400/200KV<br>ZARAGOZA |  | Escala: 1/2.000   |
|   | Fecha: 10/2022    Nombre: JCR<br>Dibujado: 10/2022    Comprobado: 10/2022    ALM<br>Aprobado: 10/2022    RFB | PLANO CATASTRAL  |  | Revisión: 00<br>Hoja: 14<br>Siguiete: 15<br>Código: FE-21000034 |



| LEYENDA |                           |
|---------|---------------------------|
|         | CAMINOS ACCESO NUEVOS     |
|         | CAMINOS ACCESO EXISTENTES |
|         | ZONA DE NO EDIFICABILIDAD |
|         | LINEA DE TRAZA            |
|         | VUELO CONDUCTOR           |
|         | OCUPACION PERMANENTE      |
|         | OCUPACION TEMPORAL        |
|         | PARCELAS AFECTADAS        |

FINCA PYTO RBD POLIGONO PARCELA

D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS  
INGENIERO DEL ICAI COL. Nº 1813/1024

*RFB*

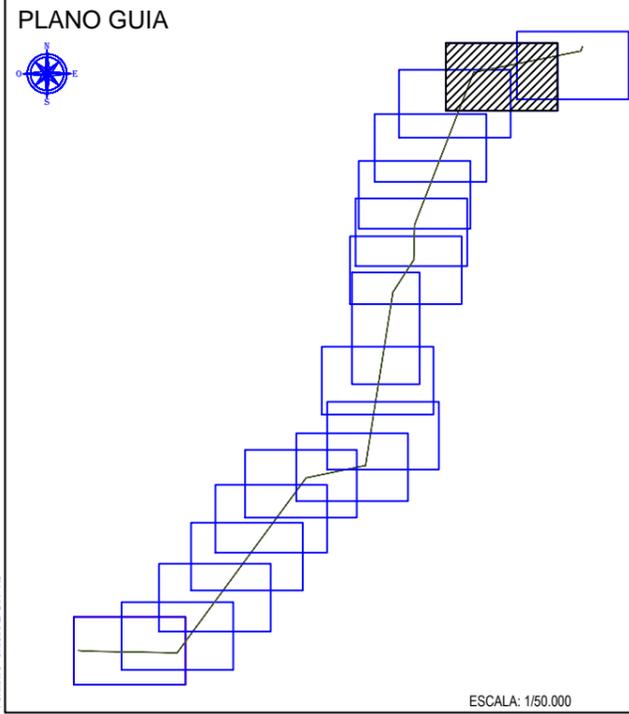
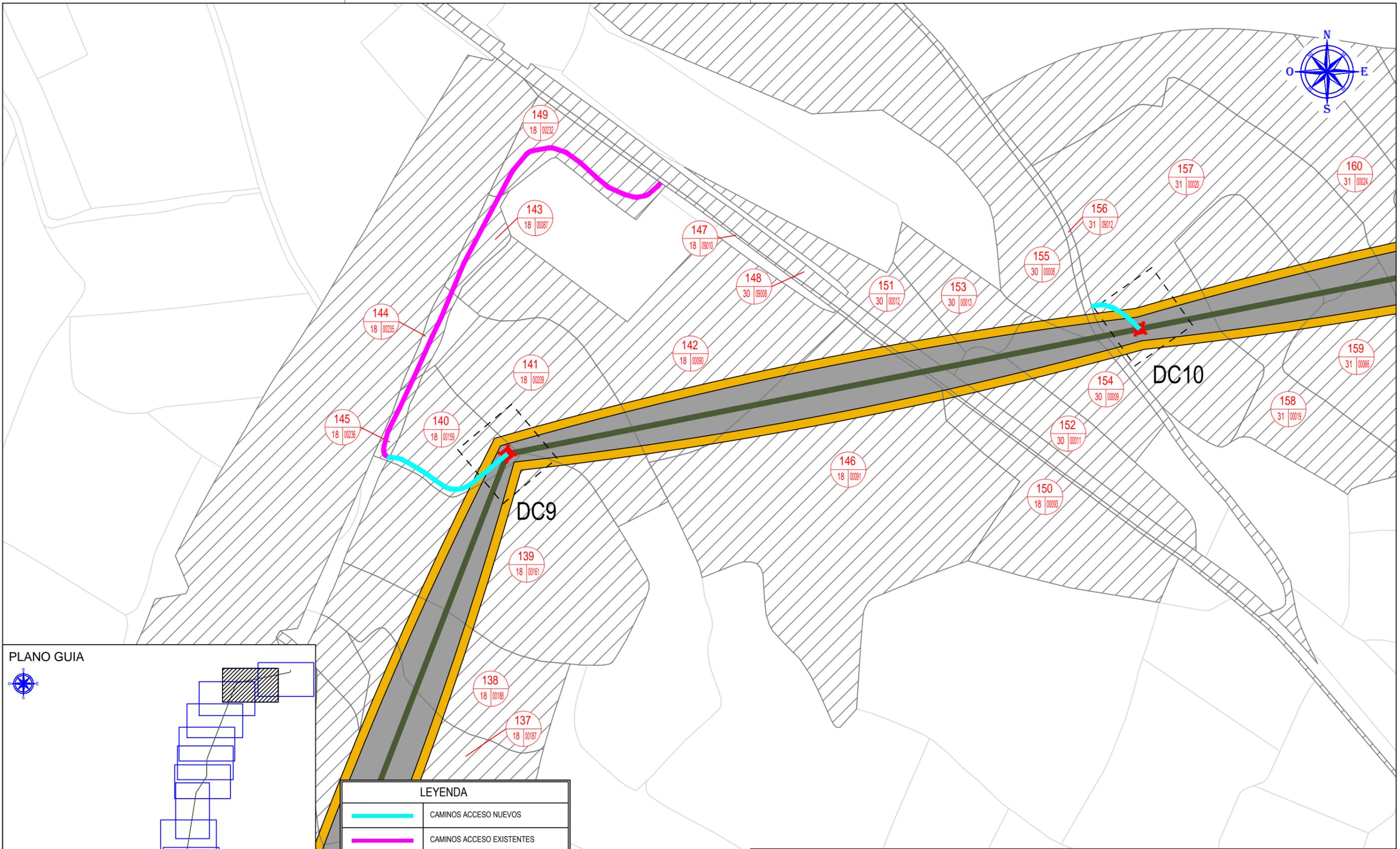
**FEMTAB**  
Grupo Sisener Ingenieros

|             |         |         |
|-------------|---------|---------|
| Dibujado:   | Fecha:  | Nombre: |
| Comprobado: | 10/2022 | JCR     |
| Aprobado:   | 10/2022 | ALM     |
|             |         | RFB     |

LAAT 220 KV SC  
SET RUEDA OESTE 220/30KV-SET PRE-RUEDA 400/200KV  
ZARAGOZA

PLANO CATASTRAL

|            |             |
|------------|-------------|
| Escala:    | 1/2.000     |
| Revisión:  | 00          |
| Hoja:      | 15          |
| Siguiente: | 16          |
| Código:    | FE-21000034 |



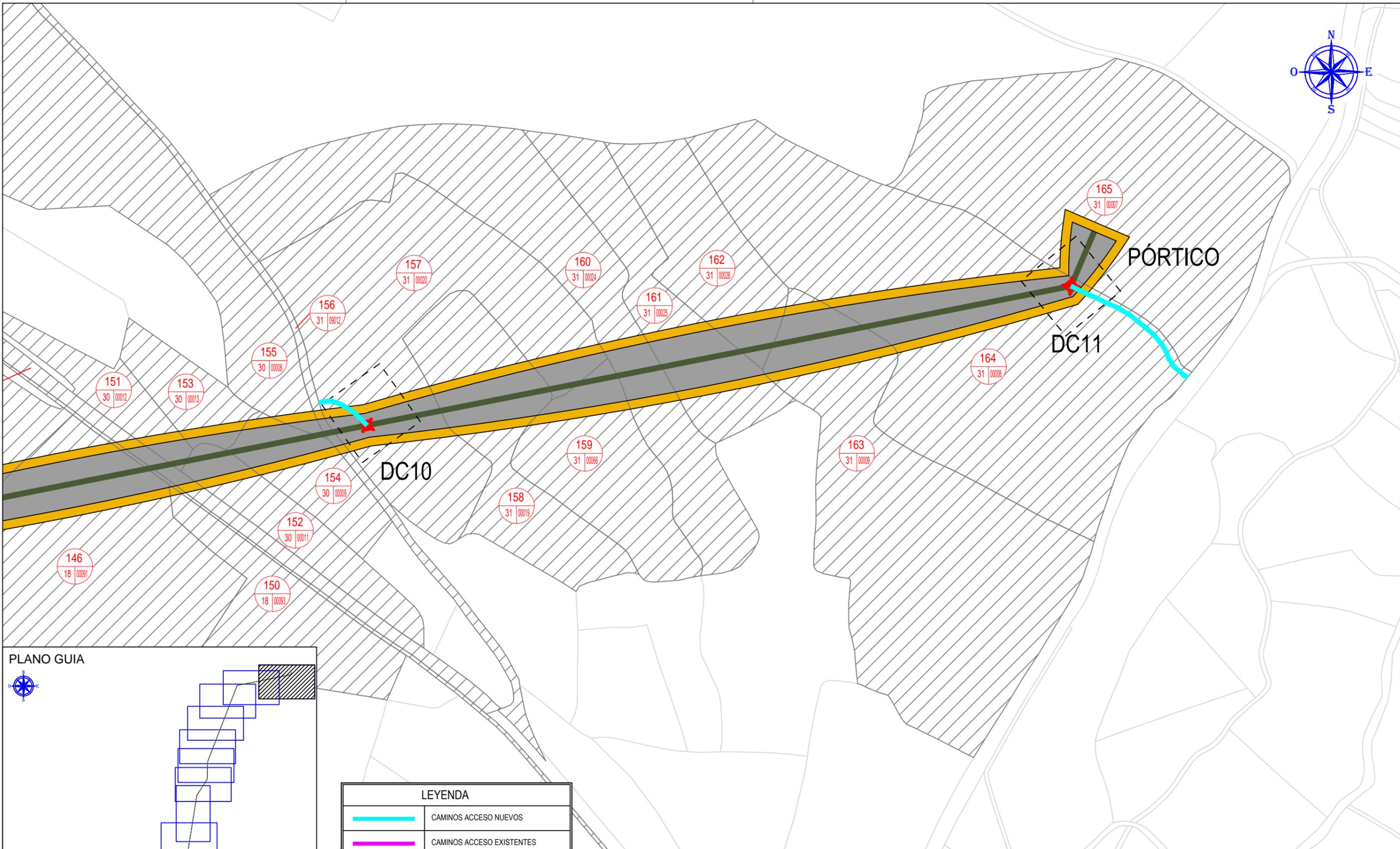
| LEYENDA |                           |
|---------|---------------------------|
|         | CAMINOS ACCESO NUEVOS     |
|         | CAMINOS ACCESO EXISTENTES |
|         | ZONA DE NO EDIFICABILIDAD |
|         | LINEA DE TRAZA            |
|         | VUELO CONDUCTOR           |
|         | OCCUPACION PERMANENTE     |
|         | OCCUPACION TEMPORAL       |
|         | PARCELAS AFECTADAS        |



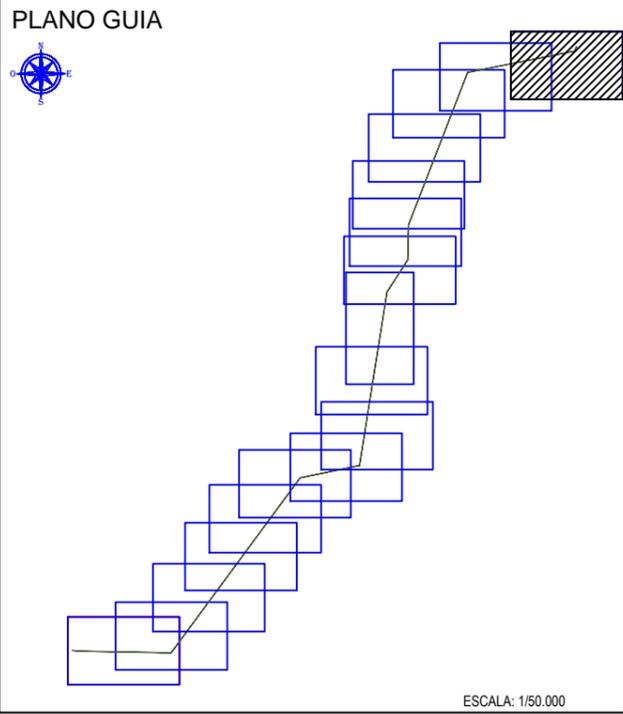
D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS  
INGENIERO DEL ICAI COL. N° 1813/1024

*RFB*

|                                     |  |                       |  |
|-------------------------------------|--|-----------------------|--|
| <br><b>Grupo Sisener Ingenieros</b> | LAAT 220 KV SC<br>SET RUEDA OESTE 220/30KV-SET PRE-RUEDA 400/200KV<br>ZARAGOZA |                       | Escala: 1/2.000                                  |
|                                     | Dibujado: 10/2022 JCR  | Fecha: 10/2022        | Nombre: ALM                                      |
|                                     | Comprobado: 10/2022 ALM  | Aprobado: 10/2022 RFB | Revisión: 00                                     |
| PLANO CATASTRAL                     |  |                       | Hoja: 16<br>Siguiente: 17<br>Código: FE-21000034 |



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO n°: 0507/22. Fecha: 04/11/2022. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVHPKZTUQHLLTB5. Autenticidad verificable a través de la página: <https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx>. FORMATO ORIGINAL DIN-A3



| LEYENDA |                           |
|---------|---------------------------|
|         | CAMINOS ACCESO NUEVOS     |
|         | CAMINOS ACCESO EXISTENTES |
|         | ZONA DE NO EDIFICABILIDAD |
|         | LINEA DE TRAZA            |
|         | VUELO CONDUCTOR           |
|         | Ocupacion Permanente      |
|         | Ocupacion Temporal        |
|         | PARCELAS AFECTADAS        |



D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS  
INGENIERO DEL ICAI COL. N° 1813/1024

*RFB*

|                                     |  |                         |                     |
|-------------------------------------|--|-------------------------|---------------------|
| <br><b>Grupo Sisener Ingenieros</b> | LAAT 220 KV SC<br>SET RUEDA OESTE 220/30KV-SET PRE-RUEDA 400/200KV<br>ZARAGOZA |                         | Escala: 1/2.000     |
|                                     | Dibujado: 10/2022 JCR  | Comprobado: 10/2022 ALM | Revisión: 00        |
|                                     | Aprobado: 10/2022 RFB  | PLANO CATASTRAL         |                     |
| Hoja: 17                            |  |                         | Código: FE-21000034 |

ESCALA: 1/50.000