Línea Aérea-Subterránea 220 kV SET Las Colinas 30/220kV – SET Villaviciosa (REE)

Proyecto Técnico Administrativo para Autorización Administrativa Previa

octubre de 2025 - v02

VERSIÓN	CREADO	REVISADO	FECHA	COMENTARIOS
01	D.P.D.	E.R.S.	14/10/2025	Edición inicial
02	D.P.D.	E.R.S.	23/10/2025	Comentarios Cliente

HOJA DE INFORMACIÓN DEL PROYECTO

Título del Proyecto:	Proyecto Técnico Administrativo para Autorización Administrativa Previa Línea Aérea-Subterránea 220 kV SET Las Colinas 30/220kV – SET Villaviciosa (REE)
Código de Identificación:	SESRATLIN2472401BLME0001-03.docx
Promotor del Proyecto:	• Promotor: GRON RENOVABLE, S.L.U. • NIF: B10861953 • Domicilio Social: Calle Serrano Galvache, 56, Edificio Álamo, Planta 11, Madrid, 28033
Localización del Proyecto Coordenadas UTM ETRS89	INICIO / FINAL • X: 417.530 m E / X: 423.184m E • Y: 4.459.315 m N / Y: 4.466.726m N Huso: 30N / Huso: 30N
Ingeniería Encargada de la Elaboración del Proyecto:	• Sólida Energías Renovables, S.L. • CIF: B-85294437 • C/Musgo nº 2 1º C • 28023 Madrid • Teléfono: [redacted] • Persona Contacto: [redacted] • [redacted]
Datos del Proyectista:	• [redacted]
Objeto de la tramitación	Autorización Administrativa Previa

INDICE

DOCUMENTO Nº1 MEMORIA

ANEXOS A LA MEMORIA:

ANEXO I ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN

ANEXO II CÁLCULO DE CAMPOS MAGNÉTICOS DE LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN

ANEXO III ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DEL RECINTO DE MEDIDA

ANEXO IV CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DEL RECINTO DE MEDIDA

DOCUMENTO Nº3 PRESUPUESTO

DOCUMENTO Nº4 PLANOS

DOCUMENTO Nº5 ESTUDIO DE SEGUIRDAD Y SALUD

DOCUMENTO Nº6 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

Línea Aérea-Subterránea 220 kV SET Las Colinas 30/220kV – SET Villaviciosa (REE)

Proyecto Básico para

Autorización Administrativa Previa

octubre de 2025 - v02

—

Documento I: Memoria

VERSIÓN	CREADO	REVISADO	FECHA	COMENTARIOS
01	D.P.D.	E.R.S.	14/10/2025	Edición inicial
02	D.P.D.	E.R.S.	23/10/2025	Comentarios Cliente

Contenido

1. JUSTIFICACIÓN 14
2. ANTECEDENTES 15
3. OBJETO 16
4. TITULAR 17
5. NORMATIVA 18
5.1. Normativa de Instalaciones Eléctricas 18
5.2. Obra civil 18
5.3. Seguridad y Salud 19
5.4. Medioambiente 19
5.5. Relación de normas UNE aplicables al proyecto 19
5.5.1. GENERALES 19
5.5.2. CABLES Y CONDUCTORES 20
5.5.3. ACCESORIOS PARA CABLES 22
5.5.4. APOYOS Y HERRAJES 22
5.5.5. AISLADORES 22
6. DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO DE LA LÍNEA 24
6.1. Parcelas Afectadas 32
6.2. Tramo Subterráneo 1 36
6.3. Tramo aéreo 1 37
6.4. Tramo Subterráneo 2 38
6.5. Tramo Subterráneo 3 39
7. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN 40
7.1. Tramo subterráneo 1 40
7.2. Tramo aéreo 1 41
7.1. Tramo subterráneo 2 41

7.1. Tramo subterráneo 3 42

8. DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES DE LA LÍNEA. TRAMO AÉREO 44

8.1. Conductores 44

8.2. Cable de tierra 44

8.3. Manguitos de empalme 45

8.4. Descripción de las cadenas de aislamiento 45

8.4.1. Aislador 45

8.4.2. Cadena de suspensión 47

8.4.3. Cadena de amarre 47

8.5. Dispositivos antivibratorios 48

8.5.1. Dispositivos antivibratorios pasivos o de refuerzo: 48

8.5.2. Dispositivos antivibratorios activos o amortiguadores: 48

8.6. Apoyos 48

8.7. Apoyos conversión aéreo-subterráneo 50

8.8. Cimentaciones 51

8.8.1. Cimentación de hormigón en masa 51

8.8.2. Cimentación de anclaje en roca 51

8.8.3. Cimentaciones armadas (mixtas) 51

8.9. Tomas de tierra 52

8.9.1. Tomas de tierra para apoyos con cimentación de macizos independiente. 54

8.9.1.1. Apoyos con cimentación en tierra 54

8.9.1.2. Apoyos con cimentación mixta o en roca 55

8.9.2. Puesta a tierra apoyos de conversión aéreo-subterráneo 55

8.9.2.1. Autoválvulas 55

8.10. Aislamiento en conductores y señalización. cumplimiento del R.D. 1432/2008, de 29 de agosto de protección de la avifauna 56

8.10.1. Medidas de prevención contra la electrocución 56

8.10.2. Medidas de prevención de la colisión. 56
8.11. Numeración y aviso de peligro 57
9. DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA 58
9.1. Características del cable subterráneo 58
9.2. Parámetros de instalación 60
9.3. Terminales exteriores 61
9.4. Terminales Llegada a pórticos de subestaciones 63
9.5. Empalmes 64
9.6. Cable de comunicaciones 67
9.7. Obra civil 67
9.7.1. Zanja del cable (Líneas AT) 67
9.7.2. Arquetas de telecomunicaciones 69
9.7.3. Cámara de Empalme 70
9.8. Tendido 70
9.8.1. Perforación dirigida 72
9.9. Puesta a tierra 74
9.9.1. Cross–Bonding 75
9.9.2. Single Point 77
9.10. Ensayos 78
10. RECINTO DE MEDIDA 80
10.1. Descripción general de la instalación 80
10.2. Emplazamiento 81
10.3. Descripción esquema unifilar 81
10.3.1. Sistema de 220kV 82
10.3.2. Instalaciones auxiliares 82
10.3.3. Otras instalaciones 82

10.4. Características eléctricas 83
10.4.1. Aislamiento 83
10.4.2. Distancias mínimas 83
10.5. Aparellaje de 220 kV 84
10.5.1. Transformadores de intensidad 220 kV 84
Transformadores de tensión 220 kV 84
10.5.2. Transformador de tensión 220 kV para alimentación de servicios auxiliares 85
10.5.3. Autoválvulas de 220 kV 86
10.6. Conexiones 86
10.6.1. Conexiones en 220 kV 86
10.6.2. Piezas de conexión 86
10.7. Estructura metálica 86
10.8. Servicios auxiliares 87
10.8.1. Servicios auxiliares de corriente alterna (C.A) 88
10.8.2. Servicios auxiliares de Corriente Continua (C.C) 88
10.8.3. Sistemas de control 88
10.8.4. Unidades de control 88
10.8.5. Armarios de control 88
10.9. Medida 88
10.9.1. Medida de Energía 88
10.9.2. Resto de medidas 89
10.10. Telecomunicaciones 89
10.11. Alumbrado 89
10.11.1. Alumbrado exterior 89
10.11.2. Alumbrado interior 90
10.11.3. Alumbrado de emergencia 90

10.12. Sistemas complementarios en el edificio 90
10.13. Instalación de puesta a tierra 90
10.14. Obra civil 92
10.14.1. Explanación y acondicionamiento del terreno 92
10.14.2. Cerramiento perimetral 92
10.14.3. Accesos y viales interiores 93
10.14.4. Edificio 93
10.14.5. Cimentaciones. 93
10.14.6. Canalizaciones eléctricas. 93
10.14.7. Drenaje de aguas pluviales 93
10.14.8. Terminado de la instalación 94
11. DISTANCIAS DE SEGURIDAD TRAMO AÉREO. CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS 95
11.1. Distancias de aislamiento eléctrico para evitar descargas 95
11.2. Prescripciones especiales 95
11.3. Distancias en el apoyo 96
11.3.1. Distancias entre conductores 96
11.3.2. Distancia entre conductores y partes puestas a tierra 97
11.4. Distancias al terreno, caminos, sendas y cursos de agua no navegables. 97
11.5. Distancias a otras líneas eléctricas aéreas o de telecomunicación 97
11.5.1. Cruzamientos 97
11.5.2. Paralelismos entre líneas eléctricas aéreas 100
11.5.3. Paralelismos entre líneas eléctricas aéreas y líneas de telecomunicación 100
11.6. Distancias a carreteras 100
11.6.1. Cruzamientos 101
11.7. Distancias a ferrocarriles sin electrificar 101
11.7.1. Cruzamientos 102

11.7.2. Paralelismos 102
11.8. Distancias a ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses 102
11.9. Distancias a teleféricos y cables transportadores 102
11.10. Distancias a ríos y canales, navegables o flotables 102
11.10.1. Cruzamientos 103
11.11. Paso por zonas 103
11.11.1. Bosques, árboles y masas de arbolado 103
11.11.2. Edificios, construcciones y zonas urbanas 104
11.11.3. Proximidad a aeropuertos 105
11.11.4. Proximidad a parques eólicos 105
11.11.5. Proximidades a obras 106
12. DISTANCIAS DE SEGURIDAD TRAMO SUBTERRÁNEO. CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS 107
12.1. Normas generales sobre cruzamientos 107
12.1.1. Calles, caminos y carreteras 107
12.1.2. Ferrocarriles 107
12.1.3. Otros cables de energía eléctrica 107
12.1.4. Cables de telecomunicación 108
12.1.5. Canalizaciones de agua 108
12.1.6. Canalizaciones de gas 108
12.1.7. Conducciones de alcantarillado 109
12.1.8. Depósitos de carburante 109
12.2. Normas generales sobre proximidades y paralelismos 110
12.2.1. Otros cables de energía eléctrica 110
12.2.2. Cables de telecomunicación 110
12.2.3. Canalizaciones de agua 110
12.2.4. Canalizaciones de gas 111

12.3. Acometidas (conexiones de servicio) 111

13. RELACIÓN DE AFECCIONES. CRUZAMIENTOS, PARALELISMOS Y SOTERRAMIENTOS 112

13.1. Cruzamientos 112

13.2. Paralelismos 117

13.3. Soterramientos 118

14. PLAZO DE EJECUCIÓN 119

15. RELACIÓN DE MINISTERIOS, CONSEJERÍAS, ORGANISMOS Y EMPRESAS DE SERVICIO PÚBLICO AFECTADOS POR LA INSTALACIÓN DE LA LÍNEA 120

16. CONCLUSIÓN 121

1. JUSTIFICACIÓN

Entre las actuaciones previstas para la evacuación de las plantas fotovoltaicas Colinas, Moraleja y La Fuente que evacua en el nudo Villaviciosa 220 kV, provincia de Madrid, Comunidad Autónoma de Madrid, unas potencias instaladas de 49,8 MW, 16,2 MW y 32,5 MW respectivamente, se ha contemplado la construcción de una nueva línea de alta tensión de 220 kV.

La línea de alta tensión tiene por objeto interconectar la subestación colectora de Las Colinas 30/220 kV con subestación Villaviciosa 220 kV propiedad de REE.

2. ANTECEDENTES

A continuación, se resume el estado actual de tramitación de la planta fotovoltaica que evacúa en la subestación objeto del presente proyecto básico, en los diferentes organismos competentes, en lo que respecta a la fase de autorización, licencias y concesiones necesarias para la construcción y puesta en funcionamiento de dicha planta.

- Que, con fecha 2 de octubre de 2023, la sociedad promotora del proyecto PSFV Las Colinas, GRON Renovable, S.L. con NIF B-10861953, presentó solicitud de capacidad ante Red Eléctrica de España, S.A.U. (en adelante REE) en la subestación SE Villaviciosa 220 kV en la Comunidad de Madrid.
- Con fecha 26 de julio de 2024 fueron otorgados los permisos de Acceso y Conexión por parte de REE en los que se otorgan una capacidad de 50 MW en la subestación eléctrica Villaviciosa de tensión 220 kV.
- Que con fecha 23 de diciembre de 2024, la sociedad promotora PSFV Las Colinas, GRON Renovable S.L. con NIF B-10861953 presentó la solicitud de Autorización Administrativa Previa y de Declaración de Impacto Ambiental ante la Dirección General de Descarbonización y Transición Energética de la Comunidad de Madrid, la cual fue admitida a trámite con fecha 20 de enero de 2025 por este organismo.

3. OBJETO

El presente documento se redacta con la finalidad:

- En el orden técnico, para obtener la Aprobación del presente Proyecto, que ha sido redactado de acuerdo a lo preceptuado en el 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.
- En el orden administrativo, obtener la Autorización Administrativa Previa, del proyecto a realizar, según lo establecido en:
  - Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
  - 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.
  - Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
  - Orden de 23 de marzo de 2004, de la Consejería de Economía, Industria e Innovación, por la que se regula el procedimiento de priorización de acceso y conexión a la red eléctrica para evacuación de energía de las instalaciones de producción en régimen especial.
  - Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.

4. TITULAR

El titular del presente proyecto es la siguiente compañía:

- Sociedad: Gron Renovable, S.L.U
- NIF: B-10861953
- Domicilio: Calle Serrano Galvache, 56, Edificio Álamo, Planta 11, Madrid, 28033

5. NORMATIVA

La línea de evacuación ha sido elaborada de acuerdo al Real Decreto 223/2008 por el que se aprueban el reglamento de condiciones Técnicas y Garantías de seguridad en las Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 A 09.

Así mismo se han tenido en cuenta los siguientes documentos:

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Recomendaciones UNESA (RU)
- Recomendaciones del IEEE.
- Recomendaciones de la CIGRE.

5.1. Normativa de Instalaciones Eléctricas

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- 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.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueba 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 187/2016, de 6 de mayo, por el que se regulan las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- Todas las instalaciones cumplirán la Normativa Europea EN, la Normativa CENELEC, las Normas UNE y las Recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).
- Instrucciones técnicas de los fabricantes y suministradores de equipos.

5.2. Obra civil

- Eurocódigo 1: Acciones generales y Acciones del viento en estructuras. UNE-EN 1991-1-4:2018
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Decreto 3565/1972, de 23 de diciembre, por el que se establecen las normas tecnológicas de la edificación (NTE) y modificaciones posteriores, tanto en cuanto a la ejecución de los trabajos, como en lo relativo a mediciones.

- Orden de 6 de febrero de 1976 del Ministerio de Obras Públicas, por la que se aprueba el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3) y sus modificaciones posteriores.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición

5.3. Seguridad y Salud

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, con las modificaciones de la Ley 54/2003 de 12 de diciembre.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud de las obras de construcción.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de Reforma del Marco Normativo de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales. Y todas las modificaciones que lo afectan.
- 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.

5.4. Medioambiente

- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, que establece las bases que deben regir la evaluación ambiental de los planes, programas y proyectos que puedan tener efectos significativos sobre el medio ambiente, garantizando en todo el territorio del Estado un elevado nivel de protección ambiental.
- Directiva 2011/92/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de diciembre de 2011, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.
- Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental, que regula la responsabilidad de los operadores de prevenir, evitar y reparar los daños medioambientales.

5.5. Relación de normas UNE aplicables al proyecto

A continuación, se describen la relación de normas UNE incluidas en la ITC-LAT 02 aplicables a este proyecto. Se tendrán en cuenta sus modificaciones o actualizaciones posteriores.

5.5.1. GENERALES

- UNE-EN 60529:2018 Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
- UNE-EN 60060-1:2018 Ensayos en alta tensión. Parte 1: definiciones y prescripciones generales relativas a los ensayos.

- UNE-EN 50102:1996 Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
- UNE-EN 50102 CORR:2002 Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
- UNE-EN 50102/A1:1999 Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
- UNE-EN 50102/Al CORR:2002 Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
- UNE-EN 60060-2:2012 Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida.
- UNE-EN 60060-3:2006 Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 3: Definiciones y requisitos para ensayos in situ.
- UNE-EN 60060-3 CORR.:2007 Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 3: Definiciones y requisitos para ensayos in situ.
- UNE-EN 600711:2006 Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas.
- UNE-EN 60071-2:1999 Coordinación de aislamiento. Parte 2: Guía de aplicación.
- UNE-EN 60270:2002 Técnicas de ensayo en alta tensión. Medidas de las descargas parciales.
- UNE-EN 60865-1:2013 Corrientes de cortocircuito. Parte 1: Definiciones y métodos de cálculo.
- UNE-EN 60909-0:2016 Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 0: Cálculo de corrientes.
- UNE-EN 60909-3:2011 Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 3: Corrientes durante dos cortocircuitos monofásicos a tierra simultáneos y separados y corrientes parciales de cortocircuito circulando a través de tierra.

5.5.2. CABLES Y CONDUCTORES

- UNE 21144-1-1:2012 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1-1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Generalidades.
- UNE 21144-1-2:1997 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 2: Factores de pérdidas por corrientes de Foucault en las cubiertas en el caso de dos circuitos en capas.
- UNE 21144-1-3:2003 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 3: Reparto de la intensidad entre cables unipolares dispuestos en paralelo y cálculo de pérdidas por corrientes circulantes.
- UNE 21144-2-1:1997 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.

- UNE 21144-2-1/1M:2002 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.
- UNE 21144-2-1/21V1:2007 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.
- UNE 21144-2-2:1997 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 2: Método de cálculo de los coeficientes de reducción de la intensidad admisible para grupos de cables al aire y protegidos de la radiación solar.
- UNE 21144-3-1:2018 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3-1: Condiciones de funcionamiento. Condiciones del sitio de referencia.
- UNE 21144-3-2:2000 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 2: Optimización económica de las secciones de los cables eléctricos de potencia.
- UNE 21144-3-3:2007 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 3: Cables que cruzan fuentes de calor externas.
- UNE 21192:1992 Cálculo de las intensidades de cortocircuito térmicamente admisibles, teniendo en cuenta los efectos del calentamiento no adiabático.
- UNE 211003-2:2001 Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada de 6 kV (Um= 7,2 kV) a 30 kV (Um=36 kV).
- UNE 211003-3:2001 Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada superior a 30 kV (Um=36 kV).
- UNE 211435-1:2021 Guía para la elección de cables eléctricos para circuitos de distribución de energía eléctrica. Parte 1: Cables de tensión asignada igual a 0,6/1 kV.
- UNE-EN 50182:2002 Conductores para líneas eléctricas aéreas. Conductores de alambres redondos cableados en capas concéntricas.
- UNE-EN 50182:2002/AC:2013 Conductores para líneas eléctricas aéreas. Conductores de alambres redondos cableados en capas concéntricas.
- UNE-HD 620-10E:2012/1M:2020 Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV inclusive. Parte 10: Cables unipolares y unipolares reunidos con aislamiento de XLPE. Sección E: Cables con cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 10E-1, 10E-3, 10E-4 y 10E-5).
- UNE 211620:2010 Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido y pantalla de tubo de aluminio de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV.
- UNE 211632-1 Cables de energía eléctrica con aislamiento extruido y sus accesorios para tensiones asignadas superiores a 36 kV (Um=42 kV) hasta 150 kV (Um=170 kV). Parte 1: Métodos de ensayo y requisitos.

- UNE 211632-4A Cables de energía eléctrica con aislamiento extruido y sus accesorios para tensiones asignadas superiores a 36 kV (Um=42 kV) hasta 150 kV (Um=170 kV). Parte 4A: Cables unipolares con aislamiento seco de polietileno reticulado y cubierta de poliolefina (tipo 1, 2 y 3).
- UNE 211632-6A Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensión asignada desde 36 kV (Um = 42 kV) hasta 150 kV (Um =170 kV). Parte 6: Cables con aislamiento de XLPE y cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 1, 2 y 3).

5.5.3. ACCESORIOS PARA CABLES

- UNE-EN 61897:2000 Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para amortiguadores de vibraciones eólicas tipo "Stockbridge"
- UNE 21021:1983 Piezas de conexión para líneas eléctricas hasta 72,5 kV.

5.5.4. APOYOS Y HERRAJES

- UNE-EN ISO 10684:2006 Elementos de fijación. Recubrimientos por galvanización en caliente (ISO 10684:2004)
- UNE 207009:2019 Herrajes y elementos de fijación y empalme para líneas eléctricas aéreas de alta tensión.
- UNE 207017:2010 Apoyos metálicos de celosía para líneas eléctricas aéreas de distribución.
- UNE-EN 60652:2004 Ensayos mecánicos de estructuras para líneas eléctricas aéreas.
- UNE-EN IEC 60652:2021 (Ratificada) Ensayos mecánicos de estructuras para líneas eléctricas aéreas. (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en octubre de 2021.)
- UNE-EN 61284:1999 Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para herrajes.
- UNE-EN ISO 1461:2010 Recubrimientos galvanizados en caliente sobre productos acabados de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo.

5.5.5. AISLADORES

- UNE 21009:1989 Medidas de los acoplamientos para rótula y alojamiento de rotula de los elementos de cadenas de aisladores.
- UNE-EN IEC 60120:2021 Acoplamientos y alojamientos de rótula de los elementos de cadenas de aisladores. Dimensiones.
- UNE 61109:2010 Aisladores para líneas aéreas. Aisladores compuestos para la suspensión y anclaje de líneas aéreas de corriente alterna de tensión nominal superior a 1 000 V. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.

- UNE-EN 61467:2010 Aisladores para líneas aéreas. Cadena de aisladores y cadenas de aisladores equipadas para líneas de tensión nominal superior a 1000 V. Ensayos de arco de potencia en corriente alterna.
- UNE-EN 60372:2004 Dispositivos de enclavamiento para las uniones entre los elementos de las cadenas de aisladores mediante rótula y alojamiento de rótula. Dimensiones y ensayos.
- UNE-EN IEC 60372:2021 Dispositivos de enclavamiento para acoplamientos de rótula y alojamiento de rótula de cadenas de aisladores. Dimensiones y ensayos.
- UNE-EN 61466-1:2016 Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1000 V. Parte 1: Clases mecánicas y acoplamientos de extremos normalizados.
- UNE-EN 61466-2:1999 Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 2: Características dimensionales y eléctricas
- UNE-EN 61466-2/A1:2003 Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 2: Características dimensionales y eléctricas.
- UNE-EN 62217:2013 Aisladores poliméricos de alta tensión para uso interior y exterior. Definiciones generales, métodos de ensayo y criterios de aceptación.

6. DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO DE LA LÍNEA

La línea objeto del presente proyecto tendrá una longitud de 14.206 m de los cuales 10.691 m serán subterráneos y 3.515 m serán aéreos. Parte de la Subestación Eléctrica de las Colinas 30/220 kV hasta la SET Villaviciosa, discurriendo por los términos municipales de Móstoles, Navalcarnero, El Álamo, Villaviciosa de Odón y Arroyomolinos dentro de la comunidad Autónoma de Madrid.

La configuración del tramo aéreo de la línea será en simple circuito con dos conductores por fase (dúplex) y la configuración de la línea subterránea será un solo circuito con un cable por fase. A continuación, se presenta el listado de vértices de la línea:

Posición	Coordenadas UTM ETRS 89 HUSO 30		Tramo
	Este	Norte	
1	417530.69	4459315.05	Subterráneo
2	417536.85	4459334.36	Subterráneo
3	417550.68	4459340.43	Subterráneo
4	417601.68	4459328.21	Subterráneo
5	417619.28	4459310.33	Subterráneo
6	417638.01	4459305.27	Subterráneo
7	417677.69	4459324.57	Subterráneo
8	417709.3	4459338.39	Subterráneo
9	417753.61	4459358.34	Subterráneo
10	417779.45	4459395.34	Subterráneo
11	417778.28	4459444.08	Subterráneo
12	417934.14	4459747.61	Subterráneo
13	417931.06	4459762.92	Subterráneo
14	417862.74	4459816.36	Subterráneo

Posición	Coordenadas UTM ETRS 89 HUSO 30		Tramo
	Este	Norte	
15	417803.65	4459831.16	Subterráneo
16	417756.12	4459855.5	Subterráneo
17	417745.65	4459860.6	Subterráneo
18	417739.68	4459874.59	Subterráneo
19	417782.33	4459949.58	Subterráneo
20	417815.44	4459976.19	Subterráneo
21	417863.87	4459987.8	Subterráneo
22	417972.53	4460024.87	Subterráneo
23	417983.59	4460024.86	Subterráneo
24	417996.53	4460029.49	Subterráneo
25	418008.04	4460037.27	Subterráneo
26	418036.83	4460039.28	Subterráneo
27	418056.48	4460031.91	Subterráneo
28	418069.4	4460031.4	Subterráneo
29	418133.63	4460057.96	Subterráneo
30	418144.95	4460067.21	Subterráneo
31	418158.82	4460102.74	Subterráneo
32	418161.33	4460117.91	Subterráneo
33	418144.03	4460132.2	Subterráneo
34	418111.25	4460135.39	Subterráneo
35	418066.01	4460146.66	Subterráneo
36	418037.75	4460158.09	Subterráneo
37	418002.8	4460156.57	Subterráneo
38	417965.34	4460182.82	Subterráneo

Posición	Coordenadas UTM ETRS 89 HUSO 30		Tramo
	Este	Norte	
39	417971.29	4460198.44	Subterráneo
40	418025.99	4460248.05	Subterráneo
41	418031.55	4460269.48	Subterráneo
42	418034.06	4460294.73	Subterráneo
43	418047.71	4460317.06	Subterráneo
44	418048.26	4460329.44	Subterráneo
45	418055.75	4460343.2	Subterráneo
46	418072.16	4460390.27	Subterráneo
47	418078.51	4460418	Subterráneo
48	418078.51	4460453.99	Subterráneo
49	418108.87	4460571.88	Subterráneo
50	418094.68	4460603.85	Subterráneo
51	417999.46	4460607.71	Subterráneo
52	417970.18	4460659.04	Subterráneo
53	418021.66	4460795.88	Subterráneo
54	418034.97	4460820.72	Subterráneo
55	418047.31	4460846.58	Subterráneo
56	418053.5	4460853.88	Subterráneo
57	418060.00	4460883.41	Subterráneo
58	418062.95	4460896.62	Subterráneo
59	418075.91	4460915.19	Subterráneo
60	418073.05	4460921.86	Subterráneo
61	418091.89	4461082.79	Subterráneo
62	418103.74	4461093.75	Subterráneo

Posición	Coordenadas UTM ETRS 89 HUSO 30		Tramo
	Este	Norte	
63	418213.12	4461104.02	Subterráneo
64	418463.28	4461117.71	Subterráneo
65	418507.12	4461109.43	Subterráneo
66	418548.25	4461111.5	Subterráneo
67	418567.93	4461103.87	Subterráneo
68	418579.01	4461104.08	Subterráneo
69	418604.08	4461117.06	Subterráneo
70	418611.78	4461130	Subterráneo
71	418620.28	4461138.7	Subterráneo
72	418706.64	4461159.28	Subterráneo
73	418714.8	4461163.27	Subterráneo
74	418797.25	4461178.68	Subterráneo
75	418844.21	4461180.97	Subterráneo
76	419137.02	4461226.74	Subterráneo
77	419146.17	4461225.87	Subterráneo
78	419203.07	4461198.33	Subterráneo
79	419303.42	4461161.25	Subterráneo
80	419349.2	4461141.93	Subterráneo
81	419366.39	4461136.64	Subterráneo
82	419388.09	4461132.94	Subterráneo
83	419433.33	4461128.97	Subterráneo
84	419530.3	4461127.3	Subterráneo
85	419602.35	4461111.32	Subterráneo
86	419654.05	4461112	Subterráneo

Posición	Coordenadas UTM ETRS 89 HUSO 30		Tramo
	Este	Norte	
87	419680.11	4461113.62	Subterráneo
88	419790.39	4461123.29	Subterráneo
89	419818.96	4461141.61	Subterráneo
90	419832.29	4461171.78	Subterráneo
91	419841.42	4461223.43	Subterráneo
92	419876.14	4461273.94	Subterráneo
93	419931.35	4461293.43	Subterráneo
94	420028.33	4461294.18	Subterráneo
95	420047.54	4461274.43	Subterráneo
96	420069.99	4461261.67	Subterráneo
97	420254.19	4461208.23	Subterráneo
98	420394.8	4461204.57	Subterráneo
99	420402.65	4461207.09	Subterráneo
100	420436.67	4461232.76	Subterráneo
101	420460.78	4461271.39	Subterráneo
102	420648.52	4461396.26	Subterráneo
103	420662.92	4461400.04	Subterráneo
104	420690.74	4461416.86	Subterráneo
105	420700.79	4461418.38	Subterráneo
106	420730.56	4461414.01	Subterráneo
107	420740.18	4461419.52	Subterráneo
108	420746.62	4461427.78	Subterráneo
109	420937.17	4461545.16	Subterráneo
110	421018.7	4461579.26	Subterráneo

Posición	Coordenadas UTM ETRS 89 HUSO 30		Tramo
	Este	Norte	
111	421060.99	4461591.84	Subterráneo
112	421205.84	4461650.42	Subterráneo
113	421229	4461647.19	Subterráneo
114	421304.48	4461671.91	Subterráneo
115	421330	4461688.08	Subterráneo
116	421380	4461689	Subterráneo
117	421533.28	4461741.36	Subterráneo
118	421603.15	4461739.28	Subterráneo
119	421643.05	4461723.98	Subterráneo
120	421657.13	4461712.8	Subterráneo
121	421686.77	4461707.74	Subterráneo
122	421699.95	4461716.89	Subterráneo
123	421713.5	4461717.35	Subterráneo
124	421725.2	4461710.34	Subterráneo
125	421742.66	4461707.81	Subterráneo
126	421764.43	4461714.4	Subterráneo
127	421784.91	4461714.98	Subterráneo
128	421804.7	4461709.44	Subterráneo
129	421823.45	4461697.62	Subterráneo
130	421831.64	4461693.98	Subterráneo
131	421861.91	4461695.84	Subterráneo
132	421878.03	4461717.5	Aéreo
133	421870.24	4461925.58	Aéreo
134	422076.1	4462079.04	Aéreo

Posición	Coordenadas UTM ETRS 89 HUSO 30		Tramo
	Este	Norte	
135	422533.89	4462209.6	Aéreo
136	422983.57	4462277.98	Aéreo
137	423290.62	4462688.77	Aéreo
138	423509.02	4463200.6	Aéreo
139	423571.52	4463456.74	Aéreo
140	423782.42	4463920.9	Aéreo
141	423931.81	4464153.04	Aéreo
142	423933.85	4464249.81	Subterráneo
143	423969.44	4464374.15	Subterráneo
144	423959	4464389.99	Subterráneo
145	423936.91	4464392.81	Subterráneo
146	423925.99	4464405.52	Subterráneo
147	423929.71	4464552.77	Subterráneo
148	423925.23	4464562.67	Subterráneo
149	423908.88	4464576.33	Subterráneo
150	423839.5	4464602.2	Subterráneo
151	423806.79	4464611.99	Subterráneo
152	423800.46	4464620.52	Subterráneo
153	423795.24	4464630.5	Subterráneo
154	423793.36	4464713.74	Subterráneo
155	423785.78	4464742.56	Subterráneo
156	423800.79	4464762.91	Subterráneo
157	423856.73	4464765.5	Subterráneo
158	423868.65	4464778.4	Subterráneo

Posición	Coordenadas UTM ETRS 89 HUSO 30		Tramo
	Este	Norte	
159	423868.24	4464844.79	Subterráneo
160	423888.41	4464969.3	Subterráneo
161	423905.27	4464992.02	Subterráneo
162	423909.13	4465174.08	Subterráneo
163	423905.3	4465190.58	Subterráneo
164	423942.71	4465387.72	Subterráneo
165	423951.76	4465400.56	Subterráneo
166	423948.19	4465418.49	Subterráneo
167	423766.95	4465515.37	Subterráneo
168	423734.8	4465527.67	Subterráneo
169	423725.84	4465534.65	Subterráneo
170	423623.01	4465583.29	Subterráneo
171	423576.27	4465614.94	Subterráneo
172	423466.47	4465679.63	Subterráneo
173	423409.94	4465695.42	Subterráneo
174	423335.26	4465712.62	Subterráneo
175	423298.7	4465734.83	Subterráneo
176	423279.84	4465747.26	Subterráneo
177	423264.14	4465751.58	Subterráneo
178	423247.61	4465763.93	Subterráneo
179	423241.34	4465772.63	Subterráneo
180	423002.46	4465936.69	Subterráneo
181	422987.56	4465975.41	Subterráneo
182	422980.94	4465995.78	Subterráneo

Posición	Coordenadas UTM ETRS 89 HUSO 30		Tramo
	Este	Norte	
183	422971.21	4466009.71	Subterráneo
184	422871	4466114.04	Subterráneo
185	422837.97	4466131.08	Subterráneo
186	422829.54	4466141.91	Subterráneo
187	422792.88	4466190.4	Subterráneo
188	422801.03	4466208.59	Subterráneo
189	422997.5	4466250.2	Subterráneo
190	423167.87	4466332.05	Subterráneo
191	423188.62	4466337.1	Subterráneo
192	423197.76	4466363.08	Subterráneo
193	423178.11	4466405.46	Subterráneo
194	423141.36	4466589.92	Subterráneo
195	423144.25	4466602.2	Subterráneo
196	423205.35	4466689.7	Subterráneo
197	423184.97	4466726.33	Subterráneo

TABLA 1.LISTADO DE VÉRTICES

6.1. Parcelas Afectadas

Las parcelas por las cuales discurre la línea, son las siguientes:

Número	Polígono	Parcela	Referencia
1	13	93	28096A01300093
2	13	9007	28096A01309007
3	13	144	28096A01300144
4	13	9009	28096A01309009

Número	Polígono	Parcela	Referencia
5	13	101	28096A01300101
6	13	59	28096A01300059
7	12	9007	28096A01209007
8	12	139	28096A01200139
9	12	223	28096A01200223
10	12	143	28096A01200143
11	12	142	28096A01200142
12	12	152	28096A01200152
13	12	9011	28096A01209011
14	12	150	28096A01200150
15	12	151	28096A01200151
16	12	229	28096A01200229
17	12	146	28096A01200146
18	12	148	28096A01200148
19	12	9003	28096A01209003
20	10	9001	28096A01009001
21	10	9000	28096A01009000
22	10	8	28096A01000008
23	10	10	28096A01000010
24	10	9012	28096A01009012
25	10	191	28096A01000191
26	10	190	28096A01000190
27	10	189	28096A01000189
28	10	9051	28096A01009051
29	10	188	28096A01000188
30	10	187	28096A01000187
31	10	186	28096A01000186
32	10	185	28096A01000185
33	10	184	28096A01000184
34	10	183	28096A01000183
35	10	9004	28096A01009004
36	10	172	28096A01000172
37	10	9017	28096A01009017
38	10	10171	28096A01010171
39	10	9007	28096A01009007
40	11	9010	28096A01109010
41	9	9002	28096A00909002
42	9	9011	28096A00909011

Número	Polígono	Parcela	Referencia
43	22	9001	28092A02209001
44	22	9003	28092A02209003
45	22	1	28092A02200001
46	22	9013	28092A02209013
47	22	2	28092A02200002
48	22	9012	28092A02209012
49	9	9000	28015A00909000
50	8141	1	0814101VK2601N
51	22	9011	28092A02209011
52	22	54	28092A02200054
53	18141	1	1814101VK2611S
54	18141	2	1814102VK2611S
55	22	40	28092A02200040
56	22	9010	28092A02209010
57	22	50	28092A02200050
58	22	49	28092A02200049
59	22	48	28092A02200048
60	22	6	28092A02200006
61	22	47	28092A02200047
62	22	46	28092A02200046
63	22	45	28092A02200045
64	22	43	28092A02200043
65	22	13	28092A02200013
66	22	17	28092A02200017
67	22	18	28092A02200018
68	22	19	28092A02200019
69	22	20	28092A02200020
70	22	52	28092A02200052
71	22	21	28092A02200021
72	22	22	28092A02200022
73	22	23	28092A02200023
74	22	24	28092A02200024
75	21	9006	28092A02109006
76	21	74	28092A02100074
77	21	73	28092A02100073
78	21	72	28092A02100072
79	21	71	28092A02100071
80	21	70	28092A02100070

Número	Polígono	Parcela	Referencia
81	21	69	28092A02100069
82	21	68	28092A02100068
83	21	67	28092A02100067
84	21	64	28092A02100064
85	21	26	28092A02100026
86	21	27	28092A02100027
87	21	28	28092A02100028
88	21	29	28092A02100029
89	21	30	28092A02100030
90	21	9002	28092A02109002
91	28	61	28092A02800061
92	28	60	28092A02800060
93	28	59	28092A02800059
94	28	9003	28092A02809003
95	28	58	28092A02800058
96	28	103	28092A02800103
97	28	102	28092A02800102
98	28	9002	28092A02809002
99	28	101	28092A02800101
100	28	100	28092A02800100
101	28	99	28092A02800099
102	28	73	28092A02800073
103	28	113	28092A02800113
104	28	115	28092A02800115
105	28	116	28092A02800116
106	28	118	28092A02800118
107	28	123	28092A02800123
108	28	9004	28092A02809004
109	28	25	28092A02800025
110	28	9016	28092A02809016
111	28	24	28092A02800024
112	27	9022	28092A02709022
113	27	248	28092A02700248
114	27	249	28092A02700249
115	27	246	28092A02700246
116	27	294	28092A02700294
117	27	292	28092A02700292
118	27	293	28092A02700293

Número	Polígono	Parcela	Referencia
119	27	9006	28092A02709006
120	27	268	28092A02700268
121	27	291	28092A02700291
122	27	267	28092A02700267
123	37	9000	28092A03709000
124	41450	2	4145002VK2644N
125	35470	1	3547001VK2634N
126	33	81	28092A03300081
127	33	108	28092A03300108
128	33	86	28092A03300086
129	33	42	28092A03300042
130	33	41	28092A03300041
131	33	39	28092A03300039
132	33	9002	28092A03309002
133	33	9	28092A03300009
134	33	9001	28092A03309001
135	33	5	28092A03300005
136	33	4	28092A03300004
137	2	9004	28092A00209004
138	2	9003	28092A00209003
139	2	9	28092A00200009
140	2	67	28092A00200067
141	3	1	28092A00300001
142	3	3	28092A00300003
143	3	5	28092A00300005
144	32689	5	3268905VK2637S
145	32689	6	3268906VK2637S

TABLA 2.LISTADO DE PARCELAS POR LAS QUE TRANSCURRE LA LÍNEA

6.2. Tramo Subterráneo 1

Los puntos de inicio y final de la línea se indican a continuación:

Origen	SET Las Colinas 30/220kV
Final	Apoyo PAS No. 1

Longitud (m)	6.931

TABLA 3. DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO TRAMO SUBTERRÁNEO.

Las coordenadas del recorrido de la línea son las siguientes:

INICIO	X (m)	Y (m)	PROVINCIA	MUNICIPIO	POLIGONO	PARCELA
SET Las Colinas 30/220kV	419.387	4.461.119	Madrid	Navalcarnero	13	93

TABLA 4. PUNTO DE INICIO DEL TRAMO SUBTERRÁNEO.

FINAL	X (m)	Y (m)	PROVINCIA	MUNICIPIO	POLIGONO	PARCELA
Apoyo PAS No. 1	421.878	4.461.717	Madrid	Arroyomolinos	18141	2

TABLA 5. PUNTO FINAL DEL TRAMO SUBTERRÁNEO.

Dentro de este tramo los kilómetros 4.77 y el km 4.88 aproximadamente la línea discurrirá bajo bandejas portacables sujetas al puente para realizar el cruce del río Guadarrama.

6.3. Tramo aéreo 1

Las características del trazado aéreo son las siguientes:

Origen	Apoyo PAS 1
Final	Apoyo PAS 2
Longitud (m)	3.515 m

TABLA 6.DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO TRAMO AÉREO.

En la siguiente tabla se muestran las coordenadas, en el sistema ETRS89 H30, de los apoyos que componen el trazado aéreo de la línea:

Torre Nº	Función	Coordenadas		Cota	Vano Adelante (m)	Ángulo de Línea
		Este	Norte			
1	PAS	421.878,03	4.461.717,50	625,78	208,22	

Torre Nº	Función	Coordenadas		Cota	Vano Adelante (m)	Ángulo de Línea
		Este	Norte			
2	AM-AN	421.870,24	4.461.925,58	640,53	256,77	55,4401
3	AM-AN	422.076,11	4.462.079,04	653,54	232,01	20,7853
4	AL-SUS	422.299,22	4.462.142,67	656,00	244,03	
5	AM-AN	422.533,89	4.462.209,60	665,36	226,85	7,2713
6	AL-SUS	422.758,16	4.462.243,70	655,51	228,00	
7	AM-AN	422.983,57	4.462.277,98	662,83	256,78	-44,5761
8	AL-SUS	423.137,30	4.462.483,65	660,11	256,09	
9	AM-AN	423.290,62	4.462.688,77	647,15	274,40	-13,6697
10	AL-SUS	423.398,32	4.462.941,16	650,00	282,07	
11	AM-AN	423.509,02	4.463.200,60	646,29	263,66	-9,3954
12	AM-AN	423.571,52	4.463.456,74	652,88	249,67	10,7238
13	AL-SUS	423.674,80	4.463.684,05	649,53	260,16	
14	AM-AN	423.782,42	4.463.920,90	636,08	276,06	8,3269
15	PAS	423.931,81	4.464.153,04	639,46	208,22	

TABLA 7.COORDENADAS DE LOS APOYOS.

6.4. Tramo Subterráneo 2

Los puntos de inicio y final de la línea se indican a continuación:

Origen	Apoyo PAS 2
Final	Recinto de Medida
Longitud (m)	3.380

TABLA 8. DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO TRAMO SUBTERRÁNEO.

Las coordenadas del recorrido de la línea son las siguientes:

INICIO	X (m)	Y (m)	PROVINCIA	MUNICIPIO	POLIGONO	PARCELA
Apoyo PAS 2	423.931,81	4.464.153,04	Madrid	Móstoles	27	267

TABLA 9. PUNTO DE INICIO DEL TRAMO SUBTERRÁNEO.

FINAL	X (m)	Y (m)	PROVINCIA	MUNICIPIO	POLIGONO	PARCELA
Recinto de Medida	423.198	4.466.376	Madrid	Móstoles	3	3

TABLA 10. PUNTO FINAL DEL TRAMO SUBTERRÁNEO.

6.5. Tramo Subterráneo 3

Los puntos de inicio y final de la línea se indican a continuación:

Origen	Recinto de Medida
Final	SET Villaviciosa 30/220kV
Longitud (m)	380

TABLA 11. DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO TRAMO SUBTERRÁNEO.

Las coordenadas del recorrido de la línea son las siguientes:

INICIO	X (m)	Y (m)	PROVINCIA	MUNICIPIO	POLIGONO	PARCELA
Recinto de Medida	423.198	4.466.376	Madrid	Móstoles	3	3

TABLA 12. PUNTO DE INICIO DEL TRAMO SUBTERRÁNEO.

FINAL	X (m)	Y (m)	PROVINCIA	MUNICIPIO	POLIGONO	PARCELA
SET Villaviciosa 220kV	423.184	4.466.726	Madrid	Villaviciosa de Odón	32689	6

TABLA 13. PUNTO FINAL DEL TRAMO SUBTERRÁNEO.

7. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

Una vez descrito el trazado de la línea, se procede a presentar las principales características eléctricas y generales.

Las principales características eléctricas de la línea son:

Tensión (kV)	220
Tensión más elevada de la red (kV)	245
Frecuencia (Hz)	50
Potencia a transportar (MVA)	109,44
Factor de potencia (f.d.p.)	0,90

TABLA 14.CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LA INSTALACIÓN.

7.1. Tramo subterráneo 1

Las características generales del tramo subterráneo son:

Origen	SET Las Colinas 30/220kV
Final	Apoyo PAS No. 1
Potencia a evacuar (MVA)	109,44
Cable	1x630 mm2 XLPE 127/220 kV
Tipo de montaje	Simple Circuito
Nº de conductores por fase	1
Configuración	Triángulo
Tipo de instalación	Bajo tubo hormigonado/ Bandejas Portacables/PHD
Conductores por tubo	1
Diámetro del tubo	250 mm
Material del tubo	Polietileno de alta densidad (PEAD)
Resistividad del terreno	1,5 K·m/W

Resistividad del hormigón	1 K·m/W
Temperatura del terreno	25ºC
Tipo de conexión de las pantallas	Cross Bonding / Single Point
Categoría de la red	A
Longitud total	6.931 m

TABLA 15. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL TRAMO SUBTERRÁNEO.

7.2. Tramo aéreo 1

Las características generales del tramo aéreo son:

Origen	Apoyo PAS No. 1
Final	Apoyo PAS No. 2
Potencia a evacuar (MVA)	109,44
Cable	LA-380
Tipo de montaje	Simple Circuito
Nº de conductores por fase	2
Configuración	Tresbolillo
Apoyos	Metálicos, perfiles laminares
Cimentaciones	Tetrabloque
Puesta a tierra	Anillo de acero descarburado
Número de apoyos	15
Longitud total	3.515 m

TABLA 16. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL TRAMO AÉREO.

7.1. Tramo subterráneo 2

Las características generales del tramo subterráneo son:

Origen	Apoyo PAS No. 2

Final	Recinto de Medida
Potencia a evacuar (MVA)	109,44
Cable	1x630 mm2 XLPE 127/220 kV
Tipo de montaje	Simple Circuito
Nº de conductores por fase	1
Configuración	Triángulo
Tipo de instalación	Bajo tubo hormigonado
Conductores por tubo	1
Diámetro del tubo	250 mm
Material del tubo	Polietileno de alta densidad (PEAD)
Resistividad del terreno	1,5 K·m/W
Resistividad del hormigón	1 K·m/W
Temperatura del terreno	25ºC
Tipo de conexión de las pantallas	Cross Bonding
Categoría de la red	A
Longitud total	3.380 m

TABLA 17. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL TRAMO SUBTERRÁNEO.

7.1. Tramo subterráneo 3

Las características generales del tramo subterráneo son:

Origen	Recinto de Medida
Final	SET Villaviciosa 220kV
Potencia a evacuar (MVA)	109,44
Cable	1x630 mm2 XLPE 127/220 kV
Tipo de montaje	Simple Circuito
Nº de conductores por fase	1

Configuración	Triángulo
Tipo de instalación	Bajo tubo hormigonado
Conductores por tubo	1
Diámetro del tubo	250 mm
Material del tubo	Polietileno de alta densidad (PEAD)
Resistividad del terreno	1,5 K·m/W
Resistividad del hormigón	1 K·m/W
Temperatura del terreno	25ºC
Tipo de conexión de las pantallas	Single Point
Categoría de la red	A
Longitud total	380 m

TABLA 18. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL TRAMO SUBTERRÁNEO.

8. DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES DE LA LÍNEA. TRAMO AÉREO

8.1. Conductores

El conductor que se empleará será de aluminio-acero, aluminio reforzado con acero, seleccionado entre los recogidos por la Norma UNE 50182. Teniendo en cuenta los condicionantes eléctricos que debe cumplir el conductor, el conductor seleccionado será:

Denominación	LA-380 (GULL)
Sección total (mm2)	381
Diámetro total (mm)	25,38
Nº de hilos de aluminio	54
Nº de hilos de acero	7
Carga de rotura (daN)	10650
Resistencia eléctrica a 20ºC (Ohm/km)	0,0857
Peso (kg/km)	1275
Coeficiente de dilatación (ºC)	19,3
Módulo de elasticidad (daN/mm2)	6900
Densidad de corriente (A/mm2)	1,87

TABLA 19. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS CONDUCTORES AÉREOS

8.2. Cable de tierra

Para la protección de la línea contra las descargas se instalarán dos cables compuestos tierra-óptico del tipo OPGW con 48 FO, denominado OPGW 71L86z. Este cable de tierra incorpora fibras ópticas en su interior, para así cumplir con la doble función de proteger la línea contra sobretensiones, y crear un canal de comunicaciones. Sus características principales son las siguientes:

OPGW 71L86z:

Denominación	OPGW 71L86z
Diámetro (mm)	17,1
Peso (kg/m)	0,8397
Sección (mm2)	159,3
Coeficiente de dilatación (ºC)	1,46·10-5
Módulo de elasticidad (daN/mm2)	11.360
Carga de rotura (daN)	12.050
Intensidad de Corto Circuito (KA)	25

TABLA 20. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS CONDUCTORES AÉREOS.

Para que la protección contra las descargas atmosféricas sea eficaz se dispondrá la estructura de la cabeza de la torre de forma que el ángulo que forma la vertical que pasa por el punto de fijación del cable de tierra, con la línea determinada por este punto y el conductor, no exceda de los 35º.

8.3. Manguitos de empalme

Los empalmes de los conductores entre sí, se efectuarán por el sistema de "Manguito Comprimido", estando constituidos por un tubo de aluminio de extrusión para compresión.

Serán de un material prácticamente inoxidable y homogéneo con el material del conductor que unen, con objeto de evitar la formación de par eléctrico apreciable.

Los empalmes deberán soportar sin rotura ni deslizamiento del cable el 95% de la carga de rotura del cable empalmado y una resistencia eléctrica igual a la del cable sin empalmar.

Su ejecución se realizará mediante una máquina apropiada, que dispondrá de los troqueles necesarios para que resulte, tras la comprensión, una sección del empalme hexagonal con la medida entre caras dada por el fabricante lo que servirá para garantizar que la unión ha quedado correctamente realizada.

8.4. Descripción de las cadenas de aislamiento

8.4.1. Aislador

Según el RLAT los aisladores utilizados en las líneas podrán ser de porcelana, vidrio, goma siliconada, poliméricos u otro material de características adecuadas a su función.

El coeficiente de seguridad mecánica no será inferior a 3.

Si la carga de rotura electromecánica mínima garantizada se obtuviese mediante control estadístico en la recepción, el coeficiente de seguridad podrá reducirse a 2,5.

El aislamiento de esta línea estará constituido por aisladores poliméricos. La constitución dependerá de la función que desempeñe: suspensión, cruce o amarre y estarán de acuerdo con las normas en vigor.

El nivel de contaminación seleccionado para la línea de este proyecto es fuerte, siendo la línea de fuga requerida según la tabla 14 de la ITC 07 del RLAT 25 mm/kV.

Por tanto, la línea de fuga mínima requerida para la línea de 220 kV sería de:

$$245kV \times 25\frac{mm}{kV} = 6125\ mm$$

Los elementos que las constituyen se pueden considerar divididos en cuatro grupos:

- 1º Aisladores de material polimérico cuyas características y denominación están fijadas en las Normas UNE en vigor.
- 2º Herrajes. Norma de acoplamiento (en función del tipo de elemento aislador).
- 3º Grapas (en función del diámetro del conductor y el cometido que hayan de desempeñar).
- 4º Accesorios (varillas helicoidales preformadas para protección o retención terminal, etc.).

Se utilizarán aisladores que superen las tensiones reglamentarias de ensayo tanto a onda de choque tipo rayo como a frecuencia industrial, fijadas en el artículo 4.4 de la ITC 07 del R.L.A.T.

El aislador elegido, y sus características, es:

- Denominación: U160AB220+AR2
- Material: Polimérico
- Línea de fuga (mm): 6.435
- Carga de rotura (kN): 160
- Longitud (mm): 2.300
- Peso (kg): 11,0
- Tensión soportada a frecuencia industrial bajo lluvia (kV): 495
- Tensión soportada al impulso de un rayo (kV): 1.050

8.4.2. Cadena de suspensión

Las cadenas de suspensión serán sencillas. La longitud de la cadena de suspensión sencilla resulta ser:

- Longitud total de la cadena (aisladores + herrajes) (m): 2,725

Las características de los herrajes utilizados para las cadenas de suspensión en el proyecto de esta línea son:

Cantidad	Herraje	Tipo	Peso aproximado (kg)
1	Grillete Recto	GN-36	1,02
1	Rótula Horquilla	RH-20-AE/20	1,7
1	Yugo triangular	Y-20/400-36	7,79
2	Horquilla Revirada	HR-16/21	0,73
2	Grapa de Suspensión Armada	GAS-7/30	4,76

TABLA 21. CARACTERÍSTICAS DE LOS HERRAJES DE LAS CADENAS DE SUSPENSIÓN

8.4.3. Cadena de amarre

Las cadenas de amarre serán dobles. La longitud de la cadena de amarre y la altura del puente son:

- Longitud total de la cadena (aislador + herrajes) (m): 2,935
- Altura del puente en apoyos de amarre (m): 1,96
- Ángulo de oscilación del puente (º): 29

Las características de los herrajes utilizados para las cadenas de amarre en el proyecto de esta línea son:

Cantidad	Herraje	Tipo	Peso aproximado (kg)
2	Grillete Recto	GN-36	1,15
1	Eslabón	ES-36	0,83
1	Yugo triangular	Y-16/400-36	8,16
2	Rótula horquilla	RH-16	0,76
1	Yugo separador	YS-L2	3,3
4	Grillete Recto	GN-16T	0,53
2	Grapa de amarre compresión	C-380	-

TABLA 22. CARACTERÍSTICAS DE LOS HERRAJES DE LAS CADENAS DE AMARRE

8.5. Dispositivos antivibratorios

Se instalarán los dispositivos antivibratorios necesarios, tanto pasivos como activos, para evitar vibraciones perjudiciales.

8.5.1. Dispositivos antivibratorios pasivos o de refuerzo:

Son los destinados a disminuir o evitar los efectos perjudiciales de las vibraciones del conductor, sobre sí mismo y el resto de los elementos (varillas para refuerzo de los puntos de sujeción, grampas especiales, etc.).

8.5.2. Dispositivos antivibratorios activos o amortiguadores:

Son los que impiden que las vibraciones alcancen magnitudes peligrosas: amortiguadores tipo Stockbridge neumáticos, a pistón, a palanca oscilante, a pesa y resorte, etc.

8.6. Apoyos

Los conductores de la línea se fijarán mediante aisladores a las estructuras de apoyo. Estas estructuras que en todo lo que sigue denominaremos simplemente "Apoyos" podrán ser metálicas, de hormigón, madera u otros materiales apropiados, bien de material homogéneo o combinación de varios de los citados anteriormente.

Los apoyos para la línea de este proyecto de ejecución serán metálicos de celosía, formados por perfiles angulares normalizados con acero EN 10025 S 275 para las diagonales y EN 10025 S 355 para los montantes, siendo su anchura mínima 40 mm y su espesor mínimo de 3 mm.

Según su función se clasifican en:

- Apoyos de alineación: Su función es solamente soportar los conductores y cables de tierra; son empleados en las alineaciones rectas.
- Apoyos de anclaje: Su finalidad es proporcionar puntos firmes en la línea, que limiten e impidan la destrucción total de la misma cuando por cualquier causa se rompa un conductor o apoyo.
- Apoyos de ángulo: Empleados para sustentar los conductores y cables de tierra en los vértices o ángulos que forma la línea en su trazado. Además de las fuerzas propias de flexión, en esta clase de apoyos aparece la composición de las tensiones de cada dirección.
- Apoyos de fin de línea: Soportan las tensiones producidas por la línea; son su punto de anclaje de mayor resistencia.
- Apoyos especiales: Su función es diferente a las enumeradas anteriormente; pueden ser, por ejemplo, cruce sobre ferrocarril, vías fluviales, líneas de telecomunicación o una bifurcación.

Los apoyos se conectarán a tierra teniendo en cuenta lo que se especifica en el apartado 7 de la ITC-LAT 07. Dado que los apoyos son de material conductor, éstos deberán estar conectados a tierra mediante conexión específica para ellos. Esta conexión se efectuará por electrodos de difusión o anillo cerrado.

Los apoyos seleccionados serán metálicos de celosía. Las dimensiones de sus armados figuran en la siguiente tabla:

Tipo de apoyo	Dimensiones armado (m)				
	a (cruceta)	b (cabeza)	c (cruceta)	d (cúpula)	h (cúpula)
Mistral	4100	3300	4300	5500	4400

TABLA 23. DIMENSIONES DE LOS ARMADOS

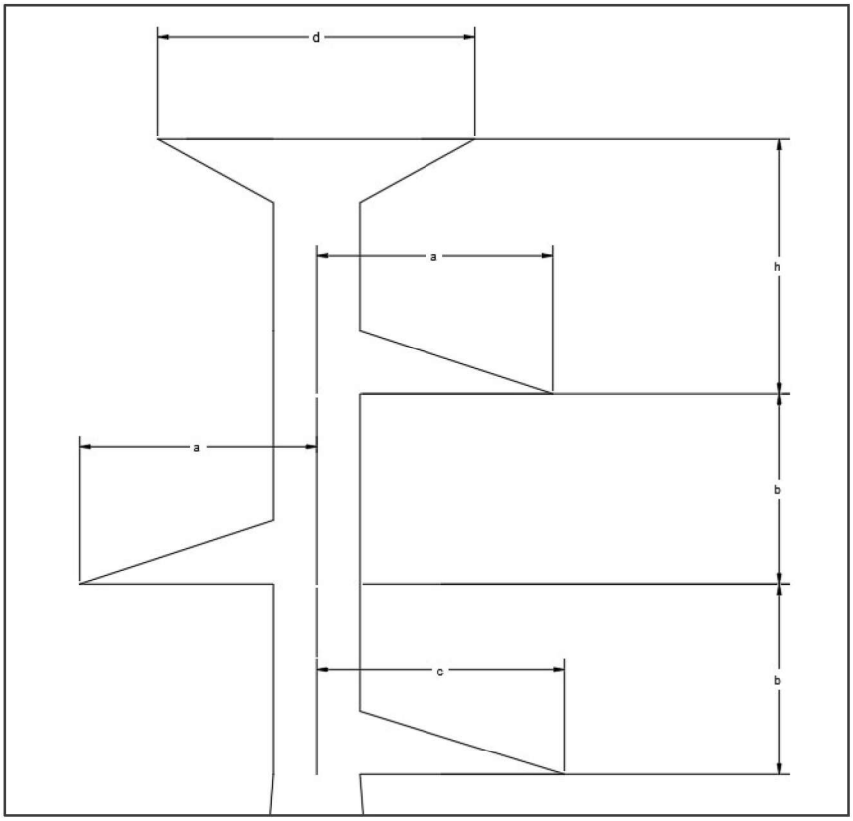


Imagen 1. Armado apoyos

8.7. Apoyos conversión aéreo-subterráneo

Se entiende por conversión aéreo subterránea a aquel conjunto formado por apoyo, amarre, pararrayos, terminales, puesta a tierra, cerramiento y obra civil correspondiente que permite la continuidad de la línea eléctrica cuando ésta pasa de un tramo aéreo a otro subterráneo.

En lo que a la disposición del cable subterráneo se refiere, quedarán sobre la parte central de una de las caras del apoyo. La curvatura de los cables en el tramo entre la cruceta y el cuerpo del apoyo respetará en todo momento los radios de curvatura mínimos.

Se establece como valor mínimo de curvatura 16 veces el diámetro del cable.

Una vez en el cuerpo del apoyo se hará uso de estructuras accesorias para el soporte de las abrazaderas o bridas de sujeción de los cables. Estas serán de material no magnético, como nylon, teflón o similar, y se situarán a lo largo del apoyo con una distancia máxima entre ellas de 1,5 metros.

En la parte inferior del apoyo se dispondrá una protección para el cable a través de tubo o canaleta metálicos para cubrir las ternas. Esta protección irá empotrada en la cimentación y quedará obturada en la parte superior con espuma de poliuretano expandido para evitar la entrada de agua. Sobresaldrá 2,5 metros de la cimentación.

8.8. Cimentaciones

Las cimentaciones de los apoyos metálicos serán de macizos independientes para los apoyos. Estarán compuestos bien mediante hormigón en masa, bien mediante el vertido directo en la excavación realizada al efecto, quedando la parte superior rematada mediante una bancada, o bien para el caso de anclaje en roca mediante pernos embebidos y sujetos a la misma por mortero de cemento, complementándose en su parte superior por medio de un macizo de hormigón en masa unido a la bancada correspondiente, o bien para cimentación mixta, en el que a partir de una cierta profundidad (1-2 m), se encuentra roca consistente, de tal forma que se sustituye una parte de la excavación en roca por la armadura (pernos embebidos en la roca).

8.8.1. Cimentación de hormigón en masa

Este tipo de cimentación es el habitual en líneas aéreas y consiste en el hormigonado del anclaje mediante el vertido del hormigón en masa directamente en la excavación realizada al efecto.

8.8.2. Cimentación de anclaje en roca

El procedimiento consiste en anclar el apoyo a la roca mediante pernos embebidos y sujetos a la misma por mortero de cemento, complementándose en su parte superior por medio de un macizo de hormigón en masa unido a la bancada correspondiente.

El mortero de cemento se realizará en una masera adecuada con una dosificación de dos partes de cemento por cada una de agua.

8.8.3. Cimentaciones armadas (mixtas)

Este tipo de cimentación se emplea en aquellas zonas en las cuales, a partir de una cierta profundidad (1-2 m), se encuentra roca consistente, de tal forma que se sustituye una parte de la excavación en roca por la armadura (pernos embebidos en la roca).

Las operaciones de excavación y hormigonado son similares a las descritas en el apartado "Cimentaciones de hormigón en masa", variando únicamente, en que tanto la profundidad del hoyo como la longitud del anclaje, son inferiores.

8.9. Tomas de tierra

Se puede emplear como conductor de conexión a tierra cualquier material metálico que reúna las características exigidas a un conductor según el apartado 7.2 de la ITC 07 del R.L.A.T.

De esta manera, deberán tener una sección tal que puedan soportar sin un calentamiento peligroso la máxima corriente de descarga a tierra prevista, durante un tiempo doble al de accionamiento de las protecciones. En ningún caso se emplearán conductores de conexión a tierra con sección inferior a los equivalentes en 25 mm2 de cobre según el apartado 7.3.2.2 de la ITC 07 del R.L.A.T.

Las tomas de tierra deberán ser de un material, diseño, colocación en el terreno y número apropiados para la naturaleza y condiciones del propio terreno, de modo que puedan garantizar una resistencia de difusión mínima en cada caso y de larga permanencia.

Además de estas consideraciones, un sistema de puesta a tierra debe cumplir los esfuerzos mecánicos, corrosión, resistencia térmica, la seguridad para las personas y la protección a propiedades y equipos exigida en el apartado 7 de la ITC07 del R.L.A.T.

De acuerdo con el RLAT, las zonas en las que se sitúan los apoyos se clasifican de la siguiente forma:

- 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, pero muchas veces al día, por ejemplo, cerca de áreas residenciales o campos de juego. Los lugares que solamente se ocupan ocasionalmente, como bosques, campo abierto, campos de labranza, etc., no están incluidos.
- Apoyos no frecuentados: son los situados en lugares que no son de acceso público o donde el acceso de personas es poco frecuente.

Los apoyos que forman parte de esta línea aérea de alta tensión se encuentran en zona no frecuentada.
La toma de tierra de un apoyo es el conjunto de su puesta a tierra y de su mejora de puestas a tierra, (TT) = (PT) + (MT).

El principio básico de la puesta a tierra, es conseguir que la resistencia de difusión de la puesta a tierra sea inferior o igual a 20 Ω en los apoyos ubicados en zonas frecuentadas; en las zonas de pública concurrencia, además de cumplirse lo anterior, es obligatorio el empleo de electrodos de difusión en anillo cerrado enterrado alrededor del empotramiento del apoyo. El mismo tratamiento que para las zonas de pública concurrencia deberá tenerse para los apoyos que soporten interruptores, seccionadores u otros aparatos de maniobra.

En el caso de zonas no frecuentadas, consideraremos una resistencia de difusión de 60 Ω.

La medición de la resistencia de difusión se realizará después del hormigonado de los hoyos de la cimentación, en caso de anillo y antenas, después de que las zanjas hayan sido tapadas y compactadas, dejando al descubierto, únicamente, los extremos de las varillas para posibles ampliaciones, en caso de no alcanzarse el valor prescrito.

Cuando con la realización de estas puestas a tierra (PT), se alcancen valores superiores de la resistencia de puesta a tierra indicadas anteriormente, se procederá a la mejora de la puesta a tierra (MT), hasta conseguir valores iguales o inferiores a 20 Ω en zonas PC, F o AM, o valores iguales o inferiores a 60 Ω, en zona NF.

Al efecto, la puesta a tierra se efectuará mediante un sistema mixto de picas y anillos perimetrales de cable de cobre desnudo, con diferentes diseños según la zona de ubicación del apoyo (frecuentada o no) y las características del terreno, tipo de suelo y resistividad.

Así, en todos los casos, los apoyos quedarán unidos a tierra por medio de electrodos constituidos por picas cilíndricas bimetálicas de acero-cobre, de 14,6 mm de diámetro y 1,50 metros de longitud, hincadas en el terreno circundante y conectadas a los montantes por medio de cable de Cu desnudo de 50 mm2 de sección. En las zonas frecuentadas, de pública concurrencia y para apoyos con elementos de maniobra y/o protección, los montantes y las picas quedarán adicionalmente puestos a tierra mediante un anillo formado por cable de cobre desnudo de 50 mm2 de sección enterrado a una profundidad mínima de 0,7 m.

Para la realización de las tomas de tierra hay que tener en cuenta que los apoyos son o bien de cimentación monobloque o de macizos independientes.

Para cumplimentar lo mencionado, se ha adoptado para líneas aéreas de alta tensión los criterios siguientes, dependiendo de que el apoyo se ubique en zona de pública concurrencia (PC), frecuentada (F), no frecuentada (NF) o de apoyos de maniobra (AM):

Tipo cimentación apoyos		
Zona	Macizos independiente	Monobloque
PC	2 Picas + 2 Anillos	2 Picas + Anillo
F	2 Picas + 2 Anillos	2 Picas + Anillo
NF	2 Picas + 1 Anillo	2 Picas
AM	2 Picas + Anillo	1 Picas + Anillo

TABLA 24. PUESTA A TIERRA SEGÚN SU ZONA.

8.9.1. Tomas de tierra para apoyos con cimentación de macizos independiente.

8.9.1.1. Apoyos con cimentación en tierra

Zona no frecuentada (NF)

Puesta a tierra, PT

La puesta a tierra se efectuará según el esquema que figura en planos:

- Se instalarán picas en el lateral de dos macizos diagonalmente opuestos, conectados a los anclajes mediante cable de cobre protegido por tubo de plástico.
- Los cables de cobre irán conectados a los anclajes mediante grapas de conexión sencilla.

Mejora de la puesta a tierra, MT.

Si la medida de resistencia de la TT resulta superior a 60 Ω, se realizará la mejora según lo indicado en planos, posición 2 que consistirá en:

- La instalación de dos o más picas con sus correspondientes antenas.

Zonas de pública concurrencia (PC), frecuentadas (F) y apoyos de maniobra (AM).

Puesta a tierra, PT

La puesta a tierra se efectuará siguiendo el esquema que figura en planos, esto es:

- Se instalará en una zanja en forma de anillo alrededor de la cimentación el cable de cobre que se conectará a los anclajes. La salida y entrada al anillo se hace a través de un tubo de plástico embebido en el hormigón.
- Se hincarán dos picas directamente en el lateral de los macizos diagonalmente opuestos, una por macizo y se conectarán al anillo.
- La conexión del anillo a los anclajes será mediante grapas de conexión paralela.
- En los macizos no ocupados por la entrada-salida del cable de cobre del primer anillo, se dejarán colocados tubos de plástico embebidos en el hormigón, por si hubiera que realizar mejoras de la puesta a tierra

Mejora de la puesta a tierra, MT

Efectuada la medida de resistencia de la PT, si ésta resulta superior a 20 Ω, se realizará la mejora de tierra según se indica en planos:

- Bien instalando cuatro picas sobre el primer anillo, posición 4,

- Bien instalando un segundo anillo de cable de cobre concéntrico al anterior, en una zanja ligeramente más profunda que la del primer anillo, conectándolo a los macizos opuestos a los del primer anillo, posición 6;
- O bien efectuando la combinación de ambas, realizando lo indicado en plano posiciones 4 y 6

Efectuada una segunda medida de la resistencia de la TT, si no ha alcanzado la resistencia prescrita, se efectuará una ampliación de la mejora, posición 8, que consistirá en:

- Instalar seis picas conectándolas al segundo anillo mediante grapas de conexión a pica, hasta conseguir que la resistencia de difusión del conjunto de la TT sea inferior o igual a 20Ω.

8.9.1.2. Apoyos con cimentación mixta o en roca

Las puestas a tierra y sus mejoras, de los apoyos que dispongan de cimentación mixta o roca, siguen los mismos criterios que para las cimentaciones en tierra.

La única diferencia entre las TT de cimentaciones mixtas o en roca con las de tierra, es que en las primeras, las picas tanto de puesta a tierra como de mejora, van instaladas en taladros rellenos de polvo de grafito y tierra de la propia excavación, o de algún otro tipo de producto químico.

8.9.2. Puesta a tierra apoyos de conversión aéreo-subterráneo

Se realizará la puesta a tierra del propio apoyo con paso aéreo-subterráneo y de los elementos instalados en el mismo. Dicha puesta a tierra se dimensionará según requerimientos de resistencia mecánica y térmica, corrosión, seguridad de personas y protección frente a rayos, tal como se exige en el apartado 7 de la ITC-LAT 07.

8.9.2.1. Autoválvulas

Para cada una de las autoválvulas instaladas se dispondrá un cable de puesta a tierra aislado independiente en el que se instalará un contador de descargas. El conductor a instalar será de cobre y deberá tener una sección mayor a la sección de la pantalla a la que se conecta.

La conexión no se podrá ejecutar a través de la estructura del propio apoyo, sino que dispondrá de una línea de tierra propia. El tendido de esta línea seguirá la trayectoria más directa, evitando en todo momento que se formen bucles o espiras alrededor de la estructura del apoyo y teniendo especial cuidado en aislar correctamente el cable para que no se produzcan contactos con la estructura o efectos coronas.

Las puestas a tierra de los pararrayos de cada fase podrán juntarse en una única línea de tierra que se unirá con el cable de salida de la caja de conexión de las pantallas conectándose desde ahí al sistema de tierra del apoyo.

8.10. Aislamiento en conductores y señalización. cumplimiento del R.D. 1432/2008, de 29 de agosto de protección de la avifauna

A continuación, se exponen las medidas a tomar para la prevención de la electrocución y contra la colisión según el R.D. 1432/2008 de avifauna, por la que se delimitan las zonas de protección para avifauna en las que serán de aplicación las medidas para su salvaguarda contra la colisión y la electrocución en las líneas eléctricas aéreas de alta tensión.

8.10.1. Medidas de prevención contra la electrocución

Tales medidas serán de obligado cumplimiento en líneas de 2ª y 3ª categoría (V ≤ 66kV), salvo que los apoyos metálicos lleven instalados disuasores de posada de eficacia reconocida por el órgano competente.

- Se evitará en la medida de lo posible el uso de apoyos de alineación con cadenas de amarre.
- En todo apoyo con cadenas de amarre, se aislarán dispositivos aislantes en los puentes de unión entre los elementos en tensión.
- Los apoyos con puentes, seccionadores, fusibles, transformadores, etc., se diseñarán de modo que se evite sobrepasar con elementos en tensión las crucetas o semicrucetas no auxiliares de los apoyos.
- En el caso de apoyos con cadena de suspensión en armados en tresbolillo o en doble circuito, la distancia entre la semicruceta inferior y el conductor superior no será inferior a 1,5m.
- En el caso de apoyos con cadena de suspensión en armados tipo bóveda, la distancia entre la cabeza del fuste y el conductor central no será inferior a 0,88m, salvo que se aísle el conductor central 1m a cada lado del punto de enganche (el aislamiento debe cubrir al punto de engrape).
- Longitud mínima de la cadena de suspensión: 600 mm.
- Longitud mínima de las cadenas de amarre: 1000 mm.

8.10.2. Medidas de prevención de la colisión.

Los nuevos tendidos eléctricos se proveerán de salvapájaros o señalizadores visuales cuando así lo determine el órgano autonómico competente.

- Los salvapájaros o señalizadores visuales se han de colocar en los cables de tierra, siempre que su diámetro no sea inferior a 20 mm. Los salvapájaros o señalizadores se dispondrán cada 10 metros (si el cable de tierra es único), o alternadamente, cada 20 metros, si son dos cables de tierra paralelos.
- En caso de que la línea carezca de cable de tierra, si se hace uso de un único conductor por fase con diámetro inferior a 20mm, se colocarán las espirales directamente sobre dichos conductores.

- Se dispondrán de forma alterna en cada conductor, y con una distancia máxima de 20 metros entre señales contiguas en un mismo conductor.
- Tamaño mínimo salvapájaros: espirales con 30 cm de diámetro y 1m de longitud, o dos tiras en X de 5x35 cm.

8.11. Numeración y aviso de peligro

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

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

La instalación se señalará con el lema corporativo, en los cruces, zonas de tránsito, etc.

9. DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA

9.1. Características del cable subterráneo

El cable de 220 kV proyectado en el presente proyecto de ejecución cumple con lo especificado en las normas:

- IEC 62067: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages above 150 kV (Um = 170 kV) up to 500 kV (Um = 550 kV) - Test methods and requirements.

El cable proyectado es RHZ1-20L (AS) 127/220 kV 1x630mm2 K Cu+H185 Cable aislado de aislamiento XLPE 127/220 kV de alumnio 1x630 mm^2 de sección y pantalla constituida por hilos de cobre en hélice, con cinta de cobre a contraespira de una sección total de 185 mm^2 y obturación longitudinal de protección contra el agua.

La composición general de los cables aislados de cobre con pantalla constituida por alambres de cobre para tensión nominal de 220 kV será la que se muestra a continuación:

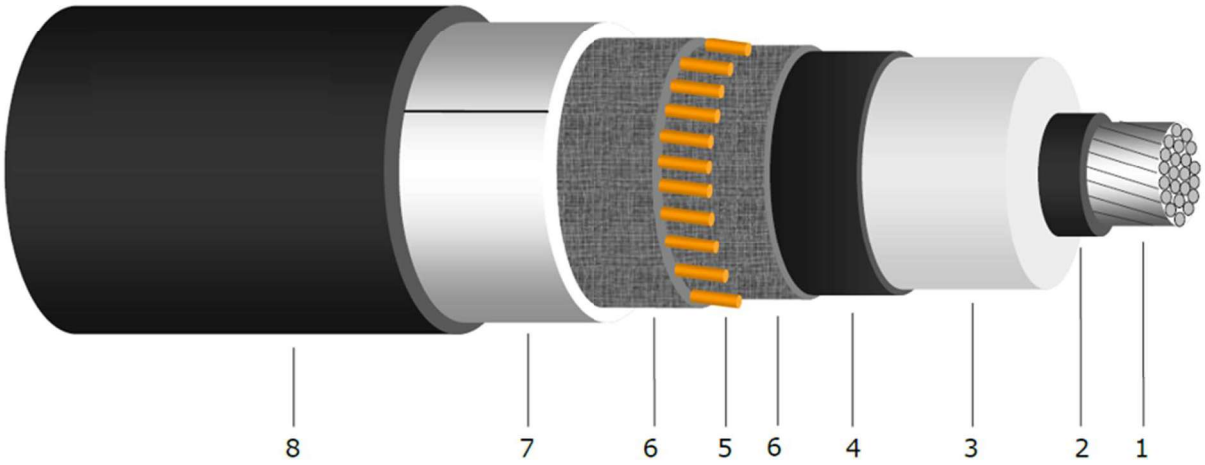


IMAGEN 1. CABLE 127/220 KV.

- 1. Conductor: Cuerda taponada de hilos de aluminio de sección circular compactados clase 2K según IEC 60228. Sección nominal = 630 mm^2
- 2. Semiconductora interna: Capa extrudida de material semiconductor.
- 3. Aislamiento: Polietileno reticulado, XLPE.

- 4. Semiconductora externa: Capa extrudida de material semiconductor.
- 5. Pantalla metálica: Hilos de cobre en hélice y contraespira de cinta de cobre. Sección nominal de los hilos 185 mm^2.
- 6. Obturación longitudinal de la pantalla: Cinta semiconductora hinchante
- 7. Estanqueidad radial: Cinta longitudinal de aluminio solapada y adherida a la cubierta.
- 8. Cubierta exterior: Poliolefina AFUMEX, color negro, libre de halógenos, no propagadora de la llama. Con aditivos antitermitas.

Las características generales del cable aislado subterráneo empleado en la línea eléctrica serán:

Tipo	1x630 mm2 XLPE 127/220 kV
Material del conductor	Aluminio
Material de la pantalla	Cobre
Material del aislamiento	XLPE
Sección del conductor	630 mm2
Sección de la pantalla	185 mm2
Diámetro del conductor	29,8 mm
Diámetro exterior del cable	95,8 mm
Peso aproximado	8800 kg/km
Radio mínimo de curvatura estático	958 mm

TABLA 25.CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CABLE AISLADO

Las características eléctricas del cable mencionado son:

Tensión nominal simple, U0	127 kV
Tensión nominal entre fases, U	220 kV
Tensión máxima entre fases, Um	245 kV
Tensión a impulsos maniobra	460 kV
Tensión a impulsos rayo	1050 kV

Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente	90ºC
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito	250ºC

TABLA 26.CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DEL CABLE AISLADO

9.2. Parámetros de instalación

Detalles del recorrido	
Número de circuitos	1
Número de conductores por fase	1
Separación entre agrupaciones de cables de la misma fase (tramo enterrado bajo tubo hormigonado)	320 mm
Instalación y condiciones de operación	
Instalación	- Zanja Bajo tubo hormigonado - Instalación en Bandejas Porta cables (Cruce del río Guadarrama) -PHD
Configuración del circuito	Triángulo
Profundidad de zanja: Bajo tubo PHD	 1,4 metros 10,5 metros
Conexión de las pantallas	Cross Bonding / Single Point
Temperatura máxima del conductor	90ºC

TABLA 27.CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN.

9.3. Terminales exteriores

La conexión del cable subterráneo con la subestación de salida se realizará mediante terminales tipo premoldeados de exterior, garantizando la unión eléctrica del conductor y manteniendo el aislamiento hasta el punto de conexión.

En este tipo de terminales de exterior, el aislamiento externo es un aislador de composite anclado a una base metálica de fundición, que a su vez está soportada por una placa. Esta placa está montada sobre aisladores de pedestal los cuales se apoyan en la estructura metálica donde se instala el terminal.

Los terminales cumplen con los ensayos y requerimientos fijados por la norma:

- UNE 211067-1:2017: Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, de tensión asignada superior a 150 kV (Um =170 kV) hasta 400 kV (Um = 420 kV). Parte 1: Requisitos y métodos de ensayo.

Para asegurar el control del campo eléctrico que aparece en la interfase entre el cable y el terminal, se emplea un cono deflector elástico preformado que queda instalado dentro del aislador.

En el extremo superior, el arranque del conector está protegido por una pantalla contra las descargas parciales.

Este tipo de terminal permite aislar la pantalla del soporte metálico, lo cual es necesario para las conexiones especiales de pantallas flotantes en un extremo. Así mismo, se pueden realizar ensayos de tensión de la cubierta para mantenimiento.

La conexión del conductor del cable a su conector se hace por medio de manguitos de conexión a presión. Esta conexión está diseñada para resistir los esfuerzos térmicos y electromecánicos durante su funcionamiento normal y en cortocircuito.

La pantalla se conecta a la base metálica, de donde se deriva la conexión a tierra. Las tomas de tierra deben permitir la conexión a tierra de la pantalla del cable y deben estar dimensionadas para poder derivar las corrientes de cortocircuito definidas para el cable. Así mismo deben ser accesibles para permitir su desmontaje en caso de necesidad.

Los terminales de composite se diseñarán de tal manera que no requieran control de presión ni control de nivel si llevan fluido aislante, aceite de silicona o similar, en su interior.

En presencia de contaminación, la respuesta del aislamiento externo del terminal a las tensiones a frecuencia industrial cobra una importancia capital, lo que debe tenerse en cuenta en su diseño.

La línea de fuga de estos terminales ha de estar de acuerdo con la siguiente tabla en la que se especifica, para cada nivel de contaminación, las líneas de fuga mínimas exigibles.

Nivel de contaminación	Línea de fuga específica nominal mínima (mm/kV)	Equivalencia con IEC/TR60815
Zona Normal	20	II Medio
Zona de contaminación industrial	25	III Fuerte
Zonas de alta contaminación salina	31	IV Muy Fuerte
Zonas de muy alta contaminación salina	35	No tiene equivalencia

TABLA 28. LÍNEAS DE FUGA RECOMENDADAS.

El aislamiento externo debe soportar la tensión más elevada de la red en condiciones de contaminación continua.

En la siguiente figura se pueden ver las principales partes de este tipo de terminales:

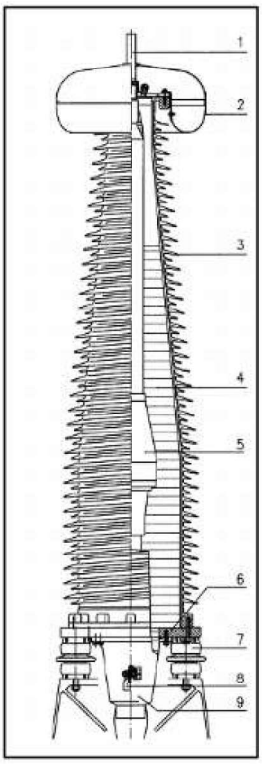


IMAGEN 2. TERMINAL EXTERIOR.

Nº	Elemento
1	Vástago de conexión aérea

Nº	Elemento
2	Deflector de tensión (aluminio)
3	Aislador exterior
4	Fluido aislante de relleno
5	Cono premoldeado de control de campo
6	Base soporte (aluminio)
7	Aisladores soporte cerámicos
8	Conexión toma de tierra
9	Boca de entrada del cable

TABLA 29. COMPONENTES DEL TERMINAL EXTERIOR.

Se instalarán tres (6) terminales exteriores tres (3) en las posición de llegada y tres (3) en la posición de salida del recinto de medida.

9.4. Terminales Llegada a pórticos de subestaciones

La conexión del cable subterráneo con el tramo de línea aéreo se realizará en la estructura soporte ubicada en el patio de intemperie de la subestación destinada para tal fin, mediante terminales tipo premoldeados de exterior, garantizando la unión eléctrica del conductor y manteniendo el aislamiento hasta el punto de conexión. En este tipo de terminales de exterior, el aislamiento externo es un aislador de composite.

Los terminales cumplen con los ensayos y requerimientos fijados por la norma:

- IEC 62067: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages above 150 kV (Um = 170 kV) up to 500 kV (Um = 550 kV) - Test methods and requirements.

La conexión del conductor del cable a su conector se hace por medio de manguitos de conexión a presión. Esta conexión está diseñada para resistir los esfuerzos térmicos y electromecánicos durante su funcionamiento normal y en cortocircuito.

La pantalla se conecta a la toma de tierra de los terminales. Las tomas de tierra deben permitir la conexión a tierra de la pantalla del cable y deben estar dimensionadas para poder derivar las corrientes de cortocircuito definidas para el cable. Así mismo deben ser accesibles para permitir su desmontaje en caso de necesidad.

Los terminales de composite se diseñarán de tal manera que no requieran control de presión ni control de nivel si llevan fluido aislante, aceite de silicona o similar, en su interior.

En presencia de contaminación, la respuesta del aislamiento externo del terminal a las tensiones a frecuencia industrial cobra una importancia capital, lo que debe tenerse en cuenta en su diseño.

La línea de fuga de estos terminales ha de estar de acuerdo con la siguiente tabla de acuerdo con lo establecido en la norma IEC-60815-1:

Nivel de contaminación	Línea de fuga específica nominal mínima (mm/kV)
Very light	22,0
Light	27,8
Medium	34,7
Heavy	43,3
Very heavy	53,7

TABLA 30. LÍNEAS DE FUGA RECOMENDADAS.

9.5. Empalmes

Los empalmes serán premoldeados y serán probados en fábrica previamente al montaje para cada instalación en particular. Proporcionarán al menos las mismas características eléctricas y mecánicas que los cables que unen, teniendo al menos la misma capacidad de transporte, mismo nivel de aislamiento, corriente de cortocircuito, protección contra entrada de agua, protección contra degradación, etc.
Cada juego de empalmes se suministrará con todos los accesorios y pequeño material necesarios para la confección y conexionado de pantallas. Las líneas se dispondrán en tramos de la mayor longitud posible, reduciendo el número de empalmes al mínimo necesario. Los empalmes deberán cumplir con los ensayos y requerimientos fijados por la norma:

- IEC 62067: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages above 150 kV (Um = 170 kV) up to 500 kV (Um = 550 kV) - Test methods and requirements.

<u>Composición</u>

La composición general de los empalmes para los cables unipolares de aislamiento seco será:

Cubierta de protección y material de protección sobre la pantalla.

Pantalla del empalme y perfil de control de gradiente.

Cuerpo premoldeado de aislamiento.

Conexión de los conductores y electrodo de unión.

Accesorios y pequeño material.

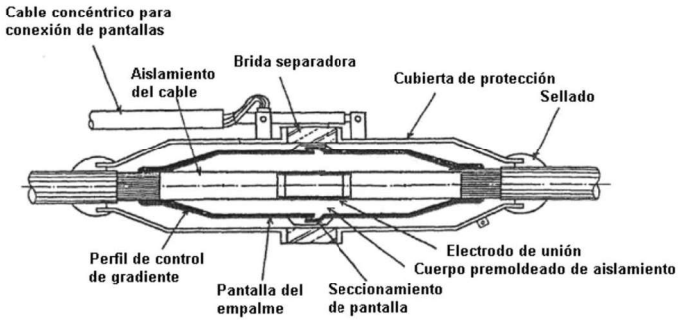


IMAGEN 3. EMPALMES.

Características constructivas:

Los empalmes deberán ser diseñados y probados para cada cable aislado en particular. Se comprobará especialmente las compatibilidades con respecto a:

Tipo de construcción del cable

Dimensiones (diámetro, área, excentricidades, tolerancias máximas)

Temperatura máxima de operación (tanto en continuo como bajo sobrecargas y cortocircuito)

Aislamiento y capas semiconductoras (compatibilidad física y química)

Esfuerzos mecánicos y de cortocircuito

Gradiente máximo de campo eléctrico

Tipo de instalación a la que se destina

Cubierta de protección.

Protegerá el empalme, soportará los esfuerzos mecánicos y proporcionará estanqueidad total frente a la entrada de agua. En caso de empalme con separador de pantallas, la cubierta protectora deberá estar provista de una salida para el cable concéntrico de conexión de pantallas y una brida aislada separadora.

En la zona de unión con el cable dispondrá de protección mecánica adecuada para evitar daños causados por la transmisión de esfuerzos (tanto axiales como transversales) y garantizar la completa estanqueidad de la unión (barrera contra la penetración radial y longitudinal de agua).

Como protección de la pantalla dentro de la carcasa exterior se emplearán materiales adecuados para evitar la entrada de agua, como relleno de material sellador anti-humedad, manguito retráctil, etc.

Pantalla de empalme

Permitirá la conexión de pantallas sin suponer una disminución de la sección efectiva de las mismas. Se dispondrá del adecuado perfil de control de gradiente. En caso de empalme con separador de pantallas, las pantallas y semiconductoras exteriores quedarán separadas mediante un anillo seccionador aislante.

Cuerpo premoldeado de aislamiento

El cuerpo premoldeado del empalme será preferentemente una única pieza formada por las siguientes capas:

Capa semiconductora interna.

Aislamiento XLPE.

Capa semiconductora externa.

El material del cuerpo premoldeado será EDPM o goma de silicona realizado mediante vulcanización a alta temperatura.

El cuerpo premoldeado deberá estar ensayado completamente en fábrica.

Conexión de los conductores

Se realizará mediante conector metálico de compresión y electrodo de unión, con el objetivo de asegurar la misma capacidad de transporte y soportar los esfuerzos termomecánicos del cable.

Accesorios

Incluye todos los accesorios (cableado, petacas, etc.) y pequeño material (cinta, masillas, etc.) necesarios para la correcta confección del empalme.

Los empalmes se realizarán en el interior de cámaras de empalme prefabricadas o ejecutadas in situ.

9.6. Cable de comunicaciones

Como cable de comunicaciones subterráneo se emplearán dos cables de fibra óptica dieléctrico, cuyas principales características son las siguientes:

Tipo	OSGZ1
Nº de fibras	48
Diámetro del cable	<16 mm
Peso	<280 kg/km
Tensión máxima de tiro	>250 kg
Resistencia a la compresión	>30 kg/cm
Temperatura de operación	-20 a +70ºC

TABLA 31. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CABLE DE COMUNICACIONES.

Los cables de comunicaciones irán instalados a lo largo de todo su recorrido en el interior de un tubo de PVC o PEAD de 110 mm de diámetro en el interior de la misma zanja que los cables de 220 kV.

9.7. Obra civil

9.7.1. Zanja del cable (Líneas AT)

La canalización tipo será una zanja con los cables entubados y los tubos embebidos en hormigón.

En este tipo de canalización se instalará un cable de potencia por tubo. Los tubos serán independientes entre sí, siendo sus características principales:

- Tubo de polietileno de alta densidad, rígidos corrugados de doble pared, lisa la interna y corrugada la externa.
- Diámetro exterior de 250 mm. En general, se debe cumplir que el diámetro interior del tubo sea 1,5 veces mayor que el diámetro del cable de potencia.
- Tramos de 6 m de longitud, con uniones entre tubos mediante manguitos con junta de estanqueidad.

Los separadores se instalarán cada metro y en posición vertical de forma que el testigo del hormigón quede en su posición más elevada. Con la instalación de estos separadores se garantiza que en toda la longitud se mantenga la

distancia la distancia entre los cables de potencia y que el hormigón rodee completamente cada tubo al establecer un hueco entre ellos de 70 mm.

Los cambios de dirección del trazado del tramo subterráneo se intentarán realizar con radios de curvatura no inferiores a 50 veces el diámetro exterior del tubo, con motivo de facilitar la operación de tendido.

Se deberá tener especial cuidado en la colocación de los tubos evitando rebabas y hendiduras producidas por el transporte de los mismos, realizando una inspección visual antes de montar cada tubo, desechando los tubos que presenten fisuras, aplastamiento o cualquier tipo de defecto.

Las uniones de los tubos deberán tener un sellado eficaz con objeto de evitar que a través de las mismas puedan penetrar materiales sólidos o líquidos procedentes de los trabajos a realizar durante la obra civil o posteriormente que pudieran dificultar el desarrollo normal de las operaciones de tendido de los cables (agua, barro, hormigón, etc.).
Durante el trabajo de colocación de los tubos se deberá instalar en su interior una cuerda guía para facilitar su posterior mandrilado. Estas guías deberán ser de nylon de diámetro no inferior a 10 mm.

Una vez colocados los tubos de los cables de potencia, inmovilizados y perfectamente alineados y unidos se procederá al hormigonado de los mismos, sin pisar la canalización, vertiendo y vibrando el hormigón de calidad HM-20/B/20 al menos en dos tongadas. Una primera para fijar los tubos y otra para cubrir completamente los tubos de potencia hasta alcanzar la cota del inicio del soporte de los tubos de telecomunicaciones.

A continuación, se procederá a colocar los tubos de telecomunicaciones en los soportes de los separadores. Durante el trabajo de colocación de los tubos se deberá instalar en su interior una cuerda guía para facilitar su posterior mandrilado. Estas guías deberán ser de nylon de diámetro no inferior a 5 mm.

Una vez colocados los tubos de telecomunicaciones, inmovilizados y perfectamente alineados y unidos se procederá al hormigonado de los mismos, sin pisar la canalización, vertiendo y vibrando el hormigón de calidad HM-20/B/20 hasta alcanzar la cota de hormigón especificada según el plano de la zanja.
Finalmente, tanto los tubos de los cables de potencia como los tubos de telecomunicaciones, quedarán totalmente rodeados por el hormigón constituyendo un prisma de hormigón que tiene como función la inmovilización de los tubos y soportar los esfuerzos de dilatación- contracción térmica o los esfuerzos de cortocircuito que se producen en los cables.

Una vez hormigonada la canalización se rellenará la zanja, en capas compactadas no superiores a 250 mm de espesor, con tierra procedente de la excavación, arena, o todo-uno normal al 95% P.M. (Proctor Modificado). Dentro de esta capa de relleno, a una distancia de 150 mm del firme existente, se instalarán las cintas de polietileno de 150 mm de ancho, indicativas de la presencia de cables eléctricos de alta tensión.

Las cintas llevarán las marcas en color negro indeleble. Las letras tendrán una altura de 15 mm como mínimo. Llevarán las siguientes marcas:

- la señal de advertencia de riesgo eléctrico
- el rótulo ATENCIÓN: CABLES ELÉCTRICOS
- la abreviatura de su material constitutivo
- la inscripción LIBRE DE HALÓGENOS
- símbolo de material reciclable

Por último, se procederá a la reposición del pavimento o firme existente en función de la zona por la que transcurra la instalación.

Las reposiciones de pavimentos se realizarán según las normas de los organismos afectados, con reposición a nuevo del mismo existente antes de realizar el trabajo. Con carácter general la reposición de la capa asfáltica será como mínimo de 70mm, salvo que el organismo afectado indique un espesor superior.

En el caso de superficies no pavimentadas, la reposición será a las condiciones iguales a las existentes antes del inicio de los trabajos anteriores a realizar la obra. Las losas, losetas, mosaicos, etc. a reponer, serán de las mismas características que las existentes.

En el plano *Sección tipo de zanjas* se describe detalladamente las zanjas tipo.

9.7.2. Arquetas de telecomunicaciones

Para poder realizar los empalmes de los cables de fibra óptica necesarios para las comunicaciones entre las subestaciones y como ayuda para el tendido de los mismos se requiere la instalación de arquetas de telecomunicaciones.

Las arquetas serán sencillas (de 905mm x 815 mm x 1.150 mm) y dobles (de 905mm x 1.440 mm x 1.150 mm) y se emplearán para facilitar el tendido de los cables de telecomunicaciones y tener puntos intermedios en el caso de averías.

Las arquetas serán de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV) con nervaduras exteriores para soportar la presión exterior.

Se emplearán como “encofrado perdido” rellenando sus laterales tanto paredes como solera con hormigón HM-20 de 20 cm de espesor mínimo.

Las arquetas dispondrán de tapa de fundición.

Se evitará en lo posible, los cambios de dirección de las canalizaciones entubadas respetando los cambios de curvatura de los cables indicados por el fabricante. En los lugares dónde se produzcan, para facilitar la manipulación de los cables podrán disponerse arquetas con tapas registrables o no. Con objeto de no sobrepasar las tensiones de tiro indicadas en las normas aplicables a cada tiro de cable, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro en aquellos casos que lo requieran. A la entrada de las arquetas, las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

9.7.3. Cámara de Empalme

La cámara de empalme será prefabricada, de una sola pieza y estanca. Se ajustará a la pendiente del terreno con un máximo del 10%.

La colocación de la cámara se deberá efectuar con una grúa adecuada.

Una vez colocada la cámara en su sitio se procederá a la conexión de los distintos tubos de la canalización con la cámara y a la unión de los anillos exteriores con la puesta a tierra interior.

Una vez cerrada la tapa de la boca de tendido y antes de rellenar el espacio entre la cámara y el terreno con hormigón de limpieza, habrá que rellenar los huecos libres entre el tubo de ayuda al tendido y el pasamuros con lana de roca y posteriormente mortero, para evitar que el hormigón se una a la tapa de la boca de tendido, inutilizándola.

Si las características del terreno hacen inviable el transporte y colocación de este tipo de cámaras, se utilizarán cámaras modulares con las características que se detallan a continuación.

Las cámaras de empalme serán prefabricas de hormigón armado y deberán ir colocadas sobre una losa de hormigón armado nivelada con las características definidas en el plano correspondiente.

Una vez colocada la cámara en su sitio se procederá a la conexión de los distintos tubos de la canalización con la cámara. Una vez embocados los tubos se procederá a su sellado.

Para finalizar estas tareas se rellenará el espacio entre la cámara y el terreno con un hormigón de limpieza tipo HM-12,5 hasta una cota de 300 mm por debajo de la cota del terreno.

9.8. Tendido

Antes de empezar el tendido de los cables se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el mismo. En el caso de trazado con desnivel se realizará el tendido en sentido descendente.

Las bobinas se situarán alineadas con la traza de la línea. Si existiesen curvas o puntos de paso dificultoso próximos a uno de los extremos de la canalización, es preferible situar la bobina en ese extremo a fin de que el coeficiente de rozamiento sea el menor posible.

El traslado de las bobinas se realizará mediante vehículo transportándose siempre de pie y nunca tumbadas sobre uno de los platos laterales. Las bobinas estarán inmovilizadas por medio de cuñas adecuadas para evitar el desplazamiento lateral.

Tanto las trabas como las cuñas es conveniente que estén clavadas en el suelo de la plataforma de transporte. El eje de la bobina se dispondrá preferentemente perpendicular al sentido de la marcha. La bobina estará protegida con duelas de madera, por lo que debe cuidarse la integridad de las mismas, ya que las roturas suelen producir astillas hacia el interior con el consiguiente peligro para el cable. El manejo de la misma se debe efectuar mediante grúa quedando terminantemente prohibido el desplazamiento de la bobina rodándola por el suelo. La bobina se suspenderá mediante una barra de dimensiones suficientes que pase por los agujeros centrales de los platos. Las cadenas o sirgas de izado tendrán un separador por encima de la bobina que impida que se apoyen directamente sobre los platos. Estará terminantemente prohibido el apilamiento de bobinas. El almacenamiento no se hará sobre suelo blando, y habrá que evitar que la parte inferior de la bobina esté permanentemente en contacto con agua. En lugares húmedos habrá que disponer de una ventilación adecuada, separando las bobinas entre sí. Si las bobinas tuvieran que estar almacenadas durante un periodo largo, es aconsejable cubrirlas para que no estén expuestas directamente a la intemperie.

Cuando la bobina esté suspendida por el eje, de forma que pueda hacerse rodar, se quitarán las duelas de protección, de forma que ni ellas ni el útil empleado para desclavarlas puedan dañar al cable, y se inspeccionará la superficie interior de las tapas para eliminar cualquier elemento saliente que pudiera dañar al cable (clavos, astillas, etc.)
Durante el tendido, en todos los puntos estratégicos, se situarán los operarios necesarios provistos de radio-teléfonos y en disposición de poder detener la operación de inmediato. Los radio-teléfonos se probarán antes del inicio de cualquiera de las operaciones de tendido.

A la salida de la bobina es recomendable colocar un rodillo de mayor anchura con protección lateral para abarcar las distintas posiciones del cable a lo ancho de la bobina. La extracción del cable se realizará por la parte superior de la bobina mediante la rotación de la misma, alrededor de su eje.

La extracción del cable, tirando del mismo, deberá estar perfectamente sincronizada con el frenado de la bobina. Al dejar de tirar del cable habrá que frenar inmediatamente la bobina. Estará terminantemente prohibido someter al cable a esfuerzos de flexión que pueden provocar su deformación permanente, con formación de oquedades en el aislamiento y la rotura o pérdida de sección en las pantallas. Se observará el estado de los cables a medida que vayan saliendo de la bobina con objeto de detectar los posibles deterioros.

La velocidad de tendido será del orden de 2,5 a 5 metros por minuto y será preciso vigilar en todo momento que no se produzcan esfuerzos laterales importantes con las aletas de la bobina.

En el caso de temperaturas inferiores a 5ºC, el aislamiento de los cables adquiere una cierta rigidez que no permite su manipulación. Así pues, cuando la temperatura ambiente sea inferior a 5ºC no se permitirá realizar el tendido del cable. Una vez instalado el cable, deben taparse las bocas de los tubos para evitar la entrada de gases, aguas o roedores, mediante la aplicación de espuma de poliuretano que no esté en contacto con la cubierta del cable.

En ningún caso se dejarán en la canalización y zona de elaboración de las botellas terminales los extremos del cable sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos. Lo mismo es aplicable al extremo de cable que haya quedado en la bobina. Para este cometido, se deberán usar manguitos termorretráctiles.

En el extremo del cable en el que se vaya a confeccionar una botella terminal se eliminará una longitud de 2,5 m, ya que al haber sido sometidos los extremos del cable a mayor esfuerzo, puede presentarse desplazamiento de la cubierta en relación con el resto del cable.

9.8.1. Perforación dirigida

La perforación horizontal dirigida es una técnica que permite la instalación de tuberías subterráneas mediante la realización de un túnel, sin abrir zanjas y con un control absoluto de la trayectoria de perforación.

Este control permite librar obstáculos naturales o artificiales sin afectar al terreno, con lo cual se garantiza la mínima repercusión ambiental al terreno.

La trayectoria de perforación se realiza a partir de arcos de circunferencia y tramos rectos en los cuales los radios mínimos están condicionados por la flexión máxima de la varilla de perforación y por la flexibilidad del tubo.
La perforación dirigida se puede ver como una secuencia de cuatro fases.

Fase 1: Disposición
La perforación puede comenzar desde una pequeña cata, quedando siempre la máquina en la superficie, o bien desde el nivel de tierra.

En esta primera fase se determinarán los puntos de entrada y de salida de la perforación, ejecutando las catas si procede, y se seleccionará la trayectoria más adecuada a seguir.

Fase 2: Perforación piloto
Se van introduciendo varillas, las cuales son roscadas automáticamente unas a otras a medida que va avanzando la perforación. En el proceso se van combinando adecuadamente el empuje con el giro de las varillas con el fin de obtener un resultado óptimo.

Para facilitar la perforación se utiliza un compuesto llamado bentonita. Esto es una arcilla de grano muy fino que contiene bases y hierro. La bentonita es inyectada a presión por el interior de las varillas hasta el cabezal de perforación siendo su misión principal refrigerar y lubricar dicho cabezal y suministrar estabilidad a la perforación. En esta perforación piloto, la cabeza está dotada de una sonda, de manera que mediante un receptor se puede conocer la posición exacta del cabezal.

La perforación piloto se deberá realizar a la profundidad apropiada para evitar derrumbamientos o situaciones donde los fluidos utilizados pudieran salir a la superficie. La trayectoria se puede variar si fuese necesario debido a la aparición de obstáculos en la trayectoria marcada.

IMAGEN 4.PERFORACIÓN PILOTO.

Fase 3: Escariado

Una vez hecha la perforación piloto se desmonta el cabezal de perforación. En su lugar se montan conos escariadores para aumentar el diámetro del túnel. Se hacen tantas pasadas como sea necesario aumentando sucesivamente las dimensiones de los conos escariadores, y así el diámetro del túnel.

Este proceso se realiza en sentido inverso; es decir, tirando hacia la máquina.

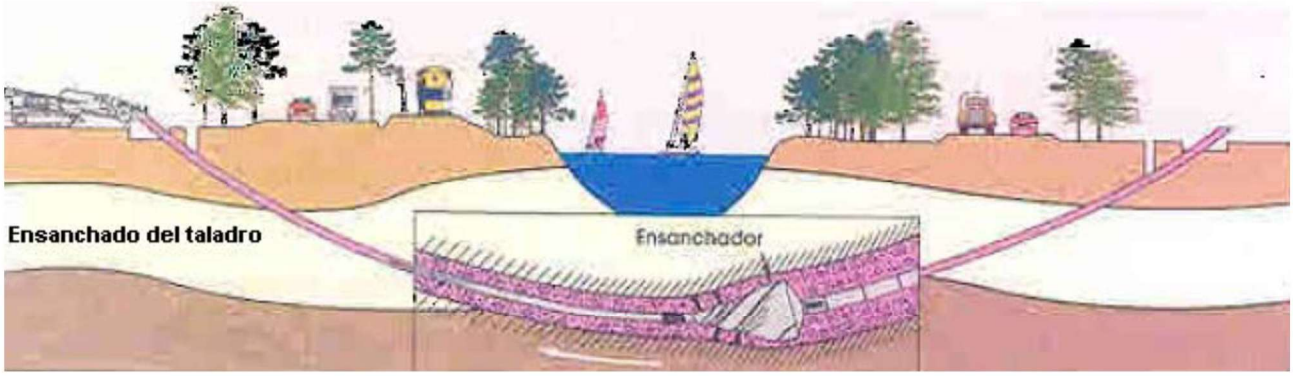


IMAGEN 5. ESCARIADO.

Fase 4: Instalación de la tubería

Finalmente se une la tubería, previamente soldada por termo fusión en toda su longitud, a un cono escariador-ensanchador mediante una pieza de giro libre de modo que va quedando instalada en el túnel practicado.

Los tubos empleados serán de PEHD PE100 PN10 en color negro con bandas azules según norma UNE-EN 12201. En el interior de cada tubo se instalará una cuerda de nylon de Ø10 mm.

IMAGEN 6. INSTALACIÓN DE LA TUBERÍA.

En el apartado "Planos" se encuentra la sección tipo de la perforación.

9.9. Puesta a tierra

El sistema de conexión de las pantallas diseñado para el proyecto objeto de este documento es una combinación de Cross Bonding y Single Point las siguientes longitudes:

Tipo de PAT	Inicio	Fin	Distancia
Single Point	SET Las Colinas	CE01	629,28
Cross Bonding	CE01	CE04	1892,39
Cross Bonding	CE04	CE07	1888,66
Cross Bonding	CE07	CE010	1886,73
Single Point	CE010	Apoyo PAS No. 1	634,18
Cross Bonding	Apoyo PAS No. 2	CE013	1705,19
Cross Bonding	CE013	Recinto de Medida	1673,97
Single Point	Recinto de Medida	SET Villaviciosa	379,84

9.9.1. Cross–Bonding

El sistema "cross-bonding" consiste en la distribución de las pantallas de cable en secciones elementales llamadas secciones menores, y cruzando las pantallas de tal manera que se neutralice la totalidad de las tensiones inducidas en tres secciones consecutivas. La interrupción de las pantallas se ejecutará en los puntos de empalme, realizando su transposición. En este tipo de conexión será necesario realizar dos o más empalmes intermedios por lo que se realizará un estudio de los empalmes y su situación con el fin de que la línea resulte dividida en un número de tramos elementales tal que sean tres o múltiplo de tres, manteniendo las longitudes de cada tramo sensiblemente iguales.

Las tres secciones menores juntas forman una sección mayor. En un sistema de cruzamiento de pantallas, el tramo de línea a considerar se divide en tres longitudes iguales (haciendo que el sistema quede eléctricamente equilibrado), con las pantallas puestas a tierra en los dos extremos de la línea conectada en "cross-bonding" o en los dos extremos de cada sección mayor.

Para la disposición al tresbolillo seleccionada para la ejecución de la línea subterránea objeto de este proyecto, la tensión inducida en régimen permanente con cargas equilibradas en tres tramos consecutivos de pantallas es nula, por ser la suma de tres tensiones iguales desfasadas 120°, al ser las inductancias mutuas entre conductores y pantallas iguales en las tres fases. En consecuencia, no hay corrientes de circulación por las pantallas, ni pérdidas asociadas.

Con ventaja respecto a la disposición en Single-Point, en régimen permanente se consigue una tensión nula entre pantalla y tierra en ambos extremos. Además, la tensión máxima entre las pantallas y tierra en un circuito con disposición cross-bonding será tres veces inferior a que para una disposición de la misma longitud en single-point. Estas tensiones máximas se producen en los puntos de transposición de las pantallas.

Debido al efecto de compensación de campo magnético por la circulación de corriente por las pantallas de puesta a tierra, las tensiones inducidas en caso de cortocircuito sobre otros cables que discurran paralelos son mucho menores que para una disposición en single-point.

Las pantallas forman un paso continuo desde un extremo al otro de la línea y están puestas a tierra en ambos extremos, de tal forma que durante una falta la corriente puede circular por las pantallas evitando la necesidad de un cable de tierra paralelo.

La función de las pantallas es más efectiva como conductor de "apantallamiento" durante faltas que el conductor de tierra paralelo.

Las tensiones inducidas durante faltas en los cables paralelos son menores en un sistema con conexión "Cross – Bonding" que para uno similar con conexión "Single – Point".

Para instalaciones de grandes longitudes en las que es difícil conseguir que el número de tramos de cable sea múltiplo de tres, se combina esta disposición con uno o dos tramos finales en Single – Point.

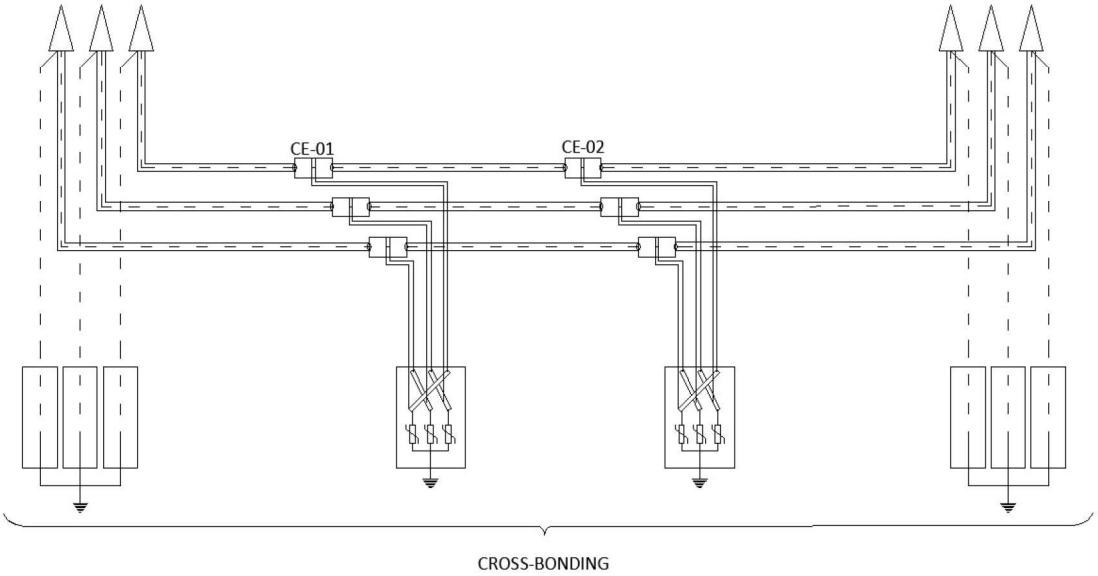


IMAGEN 7. ESQUEMA DE CONEXIÓN DE PANTALLAS CROSS-BONDING.

9.9.2. Single Point

En el sistema single-point, se conectan rígidamente a tierra las pantallas de los tres cables en un extremo de la línea, conectándose el otro extremo a tierra a través de descargadores. Cada circuito se debe acompañar con un cable de cobre equipotencial de continuidad de tierra, el cual tendrá una sección mínima igual a la sección de la pantalla del cable. El cable equipotencial, para la configuración de cables utilizada en el presente proyecto, debe transponerse a la mitad de la longitud del tramo single-point para evitar corrientes de circulación y pérdidas de potencia por este conductor. En el presente proyecto el cable equipotencial tendrá una sección mínima de 120 mm^2.

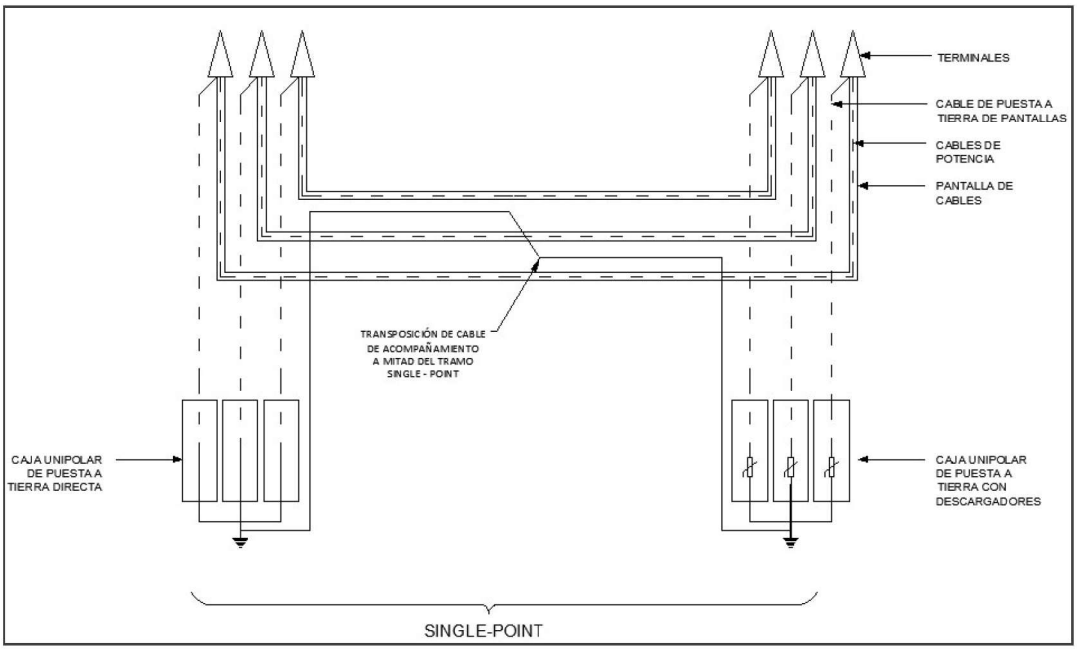


IMAGEN 8. ESQUEMA DE CONEXIÓN DE PANTALLAS SINGLE POINT.

9.10. Ensayos

Los cables de potencia y accesorios utilizados deberán cumplir todos los ensayos de rutina, ensayos tipo y ensayos de precalificación indicados en la norma:

- IEC 62067: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages above 150 kV (Um = 170 kV) up to 500 kV (Um = 550 kV) - Test methods and requirements".

Para comprobar que todos los elementos que constituyen la instalación (cable, empalmes, terminales, etc.) se han instalado correctamente se deberán realizar los siguientes ensayos sobre la instalación totalmente terminada:

Ensayo de verificación del orden de fases.

El objeto de este ensayo es realizar la comprobación y el timbrado de las fases para asegurar que no ha habido ningún cruzamiento de las mismas durante el tendido o durante la confección de los accesorios.

Ensayo de medida de la resistencia del conductor

El objeto de este ensayo es verificar la continuidad del cable y realizar la medida de su resistencia en corriente continua.

Ensayo de medida de la resistencia de la pantalla

El objeto de este ensayo es verificar la continuidad de la pantalla y realizar la medida de su resistencia en corriente continua.

Ensayo de rigidez dieléctrica de la cubierta exterior del cable

El objeto de este ensayo es comprobar que la cubierta exterior del cable no ha sido dañada accidentalmente durante el transporte, almacenamiento, manipulación o tendida del cable.

Este ensayo se realizará mediante un generador portátil, aplicando una tensión continua de 10 kV entre la pantalla metálica y tierra durante un minuto.

Ensayo de descargas parciales

La generación de la tensión de ensayo para la medida de las descargas parciales se realizará mediante un generador resonante de frecuencia variable en corriente alterna. La onda de tensión será prácticamente sinusoidal y de frecuencia comprendida entre 20 y 300 Hz.

La tensión de ensayo se elevará escalonadamente hasta la tensión de pre-stress que se mantendrá durante 10 segundos. Luego se reducirá lentamente el nivel de tensión hasta la tensión de ensayo a la que se realizarán la medida de las descargas parciales.

La duración del ensayo será la mínima necesaria para cada medida, teniendo en cuenta que será necesario repetir el proceso tantas veces como accesorios disponga la línea (siempre que no sea posible la medida simultánea utilizando fibra óptica, conexión por radio o Internet, etc.).

Ensayo de tensión sobre el aislamiento

La finalidad de este ensayo es asegurar que no se ha dañado el aislamiento del cable durante los trabajos previos, de manera que se pueda poner en servicio el cable con las suficientes garantías.

El método operativo será aplicar una tensión alterna a frecuencia industrial (50 Hz) entre conductor y la pantalla de durante un tiempo determinado.

Ensayo de medida de la capacidad

Para cada una de las fases se deberá medir la capacidad entre el conductor y la pantalla metálica y la tan (δ).

Ensayo de medida de impedancias

El objeto de este ensayo es realizar una serie de medidas de impedancias que permita obtener la impedancia en secuencia directa y la impedancia homopolar de la instalación.

Verificación de las conexiones del sistema de puesta a tierra

Una vez realizados todos los ensayos se verificará que las conexiones del sistema de puesta a tierra de la instalación (cajas de puesta a tierra, puesta a tierra de terminales y empalmes, puesta a tierra de las pantallas, conexión de autoválvulas, etc.) se corresponde con la proyectada para la instalación.

10. RECINTO DE MEDIDA

10.1. Descripción general de la instalación

Como parte de la infraestructura eléctrica necesaria para la evacuación de la energía generada por las plantas de generación renovable PSFV Las Colinas y PSFV Moraleja en el sistema eléctrico nacional mediante la conexión de la Subestación Eléctrica Las Colinas 220/30 kV con la Subestación Villaviciosa de Red Eléctrica de España (REE) de 220 kV, se proyecta la construcción de un recinto de medida.

La evacuación desde la Subestación Eléctrica Las Colinas 220/30 kV hacia el recinto de medida, así como la salida de la línea desde este, se realiza mediante canalización subterránea.

En el recinto se prevé la instalación de tres transformadores de intensidad y tres transformadores de tensión mediante los cuales se realizará la medida frontera principal a menos de 500 metros de la Subestación Villaviciosa 220 kV propiedad de REE. Realizada la medida, se producirá la transición del parque intemperie a línea subterránea mediante botellas terminales. Se instalará un juego de tres pararrayos tipo autoválvula tanto a la entrada como a la salida de línea del recinto.

Para la alimentación de servicios auxiliares (SSAA) se dispondrá de un sistema preparado de alimentación a través de un transformador de tensión con devanado secundario en potencia, 220 kV/0,230 kV de 50 kVA, situado en dicho recinto de medida.

Además, se instalará un grupo electrógeno como respaldo de la alimentación de los servicios auxiliares de la instalación.

Se dispondrá de un edificio con una sola planta que dispondrá de una sala de servicios auxiliares/control y una sala de medida. El edificio será construido en base a elementos prefabricados de hormigón revestido con capa de mortero (enfoscado) y rematado con una cubierta a dos aguas de teja árabe tradicional.

Además, el recinto de medida contará con un cerramiento perimetral metálico que tendrá una altura de 2,30 m sobre el terreno.

10.2. Emplazamiento

El Recinto de Medida estará situado en el término municipal de Móstoles, Comunidad de Madrid. El recinto de Medida se ubicará en las siguientes coordenadas ETRS89 H30:

TABLA 32 PARCELA Y COORDENADAS DEL CERRAMIENTO DEL RECINTO DE MEDIDA.

X (m)	Y (m)	Término municipal	Polígono	Parcela	Referencia Catastral
423.218,64	4.466.370,85	Móstoles	3	3	28092A003000030000OE
423.188,30	4.466.357,86				
423.177,67	4.466.382,68				
423.208,01	4.466.395,67				

Su situación geográfica se indica en el plano "Localización y Emplazamiento" del apartado Planos, incluido en el presente proyecto.

Se ha proyectado el acceso al recinto desde una vía de comunicación de dominio público con referencia catastral 28092A002090030000OP, cruzando la parcela con referencia catastral 28092A003000020000OJ.

La entrada y salida del recinto de medida se realizarán de forma subterránea en 220 kV.

Todos los elementos se ubicarán en un recinto vallado de dimensiones adecuadas, en su interior se situará la aparamenta de intemperie propia del recinto de medida, se dispondrá de un edificio para servicios auxiliares, control y medida.

10.3. Descripción esquema unifilar

El esquema unifilar simplificado adoptado para el nivel de tensión de 220 kV de este recinto de medida se recoge en el plano "SOIE2472402ASPEDI01 Esquema Unifilar simplificado" adjunto a este proyecto.

En este esquema unifilar se ha representado el circuito principal que forma el recinto de medida, figurando las conexiones existentes entre sus elementos principales.

La posición de medida se llevará a cabo en el nivel de tensión de 220 kV y constará de tres transformadores de intensidad, tres transformadores de tensión, un transformador de tensión para alimentación de servicios auxiliares, seis pararrayos tipo autoválvula y seis (6) botellas terminales de transición aéreo subterráneo de instalación en intemperie. Se cuenta con los elementos de medida necesarios para realizar la medida frontera principal.

Se dispondrá un edificio de una sola planta, construido en base a paneles prefabricados de hormigón, que contará con las siguientes salas:

- Sala de servicios auxiliares/control.
- Sala de medida.

En la sala de servicios auxiliares/control se ubicarán los cuadros y equipos de control, cuadros de distribución de servicios auxiliares y equipos rectificador-batería.

10.3.1. Sistema de 220kV

La posición de medida de 220 kV contará con el siguiente aparellaje:

- Seis (6) pararrayos tipo autoválvula con contador de descargas.
- Seis (6) botellas terminales de transición aéreo subterráneo.
- Tres (3) transformadores de tensión inductivos para medida.
- Tres (3) transformadores de intensidad para medida.
- Un (1) transformador de tensión con devanado secundario en potencia para alimentación de servicios auxiliares.

10.3.2. Instalaciones auxiliares

Dentro de las instalaciones auxiliares se suministrará y montará:

- Sistema de alumbrado y fuerza.
- Sistema anti-intrusismo, con detección de movimiento/presencia.
- Sistema de detección de incendio.
- Sistema de aire acondicionado con bomba de calor en la sala de control.
- Grupo electrógeno como respaldo de la alimentación de los servicios auxiliares de la instalación.

10.3.3. Otras instalaciones

Los aparatos de medida son de instalación interior, y para su control y fácil maniobrabilidad, se han centralizado en cuadros destinados a tal fin en el edificio. El edificio contará a su vez con aire acondicionado.

10.4. Características eléctricas

10.4.1. Aislamiento

Los materiales que se emplearán en esta instalación serán adecuados y tendrán las características de aislamiento más apropiadas a su función.

Los niveles de aislamiento que se han adoptado, tanto para los aparatos como para las distancias en el aire, y según vienen especificados en el "Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión", ITC-RAT 12, son los siguientes:

- En 220 kV, que corresponden a un valor normalizado de tensión más elevada para el material de 245kV, se adopta el nivel de aislamiento nominal máximo que soporta 1050 kV de cresta a impulso tipo rayo y 460 kV eficaces a frecuencia industrial.

10.4.2. Distancias mínimas

El vigente "Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión" en la instrucción técnica complementaria ITC-RAT 12, especifica las normas a seguir para la fijación de las distancias mínimas a puntos en tensión.

La instalación se situará a una altitud sobre el nivel del mar inferior a 1.000 metros, por lo que en la siguiente tabla se muestran las distancias mínimas a los puntos de tensión.

TABLA 33 DISTANCIAS MÍNIMAS A PUNTOS DE TENSIÓN

Tensión nominal (kV)	Tensión más elevada para el material (U_m) (kV eficaces)	Tensión soportada nominal a frecuencia industrial (kV eficaces)	Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo (kV de cresta)	Distancia mínima de aislamiento en aire fase tierra y entre fases (mm)
220	245	460	1050	2100

En el sistema de 220 kV, la distancia mínima proyectada entre fases es de 350 cm y la altura mínima de las conexiones es mayor de 5,3 metros. Las distancias adoptadas son superiores a las especificadas en el citado reglamento. Además, se respetarán los 230 cm al suelo desde la parte más baja de cualquier elemento aislante.

10.5. Aparellaje de 220 kV

El aparellaje de 220 kV consta de los siguientes equipos de instalación en intemperie.

10.5.1. Transformadores de intensidad 220 kV

Se instalará un (1) juego de tres (3) transformadores de intensidad, que alimentarán los circuitos de medida.

Las características principales de los transformadores de intensidad son las siguientes:

TABLA 34 CARACTERÍSTICAS TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD 220KV

Relación de transformación	500-1.000 / 5 A
Tensión nominal	220 kV
Tensión máxima de servicio	245 kV
Tensión de ensayo a frecuencia industrial (50 Hz, 1 min)	460 kV
Tensión de ensayo con onda de choque 1,2/ 50 µs	1.050 kV
Tensión de ensayo a frecuencia industrial de los arrollamientos secundarios durante 1 minuto	3 kVef
Corriente límite térmica (1 segundo) (Ith)	40
Corriente límite térmica nominal	1,2 · In
Potencias y clases de precisión	
Arrollamientos de medida (2)	20 VA Cl. 0,2s

Transformadores de tensión 220 kV

Se instalará un (1) juego de tres (3) transformadores de tensión inductivos. Las características eléctricas de estos transformadores son:

TABLA 35 CARACTERÍSTICAS TRANSFORMADORES DE TENSIÓN 220KV

Frecuencia	50 Hz
Tensión nominal	220 kV
Tensión máxima de servicio	245 kV

Tipo	Inductivo
Tensión de ensayo a frecuencia industrial (50 Hz, 1 min), en el arrollamiento primario (valor eficaz)	460 kV
Tensión de ensayo con onda de choque 1,2/ 50 µs (BIL) soportada en el arrollamiento primario (valor cresta)	1.050 kV
Relación de transformación	220.000:√3 / 110: √3
Potencias y clases de precisión	
Arrollamientos de medida	25 VA Cl. 0,2

10.5.2. Transformador de tensión 220 kV para alimentación de servicios auxiliares

Para disponer de estos servicios se ha previsto la instalación de un transformador de tensión para alimentación de servicios auxiliares, con 50 kVA de potencia. Las características principales de este transformador son:

TABLA 36 CARACTERÍSTICAS TRANSFORMADOR DE TENSIÓN 220KV PARA ALIMENTACIÓN DE SSAA

Tensión máxima de servicio entre fases	245 kV
Frecuencia asignada	50 Hz
Tensión primaria asignada	220.000:√3 V
Tensión secundaria asignada	400-0,230 V
Potencia	50 kVA
Tensión máxima de servicio	245 kV
Tensión de ensayo a frecuencia industrial (50 Hz, 1 min), en el arrollamiento primario (valor eficaz)	460 kV
Tensión de ensayo con onda de choque 1,2/ 50 µs (BIL) soportada en el arrollamiento primario (valor cresta)	1.050 kV

10.5.3. Autoválvulas de 220 kV

Para proteger la instalación contra las sobretensiones de origen atmosférico, o las que por cualquier otra causa pudieran producirse, se ha proyectado el montaje de dos juegos de tres pararrayos tipo autoválvula, en la salida de las líneas eléctricas. Las principales características de las autoválvulas previstas son:

TABLA 37 CARACTERÍSTICAS AUTOVÁLVULAS 220KV

Tensión nominal	220 kV
Tensión más elevada para el material	245 kV
Tensión asignada Ur	198 kV
Tensión de operación continua Uc	156 kV
Corriente de descarga nominal con forma de onda 8/20 µs	10 kA cresta

Las autoválvulas a utilizar serán de óxido de zinc con envolvente polimérica.

Se instalarán un total de seis (6) autoválvulas en 220 kV.

10.6. Conexiones

10.6.1. Conexiones en 220 kV

Las conexiones entre los equipos de 220 kV se realizarán con dos conductores por fase de cable desnudo de aluminio homogéneo, tipo 483-AL1/33-ST1A (LA 510 RAIL) de 29,59 mm de diámetro, equivalente a 516,8 mm^2 de sección nominal, que admite un paso de corriente de 882 A.

La distancia adoptada entre ejes de fase es de 3,5 m.

10.6.2. Piezas de conexión

Las uniones entre bornas de aparellaje y conductores, se realizarán mediante piezas de aleación de aluminio, de geometría adecuada y diseñadas para soportar las intensidades permanentes y de corta duración previstas sin que existan calentamientos localizados. Su tornillería será de acero inoxidable y quedará embutida en la pieza para evitar altos gradientes de tensión.

10.7. Estructura metálica

Para el desarrollo y ejecución de la instalación proyectada es necesario el montaje de una estructura metálica que sirva de apoyo y soporte del aparellaje.

En los planos se detallan la planta y sección de 220 kV donde pueden apreciarse las estructuras para el equipamiento de este recinto de medida.

Todo el aparellaje de la instalación eléctrica de intemperie irá sobre soportes metálicos.

Tanto las estructuras de la salida de línea como los soportes del aparellaje se realizarán en base a estructuras de perfil metálico de alma llena.

Las cimentaciones necesarias para el anclaje de las estructuras se proyectarán teniendo en cuenta los esfuerzos aplicados, para asegurar la estabilidad al vuelco en las peores condiciones. Para ello se emplearán pernos de anclaje embebidos en el hormigón, cuyo diámetro no deberá ser inferior a 20mm.

Toda la estructura metálica prevista será sometida a un proceso de galvanizado en caliente, una vez construida, con objeto de asegurar una eficaz protección contra la corrosión.

Estas estructuras se completan con herrajes y tornillería auxiliares para fijación de cajas de centralización, sujeción de cables y otros elementos accesorios.

La estructura metálica necesaria consta de:

- Un (1) soporte para transformador de tensión con devanado secundario en potencia.
- Dos (2) soportes para aisladores
- Tres (3) soportes para transformadores de tensión inductivos para medida.
- Tres (3) soportes para transformadores de intensidad.
- Seis (6) soportes para botellas terminales de transición aérea-subterránea más autoválvulas.

10.8. Servicios auxiliares

Los servicios auxiliares del recinto de medida estarán atendidos necesariamente por los dos sistemas de tensión (c.a. y c.c.). Para la adecuada explotación del centro, se instalarán sistemas de alimentación de corriente alterna y de corriente continua, según necesidades, para los distintos componentes de control y medida.

Para el control y operatividad de estos servicios auxiliares de c.a. y c.c. se ha dispuesto el montaje de dos cuadros de centralización de aparatos uno de corriente alterna y otro de corriente continua, formados por bastidores modulares a base de perfiles y paneles de chapa de acero.

El cuadro consta de dos zonas diferenciadas e independientes, donde se alojan respectivamente los servicios de corriente alterna y corriente continua.

Cada servicio está compartimentado independientemente y tiene su acceso frontal a través de las puertas con cerradura en las que se ha fijado el esquema sinóptico.

10.8.1. Servicios auxiliares de corriente alterna (C.A)

En lo que respecta a la alimentación de 230 Vca, la disposición será de simple barra con una doble alimentación, mediante los correspondientes interruptores perfectamente enclavados. Siendo una de ellas a través de un transformador de tensión con devanado secundario en potencia, 400/ 0,230 kV de 50 kVA y la segunda mediante el respaldo de un grupo electrógeno de 50 kVA.

10.8.2. Servicios auxiliares de Corriente Continua (C.C)

Para la tensión de corriente continua se ha proyectado la instalación de dos equipos compactos rectificador-batería de 125 V.c.c. independientes, con objeto de disponer de dos circuitos de comunicación independientes.

Los dos equipos de 125 V.c.c. funcionan ininterrumpidamente y durante el proceso de carga y flotación su funcionamiento responde a un sistema prefijado que actúa automáticamente sin necesitar de ningún tipo de vigilancia o control, lo cual da mayor seguridad en el mantenimiento de un servicio permanente.

También se instalarán dos equipos compactos independientes rectificador-batería de 48 V.c.c para comunicaciones.

Además de los equipos mencionados anteriormente se instalarán dos fuentes de alimentación conmutadas para los equipos de comunicaciones, que se alimentarán a 125 V.c.c. y tendrán una tensión de salida de 48 V.c.c.

Para el sistema de servicios auxiliares de corriente continua se utilizarán baterías de Níquel-Cadmio.

10.8.3. Sistemas de control

El mando y control del recinto de medida, se instalarán en armarios constituidos por paneles de chapa de acero y un chasis formado con perfiles y angulares metálicos del mismo material.

10.8.4. Unidades de control

El mando y control será de tipo digital y estará constituido por:

Una Unidad de Control de Posición (UCP) constituida por un rack de 19”, ubicada en el armario de control.

10.8.5. Armarios de control

El armario de control estará compuesto por chasis construidos con perfiles metálicos, cerrados por paneles laterales fijos, acceso anterior con chasis pivotante y puerta frontal de cristal o policarbonato ignífugo, lo cual permite una gran visibilidad, protección contra polvo y suciedad, y fácil manejo y acceso a los aparatos instalados.

10.9. Medida

10.9.1. Medida de Energía

La medida principal del punto frontera con REE se realiza en el recinto objeto de este proyecto a menos de 500 m de la subestación Villaviciosa 220 kV propiedad de REE. Se instalarán los siguientes equipos:

- Un (1) contador combinado de activa/reactiva a cuatro hilos clase 0,2S en activa y 0,5 en reactiva, bidireccional, con emisor de impulsos, 3x110√3 V y 3x5 A, simple tarifa y montaje empotrado.
- Un (1) módulo tarificadores de cuatro entradas con reloj interno incorporado y salida serie de comunicaciones.

10.9.2. Resto de medidas

La medida de las posiciones de todo el recinto se integrará, bien directamente (desde los T/i y T/t) bien a través de convertidores que se integrarán en el sistema de control.

En los puntos de medida con contadores externos al sistema de control integrado se recogerá mediante pulsos en el sistema de control.

10.10. Telecomunicaciones

Se dotará al recinto de un doble sistema de Telecontrol, siendo dichos sistemas independientes. Se encargarán de recoger las señales, alarmas y medidas de la instalación para su transmisión al centro remoto de operación. Dichos sistemas funcionarán en condiciones de falta.

La información a transmitir será tratada y preparada por el sistema de control integrado y la transmisión vía satélite hasta el despacho de control.

A través de esta vía de comunicación se podrá realizar telemedida.

10.11. Alumbrado

La construcción del recinto se integrará con un sistema de alumbrado exterior y otro interior en el edificio con un nivel lumínico, en ambos casos, suficiente para poder efectuar las maniobras precisas con el máximo de seguridad, además de un sistema de alumbrado de emergencia.

10.11.1. Alumbrado exterior

Los equipos de alumbrado a instalar permitirán la ejecución de maniobras y revisiones necesarias cumpliendo las siguientes premisas:

- Con carácter general, no se instalarán luminarias en una posición tal que envíen luz por encima del plano horizontal en su posición de instalación.
- El espectro de luz será tal que se evitará una mayor intensidad en longitudes de onda inferiores a 54 nm que la que emiten las lámparas de Vapor de Sodio a alta presión.
- Los lugares a iluminar serán los indispensables, evitando así la intrusión lumínica en espacios innecesarios y la emisión directa al cielo.

Por lo anterior, para la iluminación exterior se montarán proyectores de aluminio anodizado, cerrados, que alojarán lámparas de 400 W tipo LED.

Los proyectores se instalarán sobre soportes a una altura y orientación adecuada, con el fin de facilitar las labores de mantenimiento.

El encendido de este alumbrado se produce manual o automáticamente por medio de un reloj programador instalado en el cuadro de servicios auxiliares, en el que irá montado el contactor y los fusibles que protegen el correspondiente circuito.

10.11.2. Alumbrado interior

El alumbrado interior en el edificio se realizará con pantallas para tubos fluorescentes de 36 W que proporcionarán la iluminación exigida a cualquier necesidad.

10.11.3. Alumbrado de emergencia

Se instalará un sistema de alumbrado de emergencia, compuesto por lámparas de incandescencia y alimentado en corriente continua con posibilidad de doble ciclo de 15 minutos (uno automático y otro manual).

10.12. Sistemas complementarios en el edificio

Se instalará un edificio de control que irá equipado además con las siguientes instalaciones complementarias:

- Sistema de detección de humos en el edificio. La activación de este sistema emitirá una alarma que se transmitirá por telemando.
- Sistema de extinción de incendios con medios manuales.
- Sistema anti-intrusos mediante contactos de puerta y alarma, que también se transmitirá por telemando. Irá equipado además con:
  - Detectores volumétricos en las esquinas.
  - Sistema de centralización de alarmas
  - Videovigilancia
- Sistema de aire acondicionado con bomba de calor.
- Se dispondrá de un sistema de ventilación con extractor.

10.13. Instalación de puesta a tierra

Se dotará a la instalación de una malla de tierra inferior enterrada a 0,80 m de profundidad, que se extenderá hacia el exterior del cerramiento perimetral y que permita reducir las tensiones de paso y de contacto a niveles admisibles,

anulando el peligro de electrocución del personal que transite tanto por el interior como por el exterior de la instalación.

Todos los elementos metálicos de la instalación estarán unidos a la malla de tierras inferior, dando cumplimiento a las exigencias descritas en la ITC-RAT 13 del "Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión".

Según lo establecido en el citado Reglamento, apartado 6.1 de la ITC-RAT 13, se conectarán a las tierras de protección todas las partes metálicas no sometidas a tensión normalmente, pero que pueden estarlo como consecuencia de averías, accidentes, sobretensiones por descargas atmosféricas o tensiones inductivas. Por este motivo, se unirán a la malla de tierra:

- Los chasis y bastidores de aparatos de maniobra.
- Los envolventes de los conjuntos de armarios metálicos.
- Las puertas metálicas de los locales.
- Las vallas y cercas metálicas.
- Las columnas, soportes, pórticos, etc.
- Las estructuras y armaduras metálicas de los edificios que contengan instalaciones de alta tensión.
- Las armaduras metálicas de los cables.
- Las tuberías y conductos metálicos.
- Las carcasas de transformadores, generadores, motores y otras máquinas.
- Hilos de guarda o cables de puesta a tierra de las líneas aéreas.
- Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.
- Pantalla de separación de los circuitos primario y secundario de los transformadores de medida o protección.

Se conectarán directamente a tierra, sin uniones desmontables intermedias, los siguientes elementos, que se consideran puestas a tierra de servicio:

- Los neutros de los transformadores, que lo precisen, en instalaciones o redes con neutro a tierra de forma directa o a través de resistencias o bobinas.
- El neutro de los alternadores y otros aparatos o equipos que lo precisen.
- Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida o protección, salvo que existan pantallas metálicas de separación conectadas a tierra entre los circuitos de alta y baja tensión de los transformadores.

- Los limitadores, descargadores, autoválvulas, pararrayos, para eliminación de sobretensiones o descargas atmosféricas.

Las conexiones previstas se fijarán a la estructura y carcasas del aparellaje mediante tornillos y grapas especiales de aleación de cobre, que permitan no superar la temperatura de 200 ºC en las uniones y que aseguren la permanencia de la unión. Se hará uso de soldaduras aluminotérmicas Cadweld de alto poder de fusión, para las uniones bajo tierra, ya que sus propiedades son altamente resistentes a la corrosión galvánica.

La red de tierras aéreas se diseñará y ejecutará de tal manera que el recinto esté protegido contra sobretensiones de origen atmosférico. El diseño deberá cumplir con lo establecido en las normativas de referencia IEEE 998 - IEEE Guide for Direct Lightning Stroke Shielding of Substations y UNE-EN 62305 Protección contra el rayo.

No obstante, el cálculo de la red de puesta a tierra se deberá realizar en fase de ingeniería de detalle/ejecución, teniendo en cuenta los datos de cortocircuito actualizados al estudio que se realice en dicha fase y las resistividades reales medidas en terreno.

10.14. Obra civil

La obra civil para la construcción del recinto de medida consistirá en:

10.14.1. Explanación y acondicionamiento del terreno

Se proyecta la ejecución de la explanación existente a la cota de proyecto, llevándose a cabo el desbroce y retirada de la tierra vegetal de dicha zona, que se acopiará en obra para su extendido final en las zonas libres exteriores a la explanada, procediéndose posteriormente a la realización de los trabajos de excavación y relleno compactado en las correspondientes zonas hasta la referida cota de explanación.

La instalación se implantará en el lugar con reducida pendiente para minimizar el movimiento de tierras y por lo tanto minimizar en mayor medida el impacto ambiental sobre el terreno y paisaje.

La cota de terminado de grava de la explanada quedará 15 cm por encima de la cota de explanación indicada.

10.14.2. Cerramiento perimetral

El cerramiento que delimitará el terreno destinado a alojar la instalación estará formado por una malla metálica, fijado todo sobre postes metálicos de 48 mm de diámetro, colocados cada 2,50 m. La sujeción de los postes al suelo se realizará mediante dados de hormigón, rematándose el espacio entre dados con un bordillo prefabricado. El cerramiento así constituido tendrá una altura de 2,30 m sobre el terreno, cumpliendo la mínima reglamentaria establecida de 2,20 m.

Se instalarán para el acceso a la instalación dos puertas metálicas, una peatonal de una hoja y 1 m de anchura y otra para el acceso de vehículos de dos hojas y 6 m de anchura.

10.14.3. Accesos y viales interiores

Se ha proyectado el acceso desde una vía de comunicación de dominio público.

Se construirán los viales interiores necesarios para permitir el acceso de los equipos de transporte y mantenimiento requeridos para el montaje y conservación de los elementos de la instalación.

10.14.4. Edificio

Se instalará un edificio formado por elementos modulares prefabricados de hormigón armado con aislamiento térmico, realizándose "in situ" la cimentación y solera para el asiento y fijación de dichos elementos prefabricados y de los equipos interiores del edificio, así como la organización de las canalizaciones necesarias para el tendido de los cables de potencia y control. Además, se revestirá el propio edificio con una capa de mortero y se rematará con una cubierta a dos aguas de teja árabe tradicional.

Este edificio constará de una sola planta y se distribuirá en dos salas que darán servicio a la instalación. El edificio albergará la sala de control/comunicaciones y la sala de medida y facturación.

Exteriormente el edificio irá rematado con una acera perimetral.

Los paneles de fachada se revestirán con capa de mortero (enfoscado) con lo que se busca respetar las tipologías y colores de las edificaciones de la zona. La cubierta se ejecutará a dos aguas con teja árabe tradicional.

10.14.5. Cimentaciones.

Se realizarán las cimentaciones necesarias para la sustentación del aparellaje exterior de 220 kV.

10.14.6. Canalizaciones eléctricas.

Se construirán todas las canalizaciones eléctricas necesarias para el tendido de los correspondientes cables de potencia y control.

Estas canalizaciones estarán formadas por zanjas, arquetas y tubos, enlazando los distintos elementos de la instalación para su correcto control y funcionamiento.

Las zanjas se construirán con bloques de hormigón prefabricado, colocados sobre un relleno filtrante en el que se dispondrá un conjunto de tubos porosos que constituirán parte de la red de drenaje, a través de la cual se evacuará cualquier filtración manteniéndose las canalizaciones libres de agua.

10.14.7. Drenaje de aguas pluviales

El drenaje de las aguas pluviales se realizará mediante una red de recogida formada por tuberías drenantes que canalizarán las mismas a través de un colector hasta el exterior del recinto, vertiendo en una playa de gravas.

10.14.8. Terminado de la instalación

Acabada la ejecución del edificio, cimentaciones y canalizaciones, se procederá a la extensión de una capa de grava de 10 cm de espesor para dotar de uniformidad la superficie de la instalación. Se favorecerá este pavimento oscuro para reducir la contaminación lumínica.

11. DISTANCIAS DE SEGURIDAD TRAMO AÉREO. CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS

11.1. Distancias de aislamiento eléctrico para evitar descargas

Teniendo en cuenta el apartado 5.2 de la ITC LAT 07, para la tensión más elevada de la red Us = 245 kV (dado que la tensión nominal es de 220 kV), se tiene que las distancias serán:

- Del = 1,70 m.
- Dpp = 2,00 m.

Siendo Del la distancia externa de aislamiento a masa, ya sea la torre o un obstáculo externo, y Dpp la distancia de aislamiento para prevenir descarga entre conductores.

11.2. Prescripciones especiales

En ciertas situaciones, como cruzamientos y paralelismos con otras líneas o con vías de comunicación o sobre zonas urbanas, y con objeto de reducir la probabilidad de accidente aumentando la seguridad de la línea, además de las consideraciones generales que se exponen en todo el documento, deberán cumplirse las prescripciones especiales que se detallan en el presente apartado.

No será necesario adoptar disposiciones especiales en los cruces y paralelismos con cursos de agua no navegables, caminos de herradura, sendas, veredas, cañadas y cercados no edificados, salvo que estos últimos puedan exigir un aumento en la altura de los conductores.

En aquellos tramos de línea en que, debido a sus características especiales y de acuerdo con lo que más adelante se indica, haya que reforzar sus condiciones de seguridad, no será necesario el empleo de apoyos distintos de los que corresponda establecer por su situación en la línea (alineación, ángulo, anclaje, etc.), ni la limitación de longitud en los vanos, que podrá ser la adecuada con arreglo al perfil del terreno y a la altura de los apoyos. Por el contrario, en dichos tramos serán de aplicación las siguientes prescripciones especiales:

a) Ningún conductor o cable de tierra tendrá una carga de rotura inferior a 1.200 daN en líneas de tensión nominal superior a 30 kV, ni inferior a 1.000 daN en líneas de tensión nominal igual o inferior a 30 kV. En estas últimas, y en el caso de no alcanzarse dicha carga, se pueden añadir al conductor un cable fiador de naturaleza apropiada, con una carga de rotura no inferior a los anteriores valores. Los conductores y cables de tierra no presentarán ningún empalme en el vano de cruce, admitiéndose durante la explotación y por causa de la reparación de averías, la existencia de un empalme por vano.

b) Se prohíbe la utilización de apoyos de madera.

c) Los coeficientes de seguridad de cimentaciones, apoyos y crucetas, en el caso de hipótesis normales, deberán ser un 25% superiores a los establecidos para la línea en los apartados 3.5 y 3.6. Esta prescripción no se aplica a las líneas de categoría especial, ya que la resistencia mecánica de los apoyos se determina considerando una velocidad mínima de viento de 140 km/h y una hipótesis con cargas combinadas de hielo y viento.

d) La fijación de los conductores al apoyo deberá ser realizada de la forma siguiente:

d.1 En el caso de líneas sobre aislador rígido se colocarán dos aisladores por conductor, dispuestos en forma transversal al eje del mismo, de modo que sobre uno de ellos apoye el conductor y sobre el otro un puente que se extienda en ambas direcciones, y de una longitud suficientes para que en caso de formarse el arco a tierra sea dentro de la zona del mismo. El puente se fijará en ambos extremos al conductor mediante retenciones o piezas de conexión que aseguren una unión eficaz y, asimismo, las retenciones del conductor y del puente a sus respectivos aisladores serán de diseño apropiado para garantizar una carga de deslizamiento elevada.

d.2 En el caso de líneas con aisladores de cadena, la fijación podrá ser efectuada de una de las formas siguientes:

a) Con dos cadenas horizontales de amarre por conductor, una a cada lado del apoyo.

b) Con una cadena sencilla de suspensión, en la que los coeficientes de seguridad mecánica de herrajes y aisladores sean un 25% superiores a los establecidos en los apartados 3.3 y 3.4, o con una cadena de suspensión doble. En estos casos deberá adoptarse alguna de las siguientes disposiciones:

b.1 Refuerzo del conductor con varillas de protección (armor rod).

b.2 Descargadores o anillos de guarda que eviten la formación directa de arcos de contorneamiento sobre el conductor.

b.3 Varilla o cables fiadores de acero a ambos lados de la cadena, situados por encima del conductor y de longitud suficiente para que quede protegido en la zona de formación del arco. La unión de los fiadores al conductor se hará por medio de grapas antideslizantes.

Para el pintado de color verde en los apoyos de las líneas aéreas de transporte de energía eléctrica de alta tensión, o cualquier otro pintado que sirva de mimetización con el paisaje, el titular de la instalación deberá contar con la aceptación de los Organismos competentes en materia de misiones de aeronaves en vuelos a baja cota con fines humanitarios y de protección de la naturaleza.

11.3. Distancias en el apoyo

11.3.1. Distancias entre conductores

La distancia de los conductores sometidos a tensión mecánica entre sí, así como entre los conductores y los apoyos, debe ser tal que no haya riesgo alguno de cortocircuito ni entre fases ni a tierra, teniendo presente los efectos de las oscilaciones de los conductores debidas al viento y al desprendimiento de la nieve acumulada sobre ellos.

Con este objeto, la separación mínima entre conductores se determinará por la fórmula siguiente:

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

en la cual:

- D Separación entre conductores en metros.
- K Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento.
- F Flecha máxima en metros según el apartado 3.2.3 de la ITC-LAT 07.

- L Longitud en metros de la cadena de suspensión. En el caso de conductores fijados al apoyo por cadenas de amarre o aisladores rígidos L=0.
- K' 0,85 al tratarse de una línea de categoría especial.
- Dpp 2,00 metros.

11.3.2. Distancia entre conductores y partes puestas a tierra

No será inferior a Del = 1,70 metros, según el apartado 5.4.2. de la ITC-LAT 07.

Las distancias de los conductores y accesorios en tensión a los apoyos serán superiores a este límite.

11.4. Distancias al terreno, caminos, sendas y cursos de agua no navegables.

La altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical según las hipótesis de temperatura y de hielo del apartado 3.2.3., queden situados por encima de cualquier punto del terreno o superficies de agua no navegables, a una altura mínima según la siguiente fórmula, con un mínimo de 6 metros:

$$\mathbf{Dadd + Del = 5{,}3 + 1{,}7 = 7\ m}$$

Cuando la línea atraviese explotaciones agropecuarias, la altura mínima será de 7 metros, con objeto de evitar accidentes por proyección de agua o por circulación de maquinaria agrícola, camiones y otros vehículos.

Tal y como se aprecia en los planos adjuntos, la distancia al terreno es superior a las expresadas anteriormente.

En los planos de planta y perfil longitudinal aparece una línea a una distancia de 7 metros sobre el terreno, siendo esta la distancia de seguridad al terreno tomada a lo largo de todo el trazado de la línea.

11.5. Distancias a otras líneas eléctricas aéreas o de telecomunicación

11.5.1. Cruzamientos

El propietario de la línea que se va a cruzar deberá enviar, a requerimiento de la entidad que va a realizar el cruce, a la mayor brevedad posible, los datos básicos de la línea (por ejemplo, el tipo y sección del conductor, tensión, etc.) con el fin de realizar los cálculos y evitar errores por falta de información.

Son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3 de la ITC-LAT 07, quedando modificadas de la siguiente forma:

- Condición a). En líneas de tensión superior a 30 kV puede admitirse la existencia de un empalme por conductor en el vano de cruce.

- Condición b). Pueden emplearse apoyos de madera siempre que su fijación al terreno se realice mediante zancas metálicas o de hormigón.
- Condición c). Queda exceptuado su cumplimiento.

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 sobrellevar 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. La distancia entre los conductores de la línea inferior y las partes más próximas de los apoyos de la superior no será menor de:

Dadd + Del = 3.3+ 1,7 = 5 m

Con un mínimo de

- 2 metros para líneas de tensión de hasta 45 kV.
- 3 metros para líneas de tensión superior a 45 kV y hasta 66 kV.
- 4 metros para líneas de tensión superior a 66 kV y hasta 132 kV.
- 5 metros para líneas de tensión superior a 132 kV y hasta 220 kV.
- 7 metros para líneas de tensión superior a 220 kV y hasta 400 kV.

La mínima distancia vertical entre los conductores de fase de ambas líneas, en las condiciones más desfavorables. Tomando como Dadd los valores de la tabla 17 del apartado 5.6.1. de la ITC-LAT-07, no deberá ser inferior a:

Dadd + Dpp = 3,5 + 2,0 = 5,5 m

La distancia mínima vertical entre los conductores de fase de la línea eléctrica superior y los cables de tierra convencionales o cables compuestos tierra-óptico (OPGW) de la línea eléctrica inferior en el caso de que existan, no deberá ser inferior, teniendo en cuenta la tensión de línea, a:

Dadd + Del = 1,5 + Del = 1,5 + 1,7 = 3,2 m

con un mínimo de 2 metros. Los valores de Del se indican en el apartado 5.2 de la ITC-LAT-07; en función de la tensión más elevada de la línea.

Independientemente del punto de cruce de ambas líneas, la mínima distancia vertical entre los conductores de fase de ambas líneas, o entre los conductores de fase de la línea eléctrica superior y los cables de guarda de la línea eléctrica inferior, en el caso de que existan, se comprobará considerando:

Los conductores de fase de la línea eléctrica superior en las condiciones más desfavorables de flecha máxima establecidas en el proyecto de la línea,

Los conductores de fase o los cables de guarda de la línea eléctrica inferior sin sobrecarga alguna a la temperatura mínima según la zona (-5 ºC en zona A, -15 ºC en zona B y -20 ºC en zona C).

Se cumplirán todas y cada una de estas limitaciones.

En general, cuando el punto de cruce de ambas líneas se encuentre en las proximidades del centro del vano de la línea inferior, se tendrá en cuenta la posible desviación de los conductores de fase por la acción del viento.

Como se indica en el apartado 5.2 del Reglamento, las distancias externas mínimas de seguridad Dadd+ Del deben ser siempre superiores a 1,1 veces asom, distancia de descarga de la cadena de aisladores, definida como la distancia más corta en línea recta, entre las partes con tensión y las partes puestas a tierra.

Cuando la resultante de los esfuerzos del conductor en alguno de los apoyos de cruce de la línea inferior tenga componente vertical ascendente, se tomarán las debidas precauciones para que no se desprendan los conductores, aisladores o soportes.

Podrán realizarse cruces de líneas sin que la línea superior reúna en el cruce las condiciones de seguridad reforzada señaladas en el apartado 5.3 del Reglamento, si la línea inferior estuviera protegida en el cruce por un haz de cables de acero, situado entre ambas, con la suficiente resistencia mecánica para soportar la caída de los conductores de la línea superior en el caso de que estos se rompieran o desprendieran.

Los cables de acero de protección serán de acero galvanizado y estarán puestos a tierra en las condiciones prescritas en el apartado correspondiente del Reglamento.

El haz de cables de protección tendrá una longitud sobre la línea inferior, igual al menos a vez y media la protección horizontal de la separación entre los conductores extremos de la línea superior, en la dirección de la línea inferior. Dicho haz de cables de protección podrá situarse sobre los mismos o diferentes apoyos de la línea inferior, pero en todo caso los apoyos que lo soportan en su parte enterrada serán metálicos o de hormigón.

Para este caso, las distancias mínimas verticales entre los conductores de la línea superior e inferior y el haz de cables de protección serán 1,5 x Del, con un mínimo de 0,75 metros, para las tensiones respectivas de las líneas en cuestión.

Se podrá autorizar excepcionalmente, previa justificación, el que se fijen sobre un mismo apoyo dos líneas que se crucen. En este caso, en dicho apoyo y en los conductores de la línea superior se cumplirán las prescripciones de seguridad reforzada determinadas en el apartado 5.3 de la ITC-LAT 07.

En estos casos en que por circunstancias singulares sea preciso que la línea de menor tensión cruce por encima de la de tensión superior, será preciso recabar la autorización expresa, teniendo presente en el cruce todas las prescripciones y criterios expuestos en el apartado 5.3 de la ITC-LAT 07.

Las líneas de telecomunicación serán consideradas como líneas eléctricas de baja tensión y su cruzamiento estará sujeto, por tanto, a las prescripciones de este apartado.

11.5.2. Paralelismos entre líneas eléctricas aéreas

Se entiende que existe paralelismo cuando dos o más líneas próximas siguen sensiblemente la misma dirección, aunque no sean rigurosamente paralelas.

Siempre que sea posible, se evitará la construcción de líneas paralelas de transporte o de distribución de energía eléctrica, a distancias inferiores a 1,5 veces de altura del apoyo más alto, entre las trazas de los conductores más próximos. Se exceptúan de la anterior recomendación las zonas de acceso a centrales generadores y estaciones transformadoras.

En todo caso, entre los conductores contiguos de las líneas paralelas, no deberá existir una separación inferior a la prescrita en el apartado 5.4.1 de la ITC-LAT-07, considerando los valores K, K', L, F y Dpp de la línea de mayor tensión.

11.5.3. Paralelismos entre líneas eléctricas aéreas y líneas de telecomunicación

Se evitará siempre que se pueda el paralelismo de las líneas eléctricas de alta tensión con líneas de telecomunicación, y cuando ello no sea posible se mantendrá entre las trazas de los conductores más próximos de una y otra línea una distancia mínima igual a 1,5 veces la altura del apoyo más alto.

11.6. Distancias a carreteras

En el caso de cruzamientos con carreteras, son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3 de la ITC LAT 07 y expuestas anteriormente. Además, para la instalación de los apoyos, tanto en el caso de cruzamiento como en el caso de paralelismo, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

a) Para la Red de Carreteras del Estado, la instalación de apoyos se realizará preferentemente detrás de la línea límite de edificación y a una distancia a la arista exterior de la calzada superior a vez y media su altura. La línea límite de edificación es la situada a 50 metros en autopistas, autovías y vías rápidas, y a 25 metros en el resto de carreteras de la Red de Carreteras del Estado de la arista exterior de la calzada.

b) Para las carreteras no pertenecientes a la Red de Carreteras del Estado, la instalación de los apoyos deberá cumplir la normativa vigente de cada comunidad autónoma aplicable a tal efecto.

c) Independientemente de que la carretera pertenezca o no a la Red de Carreteras del Estado, para la colocación de apoyos dentro de la zona de afección de la carretera, se solicitará la oportuna autorización a los órganos competentes de la Administración. Para la Red de Carreteras del Estado, la zona de afección comprende una distancia de 100 metros desde la arista exterior de la explanación en el caso de autopistas, autovías y vías rápidas, y 50 metros en el resto de carreteras de la Red de Carreteras del Estado.

d) En circunstancias topográficas excepcionales, y previa justificación técnica y aprobación del órgano competente de la Administración, podrá permitirse la colocación de apoyos a distancias menores de las fijadas.

11.6.1. Cruzamientos

La distancia de los conductores a la rasante de la carretera no será inferior a:

$$\mathbf{Dadd + Del = 7{,}5 + 1{,}7 = 9{,}2\ m}$$

Con una distancia mínima de 7 m.

11.7. Distancias a ferrocarriles sin electrificar

Para la instalación de los apoyos, tanto en el caso de paralelismo como en el caso de cruzamientos, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

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.

En los cruzamientos no se podrán instalar los apoyos a una distancia de la arista exterior de la explanación inferior a vez y media la altura del apoyo.

En circunstancias topográficas excepcionales, y previa justificación técnica y aprobación del órgano competente de la Administración, podrá permitirse la colocación de apoyos a distancias menores de las fijadas.

11.7.1. Cruzamientos

Son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3. La distancia mínima de los conductores de la línea eléctrica sobre las cabezas de los carriles será la misma que para cruzamientos con carreteras.

11.7.2. Paralelismos

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3.

11.8. Distancias a ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses

Para la instalación de los apoyos, tanto en el caso de paralelismo como en el caso de cruzamientos, se seguirá lo indicado en el apartado para ferrocarriles sin electrificar.

En el cruzamiento entre las líneas eléctricas y los ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses, la distancia mínima vertical de los conductores de la línea eléctrica, con su máxima flecha vertical, según las hipótesis del apartado 3.2.3 de la ITC LAT 07, sobre el conductor más alto de todas las líneas de energía eléctrica, telefónicas y telegráficas del ferrocarril será de:

$$\mathbf{Dadd + Del = 3{,}5 + 1{,}7 = 5{,}2\ m}$$

con un mínimo de 4 metros.

Además, en el caso de ferrocarriles, tranvías y trolebuses provistos de trole, o de otros elementos de toma de corriente que puedan accidentalmente separarse de la línea de contacto, los conductores de la línea eléctrica deberán estar situados a una altura tal que, al desconectarse el órgano de toma de corriente, no quede, teniendo en cuenta la posición más desfavorable que pueda adoptar, a menor distancia de aquellos que la definida anteriormente.

11.9. Distancias a teleféricos y cables transportadores

En este caso no hay cruzamientos ni paralelismos con teleféricos y cables transportadores.

11.10. Distancias a ríos y canales, navegables o flotables

Para la instalación de los apoyos, tanto en el caso de paralelismo como en el caso de cruzamientos, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

a) La instalación de apoyos se realizará a una distancia de 25 metros y, como mínimo, vez y media la altura de los apoyos, desde el borde del cauce fluvial correspondiente al caudal de la máxima avenida. No obstante, podrá admitirse la colocación de apoyos a distancias inferiores si existe la autorización previa de la administración competente.

b) En circunstancias topográficas excepcionales, y previa justificación técnica y aprobación de la Administración, podrá permitirse la colocación de apoyos a distancias menores de las fijadas.

11.10.1. Cruzamientos

Son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3 del Reglamento.

En los cruzamientos con ríos y canales, navegables o flotables, la distancia mínima vertical de los conductores, con su máxima flecha vertical según las hipótesis del apartado 3.2.3, sobre la superficie del agua para el máximo nivel que pueda alcanzar ésta será de:

G + Dadd+ Del= G + 3,5 + 1,70

siendo G el gálibo, expresando en metros.

En el caso de que no exista gálibo definido se considerará este igual a 4,7 metros.

11.11. Paso por zonas

En general, para las líneas eléctricas aéreas con conductores desnudos se define la zona de servidumbre de vuelo como la franja de terreno definida por la proyección sobre el suelo de los conductores extremos, considerados éstos y sus cadenas de aisladores en las condiciones más desfavorables, sin contemplar distancia alguna adicional.

Las condiciones más desfavorables son considerar los conductores y sus cadenas de aisladores en su posición de máxima desviación, es decir, sometidos a la acción de su peso propio y a una sobrecarga de viento, según apartado 3.1.2 de la ITC LAT 07, para una velocidad de viento de 120 km/h a la temperatura de +15 ºC.

Las líneas aéreas de alta tensión deberán cumplir el R.D. 1955/2000, de 1 de diciembre, en todo lo referente a las limitaciones para la constitución de servidumbre de paso.

11.11.1. Bosques, árboles y masas de arbolado

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3 de la ITC-LAT-07

Para evitar las interrupciones del servicio y los posibles incendios producidos por el contacto de ramas o troncos de árboles con los conductores de una línea eléctrica aérea, deberá establecerse, mediante la indemnización correspondiente, una zona de protección de la línea definida por la zona de servidumbre de vuelo, incrementada por la siguiente distancia de seguridad a ambos lados de dicha proyección:

Dadd+ Del = 1,5 + 1,70 = 3,20 m

con un mínimo de 2 metros.

El responsable de la explotación de la línea estará obligado a garantizar que la distancia de seguridad entre los conductores de la línea y la masa de arbolado dentro de la zona de servidumbre de paso satisface las prescripciones de este reglamento, estando obligado el propietario de los terrenos a permitir la realización de tales actividades. Asimismo, comunicará al órgano competente de la administración las masas de arbolado excluidas de zona de servidumbre de paso, que pudieran comprometer las distancias de seguridad establecida en este reglamento. Deberá vigilar también que la calle por donde discurre la línea se mantenga libre de todo residuo procedente de su limpieza, al objeto de evitar la generación o propagación de incendios forestales.

En el caso de que los conductores sobrevuelen los árboles; la distancia de seguridad se calculará considerando los conductores con su máxima flecha vertical según las hipótesis del apartado 3.2.3 de la ITC LAT 07.

Para el cálculo de las distancias de seguridad entre el arbolado y los conductores extremos de la línea, se considerarán éstos y sus cadenas de aisladores en sus condiciones más desfavorables descritas en este apartado.

Igualmente deberán ser cortados todos aquellos árboles que constituyen un peligro para la conservación de la línea, entendiéndose como tales los que, por inclinación o caída fortuita o provocada puedan alcanzar los conductores en su posición normal, en la hipótesis de temperatura b) del apartado 3.2.3 de la ITC LAT 07. Esta circunstancia será función del tipo y estado del árbol, inclinación y estado del terreno, y situación del árbol respecto a la línea.

Los titulares de las redes de distribución y transporte de energía eléctrica deben mantener los márgenes por donde discurren las líneas limpias de vegetación, al objeto de evitar la generación o propagación de incendios forestales.

Asimismo, queda prohibida la plantación de árboles que puedan crecer hasta llegar a comprometer las distancias de seguridad reglamentarias.

11.11.2. Edificios, construcciones y zonas urbanas

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3 de la ITC LAT 07.

Se evitará el tendido de líneas eléctricas aéreas de alta tensión con conductores desnudos en terrenos que estén clasificados como suelo urbano, cuando pertenezcan al territorio de municipios que tengan plan de ordenación o como casco de población en municipios que carezcan de dicho plan. No obstante, a petición del titular de la instalación y cuando las circunstancias técnicas o económicas lo aconsejen, el órgano competente de la Administración podrá autorizar el tendido aéreo de dichas líneas en las zonas antes indicadas.

Se podrá autorizar el tendido aéreo de líneas eléctricas de alta tensión con conductores desnudos en las zonas de reserva urbana con plan general de ordenación legalmente aprobado y en zonas y polígonos industriales con plan

parcial de ordenación aprobado, así como en los terrenos del suelo urbano no comprendidos dentro del casco de la población en municipios que carezcan de plan de ordenación.

Conforme a lo establecido en el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, no se construirán edificios e instalaciones industriales en la servidumbre de vuelo, incrementada por la siguiente distancia mínima de seguridad a ambos lados:

Dadd+ Del = 3,3 + 1,7 = 5,00 m

con un mínimo de 5 metros.

Análogamente, no se construirán líneas por encima de edificios e instalaciones industriales en la franja definida anteriormente.

No obstante, en los casos de mutuo acuerdo entre las partes, las distancias mínimas que deberán existir en las condiciones más desfavorables, entre los conductores de la línea eléctrica y los edificios o construcciones que se encuentren bajo ella, serán:

Sobre puntos accesibles a las personas: 5,5 + Del = 5,5 + 1,7 = 7,20 metros, con un mínimo de 6 metros.

Sobre puntos no accesibles a las personas: 3,3 + Del = 3,3 + 1,7 = 5,00 metros, con un mínimo de 4 metros.

Se procurará asimismo en las condiciones más desfavorables, el mantener las anteriores distancias, en proyección horizontal, entre los conductores de la línea y los edificios y construcciones inmediatos.

11.11.3. Proximidad a aeropuertos

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3 de la ITC LAT 07.
Las líneas aéreas de AT con conductores desnudos que hayan de construirse en lo proximidad de los aeropuertos, aeródromos, helipuertos e instalaciones de ayuda a la navegación aérea, deberán ajustarse a los especificado en la legislación y disposiciones vigentes en la materia que correspondan.

11.11.4. Proximidad a parques eólicos

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3 de la ITC LAT 07.
Por motivos de seguridad de las líneas eléctricas aéreas de conductores desnudos, no se permite la instalación de nuevos aerogeneradores en la franja de terreno definida por la zona de servidumbre de vuelo incrementada en la altura total del aerogenerador, incluida la pala, más 10 m.

11.11.5. Proximidades a obras.

Cuando se realicen obras próximas a líneas aéreas y con objeto de garantizar la protección de los trabajadores frente a los riesgos eléctricos según la reglamentación aplicable de prevención de riesgos laborales, y en particular el 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, el promotor de la obra se encargará de que se realice la señalización mediante el balizamiento de la línea aérea. El balizamiento utilizará elementos normalizados y podrá ser temporal.

12. DISTANCIAS DE SEGURIDAD TRAMO SUBTERRÁNEO. CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS

12.1. Normas generales sobre cruzamientos

A continuación, se fijan, para cada uno de los casos indicados, las condiciones que deben responder los cruzamientos de cables subterráneos de alta tensión.

12.1.1. Calles, caminos y carreteras

En los cruces de calzada, carreteras, caminos, etc., se realizarán canalizaciones entubadas. La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie no será inferior a 0,6m. Los tubos de la canalización estarán hormigonados en toda su longitud salvo que se utilicen sistemas de perforación tipo topo en la que no será necesaria esta solicitación. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

En los cruces con viales, se protegerá la línea con una capa de hormigón.

12.1.2. Ferrocarriles

Los cables se colocarán en canalizaciones entubadas hormigonadas, perpendiculares a la vía siempre que sea posible. La parte superior del tubo más próximo a la superficie quedará a una profundidad mínima de 1,1 metros respecto de la cara inferior de la traviesa. Dichas canalizaciones entubadas rebasaran las vías férreas en 1,5 metros por cada extremo.

12.1.3. Otros cables de energía eléctrica

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de alta tensión discurran por debajo de los de baja tensión. La distancia mínima entre un cable de energía eléctrica de A.T. y otros cables de energía eléctrica será de 0,25 m. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable instalado más recientemente se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

12.1.4. Cables de telecomunicación

La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m. La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicación, será superior a 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable instalado más recientemente se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

12.1.5. Canalizaciones de agua

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua será de 0,2 m. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua, o de los empalmes de la canalización eléctrica, situando unos y otros a una distancia superior a 1 m del cruce. Cuando no puedan mantenerse estas distancias, la canalización más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

12.1.6. Canalizaciones de gas

En los cruces de líneas subterráneas de A.T con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la tabla 3 de la ITC-LAT 06 del RD 223/2008. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrá reducirse mediante colocación de una protección suplementaria, hasta los mínimos establecidos en dicha tabla 3. Esta protección suplementaria, a colocar entre servicios, estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc.).

En los casos en que no se pueda cumplir con la distancia mínima establecida con protección suplementaria y se considerase necesario reducir esta distancia, se pondrá en conocimiento de la empresa propietaria de la conducción de gas, para que indique las medidas a aplicar en cada caso.

La protección suplementaria garantizará una mínima cobertura longitudinal de 0,45 metros a ambos lados del cruce y 0,30 metros de anchura centrada con la instalación que se pretende proteger, de acuerdo con la figura adjunta.

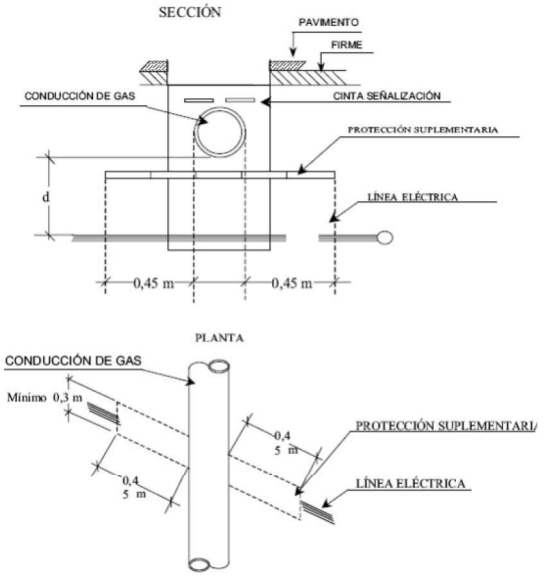


IMAGEN 9. ESQUEMA PARA DEFINICIÓN DE LA PROTECCIÓN SUPLEMENTARIA.

En el caso de línea subterránea de alta tensión con canalización entubada, se considerará como protección suplementaria el propio tubo, no siendo de aplicación las coberturas mínimas indicadas anteriormente. Los tubos estarán constituidos por materiales con adecuada resistencia mecánica, una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

12.1.7. Conducciones de alcantarillado

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado. No se admitirá incidir en su interior. Se admitirá incidir en su pared (por ejemplo, instalando tubos) siempre que se asegure que ésta no ha quedado debilitada. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se dispondrán separados mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

12.1.8. Depósitos de carburante

Los cables se dispondrán separados mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm. Los tubos distarán, como mínimo, 1,20 metros del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito, como mínimo, 2 metros por cada extremo.

12.2. Normas generales sobre proximidades y paralelismos

Los cables subterráneos de A.T deberán cumplir las condiciones y distancias de proximidad que se indican a continuación, procurando evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

12.2.1. Otros cables de energía eléctrica

Los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,25 metros. Cuando no pueda respetarse esta distancia la conducción más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm. En el caso que un mismo propietario canalice a la vez varios cables de A.T del mismo nivel de tensiones, podrá instalarlos a menor distancia, pero los mantendrá separados entre sí con cualquiera de las protecciones citadas anteriormente.

12.2.2. Cables de telecomunicación

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 metros. Cuando no pueda mantenerse esta distancia, la canalización más reciente instalada se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

12.2.3. Canalizaciones de agua

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 metros. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 metro. Cuando no puedan mantenerse estas distancias, la canalización más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm. Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 metros en proyección horizontal y, también, que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico. Por otro lado, las arterias importantes de agua se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 metro respecto a los cables eléctricos de alta tensión.

12.2.4. Canalizaciones de gas

En los paralelismos de líneas subterráneas de A.T con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la tabla 4 de la ITC-LAT 06 del RD 223/2008. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrán reducirse mediante la colocación de una protección suplementaria hasta las distancias mínimas establecidas en dicha tabla 4. Esta protección suplementaria a colocar entre servicios estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillo, etc.) o por tubos de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 metro.

12.3. Acometidas (conexiones de servicio)

En el caso de que alguno de los dos servicios que se cruzan o discurren paralelos sea una acometida o conexión de servicio a un edificio, deberá mantenerse entre ambos una distancia mínima de 0,30 metros. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm. La entrada de las acometidas o conexiones de servicio a los edificios, tanto cables de B.T como de A.T en el caso de acometidas eléctricas, deberá taponarse hasta conseguir su estanqueidad.

13. RELACIÓN DE AFECCIONES. CRUZAMIENTOS, PARALELISMOS Y SOTERRAMIENTOS

A lo largo del trazado, se producen los siguientes cruzamientos, paralelismos y soterramientos (coordenadas en ETRS89 H30):

13.1. Cruzamientos

Nº	Tramo	Tipo	X	Y	Distancia Al Suelo	Organismo propietario o afectado
C1	SUBTERRÁNEO	CAMINO	417.564	4.459.337		Ayto. de Navalcarnero
C2	SUBTERRÁNEO	CAUCE NATURAL	417.721	4.459.343		Confederación Hidrográfica del Tajo
C3	SUBTERRÁNEO	BARRANCO DE MANCIGORDO	418.161	4.460.107		Confederación Hidrográfica del Tajo
C4	SUBTERRÁNEO	LÍNEA ELÉCTRICA EXISTENTE	418.150	4.460.129		I-DE Redes Eléctricas Inteligentes S.A.U.
C5	SUBTERRÁNEO	LÍNEA ELÉCTRICA EXISTENTE	418.127	4.460.135		I-DE Redes Eléctricas Inteligentes S.A.U.
C6	SUBTERRÁNEO	LÍNEA ELÉCTRICA EXISTENTE	418.041	4.460.156		I-DE Redes Eléctricas Inteligentes S.A.U.

Nº	Tramo	Tipo	X	Y	Distancia Al Suelo	Organismo propietario o afectado
C7	SUBTERRÁNEO	LÍNEA ELÉCTRICA EXISTENTE	417.962	4.460.189		I-DE Redes Eléctricas Inteligentes S.A.U.
C8	SUBTERRÁNEO	LÍNEAS ELÉCTRICAS	418.093	4.460.493		I-DE Redes Eléctricas Inteligentes S.A.U.
C9	SUBTERRÁNEO	CAMINO ASFALTADO	417.993	4.460.618		Ayto. de Navalcarnero
C10	SUBTERRÁNEO	LÍNEA TELECOMUNICACIONES	419.433	4.461.129		TELEFONICA S.A.
C11	SUBTERRÁNEO	LÍNEA TELECOMUNICACIONES	419.813	4.461.136		TELEFONICA S.A.
C12	SUBTERRÁNEO	LÍNEA ELÉCTRICA EXISTENTE	419.865	4.461.262		I-DE Redes Eléctricas Inteligentes S.A.U.
C13	SUBTERRÁNEO	RÍO GUADARRAMA	419.968	4.461.294		Confederación Hidrográfica del Tajo
C14	SUBTERRÁNEO	CORDEL REAL DE GUADARRAMA	420.017	4.461.293		Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de La Comunidad De Madrid
C15	SUBTERRÁNEO	LÍNEA ELÉCTRICA EXISTENTE	420.041	4.461.283		I-DE Redes Eléctricas

Nº	Tramo	Tipo	X	Y	Distancia Al Suelo	Organismo propietario o afectado
						Inteligentes S.A.U.
C16	SUBTERRÁNEO	CARRETERA M-413	420.347	4.461.206		Dirección General de Carreteras de la Comunidad de Madrid
C17	SUBTERRÁNEO	ARROYO DEL AGUIJÓN	420.708	4.461.415		Confederación Hidrográfica del Tajo
C18	SUBTERRÁNEO	LÍNEA ELÉCTRICA EXISTENTE	421.746	4.461.709		REE
C19	AÉREO	ARROYO DEL AGUIJÓN	421.876	4.461.763	24,57	Confederación Hidrográfica del Tajo
C20	AÉREO	CARRETERA A-5/E-90	421.874	4.461.827	29,49	Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana
C21	AÉREO	LÍNEA ELÉCTRICA EXISTENTE	422.167	4.462.104	20,21	REE
C22	AÉREO	CAMINO DEL LOMO	422.504	4.462.199	20,36	Ayto. de Móstoles
C23	AÉREO	CAMINO	423.268	4.462.658	19,87	Ayto. de Móstoles
C24	AÉREO	CAMINO	423.319	4.462.753	20,61	Ayto. de Móstoles

Nº	Tramo	Tipo	X	Y	Distancia Al Suelo	Organismo propietario o afectado
C25	AÉREO	ARROYO DE LA CAMA DEL LOBO	423.341	4.462.804	21,91	Confederación Hidrográfica del Tajo
C26	AÉREO	ARROYO DE LAS CARRESQUILLAS	423.536	4.463.310	26,06	Confederación Hidrográfica del Tajo
C27	AÉREO	CAMINO	423.817	4.463.975	20,49	Ayto. de Móstoles
C28	SUBTERRÁNEO	CAMINO	423.934	4.464.238		Ayto. de Móstoles
C29	SUBTERRÁNEO	ARROYO DEL SOTO	423.796	4.464.631		Confederación Hidrográfica del Tajo
C30	SUBTERRÁNEO	LÍNEA ELÉCTRICA EXISTENTE	423.792	4.464.719		I-DE Redes Eléctricas Inteligentes S.A.U.
C31	SUBTERRÁNEO	CAMINO ASFALTADO	423.946	4.465.394		Ayto. de Móstoles
C32	SUBTERRÁNEO	LÍNEA ELÉCTRICA EXISTENTE	423.955	4.465.406		I-DE Redes Eléctricas Inteligentes S.A.U.
C33	SUBTERRÁNEO	LÍNEA ELÉCTRICA EXISTENTE	423.803	4.465.499		I-DE Redes Eléctricas Inteligentes S.A.U.
C34	SUBTERRÁNEO	LÍNEA ELÉCTRICA EXISTENTE	423.467	4.465.679		I-DE Redes Eléctricas

Nº	Tramo	Tipo	X	Y	Distancia Al Suelo	Organismo propietario o afectado
						Inteligentes S.A.U.
C35	SUBTERRÁNEO	LÍNEA ELÉCTRICA EXISTENTE	423.431	4.465.690		I-DE Redes Eléctricas Inteligentes S.A.U.
C36	SUBTERRÁNEO	ARROYO DE PEÑACA	423.307	4.465.730		Confederación Hidrográfica del Tajo
C37	SUBTERRÁNEO	LÍNEA ELÉCTRICA EXISTENTE	423.207	4.465.791		I-DE Redes Eléctricas Inteligentes S.A.U.
C38	SUBTERRÁNEO	LÍNEA ELÉCTRICA EXISTENTE	422.996	4.465.948		I-DE Redes Eléctricas Inteligentes S.A.U.
C39	SUBTERRÁNEO	LÍNEA ELÉCTRICA EXISTENTE	422.870	4.466.114		I-DE Redes Eléctricas Inteligentes S.A.U.
C40	SUBTERRÁNEO	LÍNEA ELÉCTRICA EXISTENTE	422.918	4.466.235		I-DE Redes Eléctricas Inteligentes S.A.U.
C41	SUBTERRÁNEO	LÍNEA ELÉCTRICA EXISTENTE	423.203	4.466.700		REE

TABLA 38. RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS.

13.2. Paralelismos

Nº	Tramo	Tipo	X	Y	Organismo propietario o afectado
P1	SUBTERRÁNEO	BARRANCO DE MANCIGORDO	418.115	4.459.981	Confederación Hidrográfica del Tajo
P2	SUBTERRÁNEO	BARRANCO DE MANCIGORDO	417.967	4.460.178	Confederación Hidrográfica del Tajo
P3	SUBTERRÁNEO	CARRETERA A5-E/90	418.323	4.461.155	Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana
P4	SUBTERRÁNEO	LÍNEA ELÉCTRICA EXISTENTE	418333,6696	4.461.126	I-DE Redes Eléctricas Inteligentes S.A.U.
P5	SUBTERRÁNEO	ARROYO DEL AGUIJÓN	420431,5279	4.461.211	Confederación Hidrográfica del Tajo
P6	SUBTERRÁNEO	ARROYO DEL AGUIJÓN	421166,2176	4.461.657	Confederación Hidrográfica del Tajo
P7	AÉREO	FERROCARRIL	423019,7765	4.462.225	ADIF
P8	SUBTERRÁNEO	LÍNEA ELÉCTRICA EXISTENTE	423128,1613	4.466.622	REE

TABLA 39. RELACIÓN DE PARALELISMOS.

13.3. Soterramientos

Nº	Tramo	Tipo	X	Y	Organismo propietario o afectado
S1	SUBTERRÁNEO	CAMINO DE LOS ALMENDRUCOS	417.933	4.459.760	Ayto. de Navalcarnero
S2	SUBTERRÁNEO	CAMINO DE MANCIGORDO	418.096	4.460.604	Ayto. de Navalcarnero
S3	SUBTERRÁNEO	CAMINO	419.145	4.461.227	Ayto. de Navalcarnero
S4	SUBTERRÁNEO	CAMINO ASFALTADO	419.771	4.461.119	Ayto. de Navalcarnero
S5	SUBTERRÁNEO	VEREDA DEL CAMINO DE SAN MARCOS	423.970	4.464.380	Ayto. de Móstoles
S6	SUBTERRÁNEO	CAMINO ASFALTADO	423.926	4.464.403	Ayto. de Móstoles
S7	SUBTERRÁNEO	VEREDA DEL MOLINO DEL OBISPO	423.955	4.465.409	Ayto. de Móstoles

TABLA 40. RELACIÓN DE SOTERRAMIENTOS.

14. PLAZO DE EJECUCIÓN

Las obras que comprende este Proyecto se realizarán en un plazo máximo de nueve semanas (7 meses), a contar a partir del siguiente a la obtención de la última autorización disponible.

	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7
CONSTRUCCIÓN LÍNEA SUBTERRÁNEA							
1. Trabajos previos de acondicionamiento							
2. Trabajos obra civil (apertura de zanjas)							
3. Tendido de Cables							
5. Reposición del firme							
6. Confección de Botellas terminales							
7. Montaje de pararrayos							
CONSTRUCCIÓN LÍNEA AÉREA							
1. Replanteo y cimentaciones de apoyos							
2. Izado de apoyos							
3. Tendido de Conductores							

15. RELACIÓN DE MINISTERIOS, CONSEJERÍAS, ORGANISMOS Y EMPRESAS DE SERVICIO PÚBLICO AFECTADOS POR LA INSTALACIÓN DE LA LÍNEA

Los organismos afectados en la realización del presente proyecto son:

- AYUNTAMIENTO DE MÓSTOLES
- AYUNTAMIENTO DE NAVALCARNERO
- AYUNTAMIENTO DE VILLAVICIOSA DE ODÓN
- AYUNTAMIENTO DE ARROYOMOLINOS
- I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES S.A.U
- CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TAJO
- CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO DE LA COMUNIDAD DE MADRID
- DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS DE LA COMUNIDAD DE MADRID
- MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
- RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
- ADIF
- TELEFONICA S.A.
- AGENCIA ESTATAL DE SEGURIDAD AÉREA

16. CONCLUSIÓN

En las páginas anteriores de esta memoria y en los planos que la acompañan figuran los datos que han de servir para la ejecución de la Línea Aérea-Subterránea 220 kV SET Las Colinas 30/220kV – SET Villaviciosa (REE), estando dispuestos a aclararlos o completarlos en la forma que la Administración considere conveniente.

Los datos expuestos en la presente Memoria, completados con los documentos que se acompañan, se consideran suficientes para poder formar juicio de la instalación proyectada, y servir de base para la Aprobación de su proyecto de Ejecución y Desarrollo y declaración en concreto de su Utilidad Pública.

Madrid, octubre de 2025

[redacted]

Línea Subterránea 220 kV SET Las Colinas 30/220kV-SET Villaviciosa (REE)

Proyecto Técnico Administrativo para Autorización Administrativa Previa

octubre de 2025 - v01

Anexos a la Memoria

Línea Subterránea 220 kV SET Las Colinas 30/220kV– SET Villaviciosa (REE)

Proyecto Técnico Administrativo para Autorización Administrativa Previa

octubre de 2025 - v01

Anexo I: Estudio de gestión de residuos de la Línea de Alta Tensión

VERSIÓN	CREADO	REVISADO	FECHA	COMENTARIOS
01	D.P.D.	E.R.S.	13/10/2025	Edición inicial

Contenido

1. INTRODUCCIÓN 4

2. OBJETO 5

3. PRODUCCIÓN DE RESIDUOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN 6

4. GESTIÓN INTERNA DE LOS RESIDUOS 9

4.1. Residuos no peligrosos 9

4.2. Residuos peligrosos 9

5. GESTIÓN EXTERNA DE LOS RESIDUOS 11

5.1. Residuos no peligrosos 11

5.2. Residuos peligrosos 11

5.3. Medidas de segregación “in situ” previstas (clasificación / selección) 11

5.4. Segregación 13

5.5. Almacenamiento 13

6. CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN 15

6.1. Cuantificación de la gestión de residuos producidos 15

6.2. Valoración económica de la gestión de residuos generados 16

1. INTRODUCCIÓN

En relación a los residuos generados durante la fase de construcción de la Línea Subterránea 220 kV SET Las Colinas 30/220kV– SET Villaviciosa (REE) en proyecto, en los términos municipales de Móstoles, Navalcarnero, Villaviciosa de Odón y Arroyomolinos dentro de la comunidad Autónoma de Madrid, podemos diferenciar entre los residuos no peligrosos y los residuos peligrosos, según se definen en la Ley 07/2022, de 8 de abril, de residuos.

El tramo subterráneo de la línea discurrirá la totalidad de su longitud en zanja bajo tubo hormigonado y en bandejas portacables.

La línea subterránea discurrirá en casi su totalidad en zanja bajo tubo hormigonado.

A continuación, se diferencian los residuos que se generarán durante el periodo de realización de las obras de los producidos en la fase de explotación de la instalación.

2. OBJETO

El presente Estudio de Residuos se realiza para minimizar los impactos derivados de la generación de residuos en la construcción del presente 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 según lo establecido en el R.D. 105/2008 de 1 de febrero de 2008 por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

3. PRODUCCIÓN DE RESIDUOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN

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 y apertura de zanjas.
- Acopio de material necesario en las campas.
- Apertura de la calle de tendido. Apertura de calle de seguridad (talas y podas).
- Tendido de cables eléctricos y cables de tierra.
- Limpieza y restauración de las zonas de obra.

Los residuos peligrosos generados en la fase de construcción serán principalmente los derivados del mantenimiento de la maquinaria utilizada para la realización de la obra. Los residuos referidos serán aceites usados, restos de trapos impregnados con aceites y o disolventes, envases que han contenido sustancias peligrosas, etc.

Las operaciones de mantenimiento de maquinaria se realizarán preferentemente en talleres externos, aunque debido a averías de la maquinaria en la propia obra y la dificultad de traslado de maquinaria de gran tonelaje en ocasiones resulta inevitable realizar dichas operaciones in-situ.

Debido a situaciones accidentales durante el mantenimiento de la maquinaria o a la manipulación de sustancias peligrosas pueden darse pequeños vertidos de aceites, combustibles, etc. que originen tierras contaminadas con sustancias peligrosas.

En la fase de construcción los residuos no peligrosos que se generarán serán del tipo metales, plásticos, restos de cables, restos de hormigón y restos orgánicos, etc.

En cuanto a las operaciones de movimiento de tierras se retirará en primer lugar la capa superficial, constituida por tierra vegetal que podrá ser reutilizada para las labores de recuperación de la zona.

Las tierras sobrantes generadas debidas a las excavaciones, serán reutilizadas preferentemente en las labores de relleno, siempre que sea posible, tratando de minimizar por tanto las tierras sobrantes que deban ser retiradas.
Debido a las labores de hormigonado de zanjas. se generarán restos de hormigón procedente del lavado de hormigoneras.

Como consecuencia del personal laboral de obra se generarán una serie de residuos asimilables a urbanos, como restos de comidas, envoltorios, latas, etc…

En las siguientes tablas se especifica a modo de resumen los residuos generados como consecuencia de la actividad evaluada, codificados de acuerdo a lo establecido en la Decisión de la comisión de 18 de diciembre de 2014 (2014/955/UE) Lista de residuos:

RESIDUOS NO PELIGROSOS			
CÓDIGO LER	TIPO DE RESIDUO	PROCEDENCIA	GESTIÓN
17 01 01	Restos de Hormigón	Operaciones de hormigonado de zanjas o cimentaciones.	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su valorización.
17 02 01	Madera	Realización de cimentaciones o zanjas. Montaje de estructuras.	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su reutilización, valorización.
17 04 07	Metales mezclados	Realización de instalaciones	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su reutilización, valorización.
17 05 04	Excedentes de excavación /Tierras sobrantes	Operaciones que implican movimientos de tierras como apertura de cimentaciones y/o zanjas.	Reutilización en la medida de lo posible en la propia obra, el resto será retirado a plantas de fabricación de áridos para reciclar y si no son posibles las dos opciones anteriores a vertederos autorizados.
17 08 04	Residuos mezclados de construcción	Construcción de la Línea.	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su valoración.
20 01 01	Papel y cartón	Envoltorio de componentes, protección transporte de materiales	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su reutilización, valoración.
20.03.01	Restos asimilables a urbanos	Restos procedentes del personal de obra (restos de comida, bolsas de plásticos, latas,etc…)	Retirada por Gestor autorizado o por acuerdos con el Ayuntamiento

RESIDUOS PELIGROSOS			
CÓDIGO LER	TIPO DE RESIDUO	PROCEDENCIA	GESTIÓN
15 02 02	Trapos impregnados de sustancias peligrosas como aceites, disolventes, etc… (RP)	Operaciones de mantenimiento de la maquinaria de obra.	Retirada por Gestor autorizado a vertedero autorizado.
17 05 03	Tierras y piedras que contienen sustancias peligrosas (RP)	Posibles vertidos accidentales, derrames de la maquinaria y manipulación de sustancias peligrosas como aceites, disolventes, etc…	Retirada por Gestor autorizado a vertedero autorizado.
13 02 05	Aceites usados (RP).	Operaciones de mantenimiento de la maquinaria de obra.	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su valorización.
15 01 10	Envases que han contenido sustancias peligrosas, como envases de aceites, combustible, disolventes, pinturas, etc… (RP)	Operaciones de mantenimiento de la maquinaria de obra.	Retirada por Gestor autorizado a vertedero autorizado.

4. GESTIÓN INTERNA DE LOS RESIDUOS

Para la correcta gestión de los residuos en la instalación desde su producción hasta su recogida por parte de un gestor autorizado se habilitará una o más zonas de almacenamiento de residuos ubicadas en los terrenos de la subestación de promotores, y contempladas en los estudios de gestión de residuos de la misma. Dichas zonas de almacenamiento cumplirán con las características descritas a continuación.

4.1. Residuos no peligrosos

Durante la fase de obra se habilitarán zonas para el almacenamiento de residuos no peligrosos de fácil acceso a los operarios (junto a casetas de obras, zonas de almacenamiento de materiales), el mismo estará perfectamente señalizado y será conocido por el personal de obra. En el mismo se instalarán diferentes cubas y contenedores que faciliten la segregación de los residuos para así facilitar su posterior gestión.

Las tierras sobrantes serán acopiadas en la propia obra tratando de disminuir el tiempo de almacenamiento el máximo posible, se tratará preferentemente de utilizar estas tierras en la propia obra.

Los restos de hormigón que se encontrarán principalmente en las balsas de recogida de lavado de hormigonera, serán retirados y llevados a una cuba hasta su recogida.

Se dispondrán contenedores para el almacén de residuos asimilables a urbanos, identificados de forma que faciliten la recogida selectiva. Además, se dispondrán papeleras en el lugar de origen.

Para materiales reciclables como maderas, metales, restos plásticos se dispondrán cubas diferenciadas que faciliten su segregación.

4.2. Residuos peligrosos

El almacenamiento de residuos peligrosos para los residuos generados en la fase de construcción se realizará en una zona adecuada y destinada a tal fin, perfectamente señalizada y con las características que se describen a continuación:

- Se realizará sobre una superficie impermeabilizada y con estructuras que sean capaces de contener un posible vertido accidental de los residuos.
- Contará con una cubierta superior que evite que el agua de lluvia pueda provocar el arrastre de los contaminantes y sea protegido por la radiación solar.
- El área de almacenamiento de residuos peligrosos estará perfectamente identificado y señalizado.

- Los recipientes utilizados para el almacenamiento de residuos peligrosos serán adecuados a cada tipo de residuo y se encontrarán en perfecto estado, cumpliendo lo establecido en la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.
- Cada uno de los contenedores de residuos peligrosos se encontrará etiquetado, según el sistema de identificación establecido en la legislación vigente.

5. GESTIÓN EXTERNA DE LOS RESIDUOS

Según lo establecido en la Ley 7/2022 de residuos los poseedores de residuos están obligados a entregarlos a un gestor de residuos para su valorización o eliminación. Siendo prioritario destinar todo residuo potencialmente reciclable o valorizable a estos fines, evitando su eliminación siempre que sea posible.

En este sentido el destino final de los residuos generados en la instalación será siempre que sea posible la valorización, a continuación, se especifica la gestión final a la que se destinará cada uno de ellos.

5.1. Residuos no peligrosos

Las tierras sobrantes serán principalmente reutilizadas siempre que sea posible para el relleno de excavaciones en la propia obra, si esto no es posible se destinará junto con los restos de hormigón y el resto de residuos de construcción a plantas donde sea posible su reutilización, finalmente y como última opción serán retirados a vertederos autorizados.

Las maderas, chatarras y plásticos serán retiradas por gestor autorizado de residuos priorizando su reciclaje.

Los residuos asimilables a urbanos serán segregados de forma que se facilite su valorización, estos residuos serán retirados por gestor autorizado de residuos o bien mediante acuerdos con el ayuntamiento.

5.2. Residuos peligrosos

Los residuos peligrosos que se puedan dar en la fase de construcción de la línea son los derivados del mantenimiento y reparación de la maquinaría empleada en la obra. Estas operaciones de mantenimiento y reparación se realizarán en talleres autorizados para tal efecto, evitando la gestión de este tipo de residuos en la obra.

5.3. Medidas de segregación “in situ” previstas (clasificación / selección)

En base al artículo 5.5 del RD 105/2008, los residuos de construcción y demolición deberán separase en fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

RESIDUO	PESO
Hormigón	80,00 T
Ladrillos, tejas, cerámicos	40,00 T
Metales	2,00 T
Madera	1,00 T
Vidrio	1,00 T
Plásticos	0,50 T
Papel y cartón	0,50 T

Atendiendo a la jerarquía de la normativa en primará lo establecido en la Ley 7/2022 frente al RD 105/2008, por lo que la separación de residuos será según lo establecido en el artículo 30, apartado 2 de la mencionada ley: madera, fracciones de minerales, metales, vidrio, plástico y yeso. En las zonas de almacenaje temporal de los residuos se dispondrán contenedores separados para cada una de las fracciones de los residuos que puedan generarse en la obra:

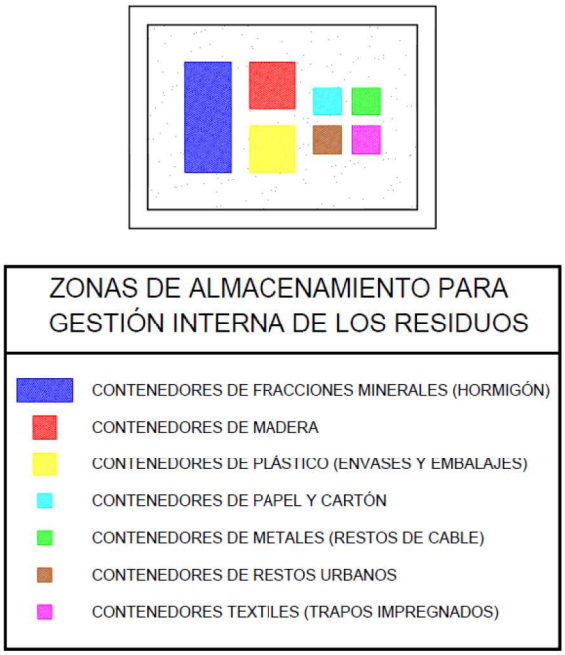


IMAGEN 1. Ejemplo zonas de almacenamiento

Medidas empleadas:

X	Eliminación previa de elementos desmontables y/o peligrosos
X	Derribo separativo / segregación en obra nueva (ej.: pétreos, madera, metales, plásticos + cartón + envases, orgánicos, peligrosos…). Solo en caso de superar las fracciones establecidas en el artículo 5.5 del RD 105/2008
X	Derribo integral o recogida de escombros en obra nueva "todo mezclado", y posterior tratamiento en planta

5.4. 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.

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).

5.5. Almacenamiento

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.

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 prevean utilizar para los distintos residuos.

6. CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN

6.1. Cuantificación de la gestión de residuos producidos

La previsión de generación de residuos de construcción durante la fase de construcción de la Línea Subterránea 220 kV SET Las Colinas 30/220kV– SET Villaviciosa (REE) en proyecto, en los términos municipales de Móstoles, Navalcarnero, Villaviciosa de Odón y Arroyomolinos dentro de la comunidad Autónoma de Madrid, es la siguiente:

Tipo residuo	Código LER	Cantidad estimada de residuo generado	Densidad	Cantidad estimada de residuo generado
		(kg)	(kg/m3)	(m3)
Excedentes de excavación	17 05 04	18.229.977,40	1800	10.127,77
Restos de hormigón	17 01 01	93513,18	2500	37,41
Escombros	17 01 07	320.737,87	1500	213,83
Papel y cartón	20 01 01	7034,87	900	7,82
Maderas	17 02 01	70.402,12	600	117,34
Plásticos (envases y embalajes)	17 02 03	126224,00	900	140,25
Chatarras metálicas	17 04 05 / **17 04 07** / 17 04 01 / 17 04 02	351.476,06	1500	234,32
Restos asimilables a urbanos	20 03 01	199,68	900	0,22
Restos asimilables a urbanos. Contenedor amarillo: metales y plásticos (Si segregan)	15 01 02 / 15 01 04 / 15 01 05 / 15 01 06	299,52	400	0,75
Trapos impregnados	15 02 02*	176,27	300	0,59
Tierras contaminadas	17 05 03*	300,00	1800	0,17

Tipo residuo	Código LER	Cantidad estimada de residuo generado	Densidad	Cantidad estimada de residuo generado
		(kg)	(kg/m3)	(m3)
Envases que han contenido sustancias peligrosas	15 01 10* / 15 01 11*	5277,49	900	5,86
Residuos vegetales (podas y talas)	20 02 01	0,80	500	0,00

6.2. Valoración económica de la gestión de residuos generados

Tipo residuo	Código LER	Cantidad estimada de residuo generado	Densidad	Cantidad estimada de residuo generado	Costes estimados de gestión
		(kg)	(kg/m3)	(m3)	
Excedentes de excavación	17 05 04	18.229.977,40	1800	10.127,77	50.638,83 €
Restos de hormigón	17 01 01	93513,18	2500	37,41	411,46 €
Escombros	17 01 07	320.737,87	1500	213,83	5.131,81 €
Papel y cartón	20 01 01	7034,87	900	7,82	67,53 €
Maderas	17 02 01	70.402,12	600	117,34	1.267,24 €
Plásticos (envases y embalajes)	17 02 03	126224,00	900	140,25	2.423,50 €
Chatarras metálicas	17 04 05 / 17 04 07 / 17 04 01 / 17 04 02	351.476,06	1500	234,32	1.265,31 €
Restos asimilables a urbanos	20 03 01	199,68	900	0,22	0,36 €
Restos asimilables a urbanos. Contenedor amarillo: metales y plásticos (Si segregan)	15 01 02 / 15 01 04 / 15 01 05 / 15 01 06	299,52	400	0,75	0,54 €
Trapos impregnados	15 02 02*	176,27	300	0,59	232,68 €
Tierras contaminadas	17 05 03*	300,00	1800	0,17	5.400,00 €
Envases que han contenido sustancias peligrosas	15 01 10* / 15 01 11*	5277,49	900	5,86	7.599,58 €

Tipo residuo	Código LER	Cantidad estimada de residuo generado	Densidad	Cantidad estimada de residuo generado	Costes estimados de gestión
		(kg)	(kg/m3)	(m3)	
Residuos vegetales (podas y talas)	20 02 01	0,80	500	0,00	0,01 €
TOTAL					74.438,85 €

La valoración económica estimada para la gestión de residuos en la fase de construcción asciende a la cantidad de SETENTA Y CUATRO MIL CUATROCIENTOS TREINTA Y OCHO EUROS CON OCHENTA Y CINCO CENTIMOS.

Madrid, octubre de 2025

[redacted]

Línea Subterránea 220 kV SET Las Colinas 30/220kV– SET Villaviciosa (REE)

Proyecto Técnico Administrativo para Autorización Administrativa Previa

octubre de 2025 - v01

Anexo II: Estudio de Campos Electromagnéticos de la Línea de Alta Tensión

VERSIÓN	CREADO	REVISADO	FECHA	COMENTARIOS
01	D.P.D.	E.R.S.	13/10/2025	Edición inicial

Contenido

1. OBJETO 4

2. NORMATIVA 5

3. INCIDENCIA DEL CAMPO MAGNÉTICO Y ELÉCTRICO 6

3.1. Consideraciones Generales 6

3.1.1. Tramo aéreo 6

3.1.2. Tramo subterráneo 6

3.2. Límites máximos admisibles 7

3.3. Vano de estudio 7

3.4. Sección de estudio 7

3.5. Datos de Partida 7

3.5.1. Vano de estudio 7

3.5.2. Datos de Circuitos 8

3.5.2.1. Datos del tramo aéreo 8

3.5.2.2. Datos del tramo subterráneo 9

3.6. Cálculo del Campo Magnético del Tramo Aéreo 9

3.7. Cálculo del Campo Magnético del Tramo Subterráneo 12

3.8. Cálculo del Campo Eléctrico en el Tramo Aéreo 15

3.9. Cálculo del Campo Eléctrico en el Tramo Subterráneo 16

4. Conclusión 17

1. OBJETO

El objeto de este anexo es estudiar la incidencia de los campos magnéticos en la superficie a una altura de 1 m sobre el suelo, a lo largo del recorrido de la línea Línea Subterránea 220 kV SET Las Colinas 30/220kV– SET Villaviciosa (REE)

Se estudiará la incidencia de los campos magnéticos mediante el cálculo de los niveles máximos que puedan alcanzarse, haciendo una evaluación comparativa con los límites establecidos en la normativa vigente, para asegurar las condiciones de protección a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria establecidas en dicha normativa.

2. NORMATIVA

En la redacción se han tenido en cuenta todas y cada una de las especificaciones contenidas en:

- IEC 62110:2009 Electric and magnetic field levels generated by AC power systems - Measurement procedures with regard to public exposure.
- ICNIRP, Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz). Health Phys. 74, 494-522, 1998.
- Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.
- EPRI Red Book (EPRI, 1982).

3. INCIDENCIA DEL CAMPO MAGNÉTICO Y ELÉCTRICO

3.1. Consideraciones Generales

3.1.1. Tramo aéreo

Los campos magnéticos se generan únicamente si existe una corriente eléctrica en el conductor. La magnitud del campo magnético es proporcional a la corriente que fluye a través de los conductores de la línea y no depende del nivel de tensión. En caso de que haya un incremento de la corriente eléctrica, el campo magnético se incrementará también.

La fuente de los campos eléctricos y magnéticos a 50 Hz son las cargas eléctricas que circulan por los conductores y que se mueven alternativamente a esa frecuencia. Esta oscilación tan pequeña permite considerar a ambos campos como cuasiestáticos.

Se ha realizado una simulación de los campos magnéticos y eléctricos previsiblemente producidos por la línea eléctrica objeto de este proyecto para obtener la incidencia a una altura de 1 m sobre el suelo.

Para ello, se toma como dato de partida, la corriente nominal que circulará a través de la línea indicada en la memoria de cálculo del proyecto.

Las condiciones generales de los conductores son las descritas en la Memoria del proyecto.

El cálculo se realizará mediante el módulo EMF del software PLS-CADD, versión 20.01

3.1.2. Tramo subterráneo

Respecto al campo eléctrico generado por la diferencia de potencial entre los conductores de la línea, este se encuentra confinado totalmente en el interior de la pantalla del mismo. En general, el campo eléctrico disminuye rápidamente al aumentar la distancia a los conductores y son apantallables casi por cualquier materia: paredes, árboles, etc. Por lo tanto, al estar la línea eléctrica enterrada, no existe afección en la superficie.

En relación al campo magnético, se tienen mayores dificultades de apantallamiento, pero su valor decrece rápidamente con la distancia. Se ha realizado una simulación de los campos magnéticos previsiblemente producidos por la línea eléctrica objeto de este proyecto para obtener la incidencia en la superficie del suelo.

Para ello, primero se ha procedido a calcular la intensidad máxima admisible en el caso más desfavorable, con la canalización en la cual los cables se encuentran más cercanos a la superficie, correspondiente a las características de instalación de la canalización tipo con cables enterrados najo tubo hormigonado, al ser la de menor profundidad como se muestra en los planos del proyecto.

Las condiciones generales del cable son las descritas en la Memoria del proyecto.

3.2. Límites máximos admisibles

Los valores límite de exposición establecidos para el público general según el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas, Anexo II, apartado 3.1 (Cuadro 2), establece el límite de campo magnético admitido como 5/f, la intensidad de campo 4/f y de campo eléctrico de 250/f, siendo f la frecuencia en kHz.

De esta manera, para una frecuencia de red de 50Hz, se establecen los siguientes límites:

- Intensidad de campo E = 5 kV/m
- Intensidad de campo H = 80 A/m
- Campo Magnético B = 100 µT

3.3. Vano de estudio

El cálculo del campo magnético y eléctrico del tramo aéreo de la línea se ha analizado para un vano tipo en el cual los conductores de encuentran a 7 metros del terreno, distancia mínima reglamentaria. Esta distancia de 7 metros se daría en la hipótesis de flecha máxima (85ºC).

3.4. Sección de estudio

El cálculo del campo magnético y eléctrico del tramo subterráneo de la línea se ha analizado en la situación más desfavorable, es decir, en aquel caso en el que los conductores se encuentran más próximos a la superficie.

3.5. Datos de Partida

3.5.1. Vano de estudio

El vano de estudio será el más restrictivo, aquel en el cual los conductores se encuentran a 9 metros del suelo.

3.5.2. Datos de Circuitos

3.5.2.1. Datos del tramo aéreo

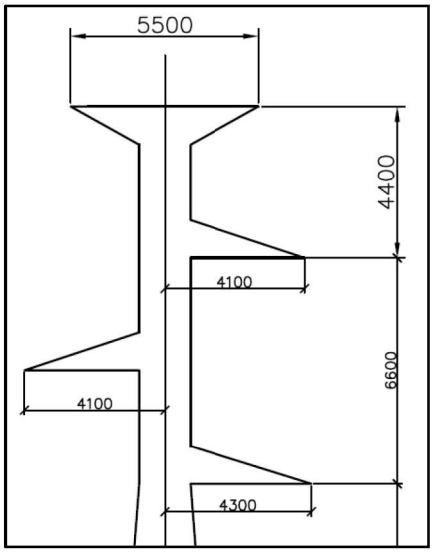
El tramo aéreo de la línea objeto de este anexo consta de un circuito en configuración dúplex, con un conductor LA-380.

A continuación, se presentan las tensiones y corrientes por cada una de las fases de la línea:

Section Number	Section Note	Voltage Ph-Ph (kV)	Current (Amps)	Cable Filename	Cable Description	Conductors Per Phase	Bundle Diameter (cm)	Cable Radius (cm)
4		220.0	289.0	la-380-gull	LA 380 Gull	2	40.000	1.269
5		220.0	289.0	la-380-gull	LA 380 Gull	2	40.000	1.269
13		0.0	0.0	OPGW 71186z	OPGW 71L86z	1	0.000	0.855
14		0.0	0.0	OPGW 71186z	OPGW 71L86z	1	0.000	0.855
22		0.0	0.0	OPGW 71186z	OPGW 71L86z	1	0.000	0.855
23		0.0	0.0	OPGW 71186z	OPGW 71L86z	1	0.000	0.855

IMAGEN 1. TENSIÓN Y CORRIENTE POR CADA UNA DE LAS FASES.

Los conductores se encontrarán suspendidos por torres con el armado presentado a continuación.



3.5.2.2. Datos del tramo subterráneo

El tramo subterráneo de la línea cuenta de un circuito en configuración en triangulo con un conductor por fase, representado en la siguiente imagen:

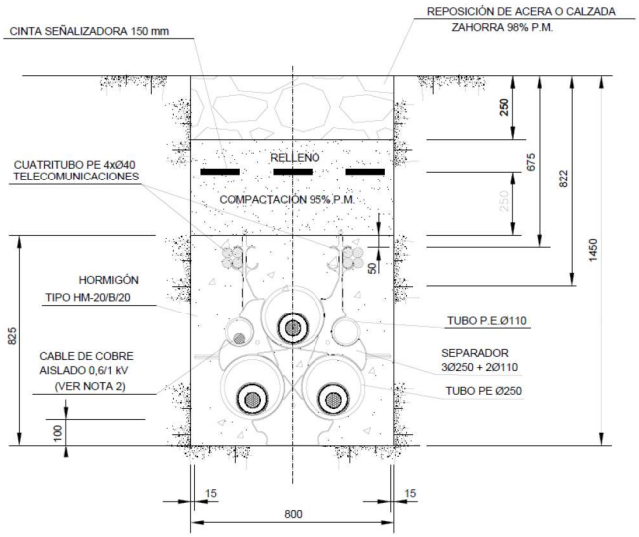


IMAGEN 2. DISPOSICIÓN DE LOS CONDUCTORES EN ZANJA.

La corriente a transportar por la línea es de 289 A y la profundidad de la zanja es de 1.45 metros.

3.6. Cálculo del Campo Magnético del Tramo Aéreo

Para calcular el valor eficaz del campo magnético en un punto cuando no existe ningún apantallamiento magnético se puede emplear la tradicional ley de Biot-Savart según la IEC 62110:2009 (Annex C).

Así, el valor eficaz del campo magnético en un punto 'P' (xi,yi), situado a una altura 'h' sobre el suelo, creado por una corriente I (valor eficaz de una corriente sinusoidal a la frecuencia de 50 Hz), que circula por un cable enterrado a una profundidad 'd', situado a una distancia 'r' del punto 'P', puede determinarse mediante la siguiente expresión:

$$B = \mu \cdot H = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I}{2 \cdot \pi \cdot r} \ (T)$$
$$\mu = \mu_r * \mu_0$$

Donde μ corresponde a la permeabilidad magnética del entorno, μ_0 a la permeabilidad magnética del vacío ($4 * \pi * 10^{-7}$) y μ_r al factor de proporción de la permeabilidad magnética del entorno (para entornos no ferrosos se asume igual a 1).

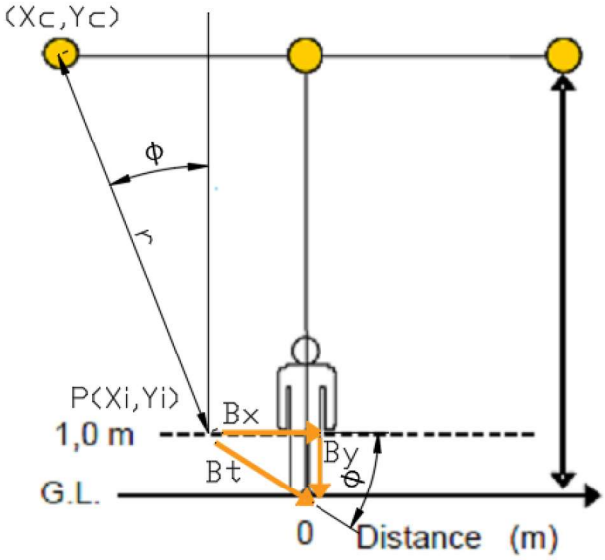


IMAGEN 3. CAMPO MAGNÉTICO CREADO POR UN CONDUCTOR EN UN PUNTO GENÉRICO.

La dirección del campo magnético 'Bt' en el punto 'P' (xi,yi), es perpendicular a la línea que une el conductor situado en las coordenadas (xc,yc), con el punto 'P' donde se quiere calcular el campo.

Teniendo en cuenta la dirección de los ejes (x,y) de la imagen 4, la componente horizontal 'Bx' y la componente vertical, 'By', del campo magnético quedan definidas por las siguientes ecuaciones:

$$B_x = -2 \cdot 10^{-7} \cdot I \cdot \left(-\frac{y_i - y_c}{r^2}\right) \text{ (T)}$$

$$B_y = -2 \cdot 10^{-7} \cdot I \cdot \left(\frac{x_i - x_c}{r^2}\right) \text{ (T)}$$

Siendo 'r':

$$r = \sqrt{(x_i - x_c)^2 + (y_i - y_c)^2} \ (m)$$

La magnitud del campo magnético, en módulo, se determina mediante la suma pitagórica de sus componentes:

$$B_{ti} = \sqrt{B_x^2 + B_y^2} \text{ (T)}$$

De forma general, el cálculo del campo magnético producido en un punto 'P' (xi,yi), por varios conductores se realizará por superposición del campo magnético producido por cada cable independientemente. Así, el valor eficaz del campo magnético 'Bti', en un punto P(xi,yi), situado a una altura 'h' igual a 1 m sobre el suelo, creado por las corrientes (I1, I2, I3, …, Ik), que circulan por 'k' conductores, situado cada uno a una distancia 'rj' del punto 'P', tiene por expresión:

$$B_{xi} = -\frac{\mu_0}{2 \cdot \pi} \cdot \sum_{j=0}^{k} \frac{I_j}{(x_i - x_{cj})^2 + (y_i - y_{cj})^2} \cdot (y_i - y_{cj}) \quad (T)$$

$$B_{yi} = \frac{\mu_0}{2 \cdot \pi} \cdot \sum_{j=0}^{k} \frac{I_j}{(x_i - x_{cj})^2 + (y_i - y_{cj})^2} \cdot (x_i - x_{cj}) \quad (T)$$

El método de cálculo descrito anteriormente establece las siguientes consideraciones:

- Cada conductor se considera sólido, recto y de longitud infinita por el que circula una intensidad de valor y fase determinadas.
- El valor máximo del campo magnético se produce sobre el eje de los conductores.
- La distancia a los conductores, así como la distancia entre fases tienen una influencia importante en la densidad de flujo, siendo los valores más altos para bajas alturas de conductores y mayor distancia entre fases.

A continuación, se muestra el resultado obtenido del análisis del campo magnético en función de la distancia al eje de la línea:

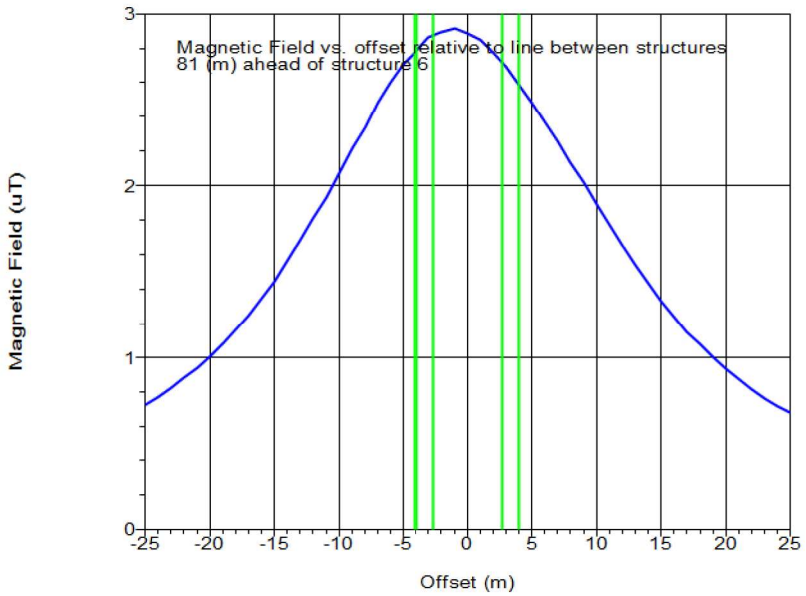


IMAGEN 4. CAMPO MAGNÉTICO EN EL TRAMO AÉREO.

En este caso, el máximo valor de campo magnético es de 2,92 µT y se produce a 1 metros del eje de la línea.

3.7. Cálculo del Campo Magnético del Tramo Subterráneo

Para calcular el valor eficaz del campo magnético en un punto cuando no existe ningún apantallamiento magnético se puede emplear la tradicional ley de Biot-Savart según la IEC 62110:2009 (Annex C).

Así, el valor eficaz del campo magnético en un punto 'P' (xi,yi), situado a una altura h sobre el suelo, creado por una corriente I (valor eficaz de una corriente sinusoidal a la frecuencia de 50 Hz), que circula por un cable enterrado a una profundidad d, situado a una distancia r del punto P, puede determinarse mediante la siguiente expresión:

$$B = \mu_0 \cdot H = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I}{2 \cdot \pi \cdot r} \ (T)$$

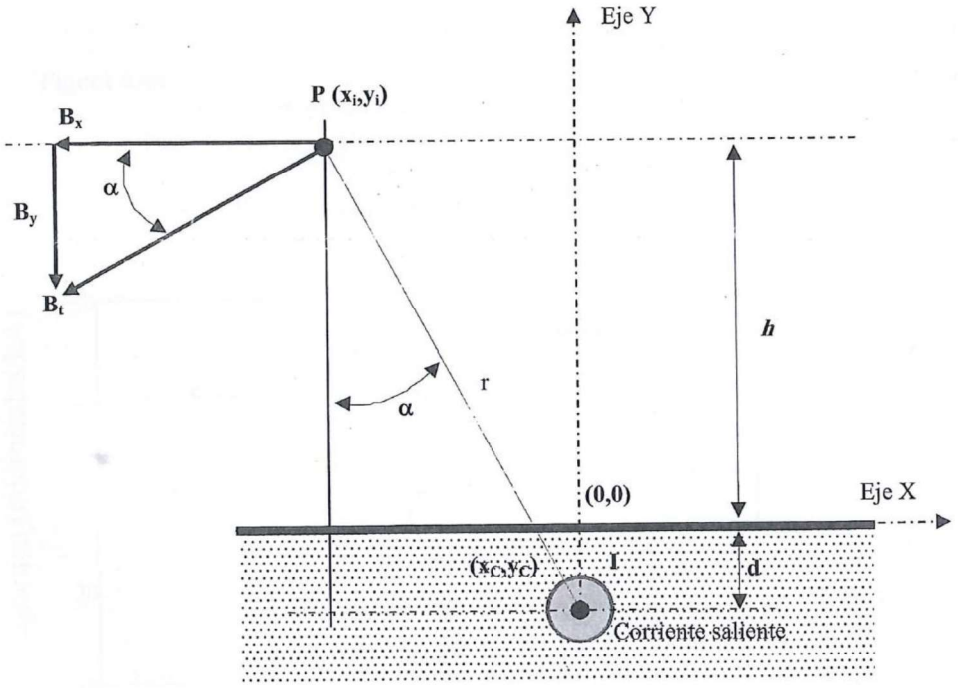


IMAGEN 5. CAMPO MAGNÉTICO CREADO POR UN CONDUCTOR EN UN PUNTO GENÉRICO.

La dirección del campo magnético 'Bt', en el punto 'P' (xi,yi), es perpendicular a la línea que une el conductor situado en las coordenadas (xc,yc), con el punto 'P' donde se quiere calcular el campo.

Teniendo en cuenta la dirección de los ejes (x,y) de la imagen 5, la componentes horizontal 'Bx' y la componente vertical 'By' del campo magnético quedan definidas por las siguientes ecuaciones:

$$B_x = -2 \cdot 10^{-7} \cdot I \cdot \left(\frac{y_i - y_c}{r^2}\right) = -2 \cdot 10^{-7} \cdot I \cdot \left(\frac{h + d}{r^2}\right) \ (T)$$

$$B_y = -2 \cdot 10^{-7} \cdot I \cdot \left(\frac{x_i - x_c}{r^2}\right) = -2 \cdot 10^{-7} \cdot I \cdot \left(\frac{x_i}{r^2}\right) \ (T)$$

Siendo 'r':

$$r = \sqrt{(x_i - x_c)^2 + (y_i - y_c)^2} = \sqrt{(x_i)^2 + (h + d)^2} \ (m)$$

La magnitud del campo magnético, en módulo, se determina mediante la suma pitagórica de sus componentes:

$$B_{ti} = \sqrt{B_x^2 + B_y^2} \ (T)$$

De forma general, el cálculo del campo magnético producido en un punto 'P' (xi,yi), por varios cables se realizará por superposición del campo magnético producido por cada cable independientemente. Así, el valor eficaz del campo magnético 'Bti' en un punto 'P' (xi,yi), situado a una altura 'h' sobre el suelo, creado por las corrientes (I1, I2, I3, …, Ik), que circulan por 'k' cables enterrados a una profundidad 'd', situado cada uno a una distancia 'rj' del punto 'P', tiene por expresión:

$$B_{xi} = \frac{\mu_0}{2 \cdot \pi} \cdot \sum_{j=0}^{k} \frac{I_j}{(x_i - x_{cj})^2 + (y_i - y_{cj})^2} \cdot (y_i - y_{cj}) \quad (T)$$

$$B_{yi} = \frac{\mu_0}{2 \cdot \pi} \cdot \sum_{j=0}^{k} \frac{I_j}{(x_i - x_{cj})^2 + (y_i - y_{cj})^2} \cdot (x_i - x_{cj}) \quad (T)$$

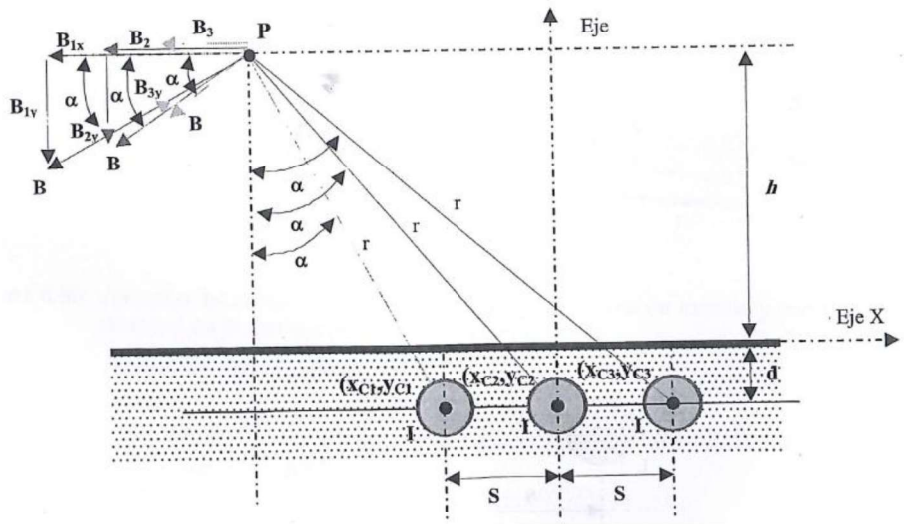


IMAGEN 6. CAMPO MAGNÉTICO CREADO POR 'K' CONDUCTORES EN UN PUNTO GENÉRICO.

El método de cálculo descrito anteriormente establece las siguientes consideraciones:

- Cada cable subterráneo se considera un conductor sólido, recto y de longitud infinita por el que circula una intensidad de valor y fase determinadas.
- No contempla las intensidades que pueden circular por las pantallas de los cables.

- No considera circulación de corriente por el conductor equipotencial que se instala para el conexionado de pantallas en single point, es decir, cuando las pantallas de los cables se conectan rígidamente a tierra sólo en un extremo de la línea subterránea.

El valor máximo del campo magnético se produce sobre el eje de los cables. La distancia a los cables (h+d), así como la distancia entre fases tienen una influencia importante en la densidad de flujo, siendo los valores más altos para bajas profundidades de enterramiento y mayor distancia entre fases.

Los datos de partida para este cálculo son los siguientes:

- Los valores de Xc,Yc son:

Terna	Xc	Terna	Yc
A =	0	A =	-0,99
B =	-0,16	B =	-1,17
C =	0,16	C =	-1,17

- Altura sobre el suelo: 1 m
- Intensidad de corriente/cable: 289 A

A continuación, se muestra el resultado obtenido del análisis del campo magnético en función de la distancia al eje de la línea:

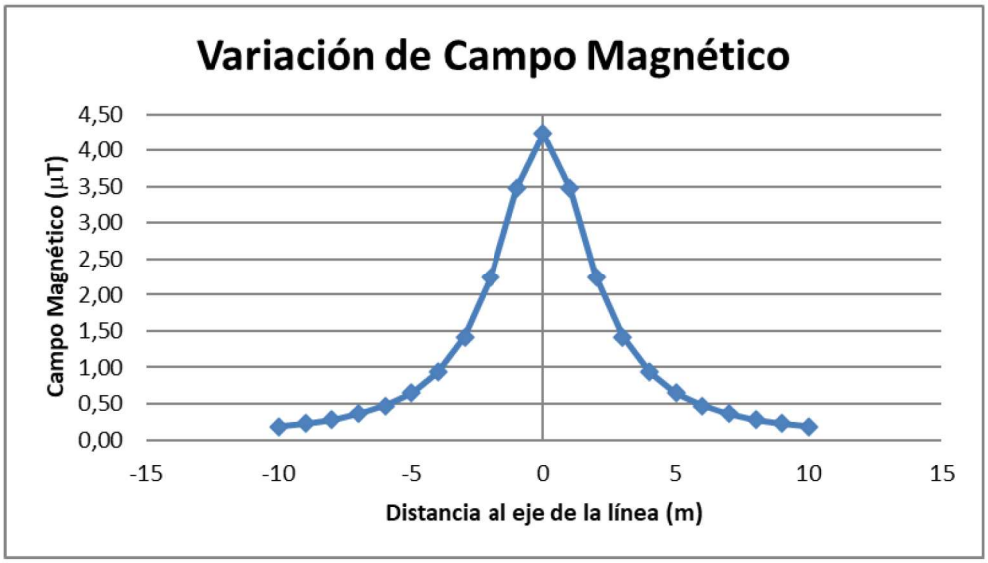


IMAGEN 7. CAMPO MAGNÉTICO EN EL TRAMO SUBTERRÁNEO.

En este caso, para una Intensidad máxima admisible/cable de la sección tipo de 289 A se obtendrían los siguientes valores:

- Valor máximo: 4,24 µT
- Valor mínimo: 0,18 µT

3.8. Cálculo del Campo Eléctrico en el Tramo Aéreo

Este cálculo se realiza mediante el módulo EMF del software PLS-CADD, de acuerdo con los lineamientos y metodología, establecidos en el capítulo 8 del EPRI Red Book (EPRI, 1982).

Los resultados obtenidos, se muestran a continuación:

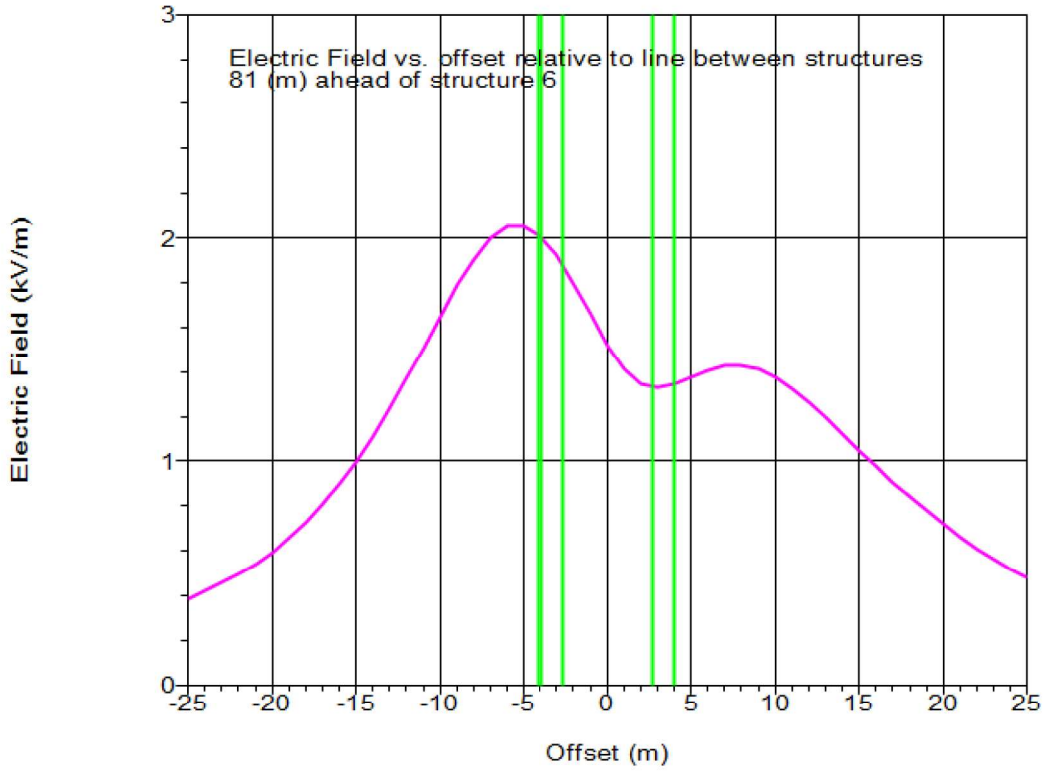


Figura nº8: "Campo eléctrico

En este caso, el máximo valor de campo eléctrico es de 2,05 kV/m y se produce a una distancia horizontal de 6 m desde el eje de la línea.

3.9. Cálculo del Campo Eléctrico en el Tramo Subterráneo

Respecto al campo eléctrico generado por la diferencia de potencial entre los conductores de la línea, este se encuentra confinado totalmente en el interior de la pantalla del mismo. En general, el campo eléctrico disminuye rápidamente al aumentar la distancia a los conductores y son apantallables casi por cualquier materia: paredes, árboles, etc. Por lo tanto, al estar la línea eléctrica enterrada, no existe afección en la superficie

4. Conclusión

Tal y como se observa en los apartados 3.6, 3.7 y 3.8, se espera como máximo un valor de campo magnético de 2,92 µT y un valor de campo eléctrico de 2,05 kV /m a 1 m de altura sobre la superficie del terreno en la vertical del eje del tramo aéreo de Línea Subterránea 220 kV SET Las Colinas 30/220kV– SET Villaviciosa (REE), y un valor de campo magnético de 4,24 µT en el tramo subterráneo de la línea.

Estos valores son inferiores al límite de exposición establecidos en el punto 4.2 del presente documento. Por ello, del presente estudio, se concluye que los campos electromagnéticos en el recorrido de las líneas se encuentran dentro de valores permitidos.

Madrid, octubre de 2025

[redacted]

Línea Aérea -Subterránea 220 kV SET Las Colinas 30/220 kV – SET Villaviciosa (REE)

Proyecto Técnico Administrativo para Autorización Administrativa Previa

octubre de 2025 - v01

Anexo III: Estudio de Gestión de Residuos del Recinto de Medida

VERSIÓN	CREADO	REVISADO	FECHA	COMENTARIOS
01	D.J.S.Y.	E.R.S.	03/10/2025	Edición inicial

Contenido

1. OBJETO 3

2. ALCANCE 4

3. NORMATIVA Y RECOMENDACIONES APLICADAS 5

4. RESIDUOS GENERADOS EN LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN 7

4.1 Operaciones de reutilización, valorización o eliminación de residuos 9

4.2 Medidas para la separación de residuos 10

4.3 Estimación de residuos generados 11

5. RESIDUOS GENERADOS EN LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN 13

6. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ACOPIO PREVISTA PARA RCD 15

7. RESIDUOS GENERADOS EN LA ETAPA DE OPERACIÓN 16

8. VALORIZACIÓN DEL COSTE DE GESTIÓN DE RESIDUOS 18

1. OBJETO

El presente Estudio de Gestión de Residuos tiene como objeto establecer las directrices generales para la gestión de los residuos de construcción y demolición generados en la obra del recinto de medida.

Este estudio se ha elaborado en cumplimiento del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de la construcción y demolición (BOE nº38, 13 de febrero 2008).

2. ALCANCE

Las medidas contempladas en este Estudio alcanzan a todos los trabajos a realizar con respecto al recinto de medida, y aplica la obligación de su cumplimiento a todas las personas de distintas organizaciones que intervengan en la ejecución de los mismos.

3. NORMATIVA Y RECOMENDACIONES APLICADAS

Para la realización del presente estudio de gestión de residuos se ha tenido en cuenta la normativa que a continuación se relaciona con carácter enunciativo, pero no limitativo.

- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, publicado en BOE número 38, de 13 de febrero de 2008.
- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Ley 9/2018, de 5 de diciembre, por la que se modifica la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, la Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes y la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero.
- Orden APM/1007/2017, de 10 de octubre, sobre normas generales de valorización de materiales naturales excavados para su utilización en operaciones de relleno y obras distintas a aquéllas en las que se generaron.
- Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, publicado en BOE número 160 de 5 de julio de 1997.
- Real Decreto 252/2006, de 3 de marzo, por el que se revisan los objetivos de reciclado y valorización establecidos en la Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases, y por el que se modifica el Reglamento para su ejecución, aprobado por el Real Decreto 782/1998, de 30 de abril.
- Real Decreto 367/2010, de 26 de marzo, de modificación de diversos reglamentos del área de medio ambiente para su adaptación a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley de libre acceso a actividades de servicios y su ejercicio, publicada en BOE número 75, de 27 de marzo de 2010.

- Resolución de 16 de noviembre de 2015, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 6 de noviembre de 2015, por el que se aprueba el Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) 2016-2022.
- Real Decreto 679/2006, de 2 de junio, por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados.
- Real Decreto 106/2008, de 1 de febrero, sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos.
- Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- Real Decreto 553/2020, de 2 de junio, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado.

4. RESIDUOS GENERADOS EN LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

A continuación, se analizan los residuos que se prevé generar durante las actividades de ejecución previstas para el recinto de medida. Se muestran los residuos incluidos en la Lista Europea de Residuos (según Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, y sus modificaciones), con su codificación correspondiente. Los residuos generados serán los marcados en la lista.

RCDs de Nivel I. - Residuos generados por el desarrollo de las obras de infraestructura de ámbito local o supramunicipal contenidas en los diferentes planes de actuación urbanística o planes de desarrollo de carácter regional, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en el transcurso de dichas obras. Se trata, por tanto, de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.

RCDs de Nivel II. - Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria y de la implantación de servicios.

RCDs Nivel I		
1. Tierras y pétreos de la excavación		
X	17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03
RCDs Nivel II		
RCD: Naturaleza no pétrea		
1. Madera		
X	17 02 01	Madera
2. Metales		
X	17 04 05	Hierro y Acero
X	17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10
3. Papel		

X	20 01 01	Papel y cartón
4. Plástico		
X	17 02 03	Plásticos
X	20 01 39	Plásticos. Material plástico procedente de envases y embalajes de equipos.
5. Vidrio		
X	17 02 02	Vidrio
6. Yeso		
X	17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los del código 17 08 01

RCD: Naturaleza pétrea		
1. Arena Grava y otros áridos		
X	01 04 08	Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07
2. Hormigón		
X	17 01 01	Hormigón
3. Ladrillos, azulejos y otros cerámicos		
X	17 01 02	Ladrillos
X	17 01 03	Tejas y materiales cerámicos
4. Piedra		
X	17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03
X	17 09 04	Residuos mezclados de construcción y demolición distintos de los especificados en los códigos 17 09 01, 17 09 02 y 17 09 03

RCD: Potencialmente peligrosos y otros		
1. Basuras		
X	20 03 01	Mezcla de residuos municipales
2. Potencialmente peligrosos y otros		

X	13 02 05	Aceites minerales no clorados de motor, de transmisión mecánica y lubricantes
X	16 06 04	Pilas alcalinas (excepto 16 06 03)
X	15 02 02	Absorbentes, materiales de filtración (incluidos los filtros de aceite no especificados en otra categoría), trapos de limpieza y ropas protectoras contaminados por sustancias peligrosas
X	15 01 11	Aerosoles vacíos
X	15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminados

La estimación de la cantidad de cada tipo de residuo que se generará en la obra, en toneladas y metros cúbicos se realizará en función de las categorías de la tabla anterior.

4.1 Operaciones de reutilización, valorización o eliminación de residuos

Se procurará, en los casos en los que sea posible, la reutilización de las tierras procedentes de la excavación.

En cuanto al resto de materiales de la obra, se prevén las siguientes operaciones de reutilización, valorización o eliminación:

X	No se prevé la reutilización en la obra. Transporte a vertedero autorizado
	Utilización como combustible y generación de energía
	Recuperación de disolventes
	Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas, sin disolventes
	Reciclado o recuperación de metales
	Reciclado o recuperación de otras materias orgánicas
	Acumulación de residuos para su tratamiento según normativa
	Otros

4.2 Medidas para la separación de residuos

Según lo indicado por el R.D. 105/2008 en su artículo 5, los residuos de construcción y demolición deberán separarse en las siguientes fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

TABLA DE CANTIDADES UMBRAL	
RCDs Nivel II: Naturaleza pétrea	
Residuo	Cantidad umbral (t)
Hormigón	80 t
Ladrillos, tejas, cerámicos	40 t
RCDs Nivel II: Naturaleza no pétrea	
Residuo	Cantidad umbral (t)
Metal	2 t
Madera	1 t
Vidrio	1 t
Plástico	0,5 t
Papel y cartón	0,5 t

La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra en que se produzcan.

Cuando por falta de espacio físico en la obra no resulte técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra. En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre, con esta obligación.

4.3 Estimación de residuos generados

RCDs Nivel I: Tierras y pétreos procedentes de excavación	CÓDIGO LER	TOTAL M3	Peso específico (TN/M3)	Peso (TN)	RESIDUO (TN) 70%	RESIDUO M3 70%
	17 05 04	576,17	1,25	720,21	504,148	403,318

Cantidad	Denominación	LARGO	ANCHO	ALTURA	Medición M3
1	MOVIMIENTO DE TIERRAS- TIERRA VEGETAL	-	-	0,15	221,24
3	220 kV - CIMENTACION TRANSFORMADOR TENSIÓN	1,00	1,00	1,30	3,90
1	220 kV - CIMENTACION TRANSFORMADOR TENSIÓN PARA SSAA	1,00	1,00	1,30	1,30
2	220 kV - CIMENTACION AISLADOR SOPORTE	1,00	1,00	1,30	2,60
3	220 kV - CIMENTACION TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD	1,00	1,00	1,30	3,90
3	220 kV - CIMENTACION BOTELLAS TERMINALES MÁS AUTOVÁLVULAS	1,00	1,00	1,30	3,90
3	220 kV - CIMENTACION AUTOVÁLVULAS	1,00	1,00	1,30	3,90
4	CIMENTACIÓN ALUMBRADO	0,84	0,84	1,00	2,82
11	ARQUETA DE CABLES	0,60	0,60	0,56	2,22
1	GRUPO DIESEL	5,01	3,02	0,30	4,54
1	VIAL EXTERIOR (3 metros)	467,57	3,00	0,20	280,54
1	VIAL (3 metros de ancho)	26,00	3,00	0,20	15,60
1	EDIFICIO	9,50	6,90	0,30	19,67
1	CANALIZACIÓN DE CABLES	20,00	0,75	0,67	10,05

SUPERFICIE CERRAMIENTO RECINTO (M2)	Volumen residuos (m3)	Densidad Tipo (t/m3)	Toneladas
891	178,2	0,95	169,29

RCDs Nivel II	CÓDIGOS LER	% Considerado	RESIDUO GENERADO (TN)	Peso específico (t/m3)	m3	Zonas de segregación
RCD Naturaleza no pétrea						
MADERA	1702 01	0,138%	0,234	0,60	0,390	1
METALES	1704 05 1704 11	0,246%	0,417	1,50	0,278	1
PAPEL	2001 01	0,035%	0,059	0,90	0,065	1
PLÁSTICO	1702 03 2001 39	0,042%	0,071	0,90	0,079	1
VÍDRIO	1702 02	0,013%	0,022	1,50	0,015	1
YESO	1708 02	0,003%	0,005	1,20	0,004	1
TOTAL ESTIMACIÓN		**0,478%**	**0,809**		**0,832**	
RCD Naturaleza pétrea						
ARENA, GRAVA, ÁRIDOS	0104 08 1705 04	4,000%	6,772	1,50	4,514	1
HORMIGÓN	1701 01	3,583%	6,066	2,25	2,696	1
LADRILLOS, AZULEJOS Y OTROS CERÁMICOS	1701 02 1701 03	0,041%	0,069	1,50	0,046	1
PIEDRA	1705 04 1709 04	0,111%	0,187	2,00	0,094	1
TOTAL ESTIMACIÓN		**7,7349%**	**13,094**		**7,350**	
RCD Potencialmente peligrosos y otros						
BASURAS	2003 01	0,042%	0,070	0,90	0,078	1
POTENCIALMENTE PELIGROSOS	1302 05 1606 04 1502 02 1501 11 1501 10	0,026%	0,043	0,90	0,048	1
TOTAL ESTIMACIÓN		**0,0671%**	**0,114**		**0,126**	

5. RESIDUOS GENERADOS EN LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

A continuación, se analizan los residuos que se prevé generar durante las actividades de operación del recinto de medida.

Los residuos generados durante la explotación del recinto de medida se deberán principalmente a las labores de inspección y mantenimiento.

Principalmente, se generarán residuos de tipo papeles, cartones, restos de comida y envases plásticos contaminados, todos asimilables a urbanos. Dichos residuos serán atendidos por gestores autorizados.

RCD: Potencialmente peligrosos y otros		
1. Basuras		
X	20 03 01	Mezcla de residuos municipales

A su vez, se prevé la generación de residuos RCDs de Nivel II, de naturaleza no pétrea, provenientes de actividades como recambio o reparaciones varias, por lo que serán de muy baja magnitud y consistirán principalmente en materiales de desgaste como cartón, embalajes, etc.

RCD Nivel II: Naturaleza no pétrea		
1. Madera		
X	17 02 01	Madera
3. Papel		
X	20 01 01	Papel y cartón
4. Plástico		
X	17 02 03	Plásticos

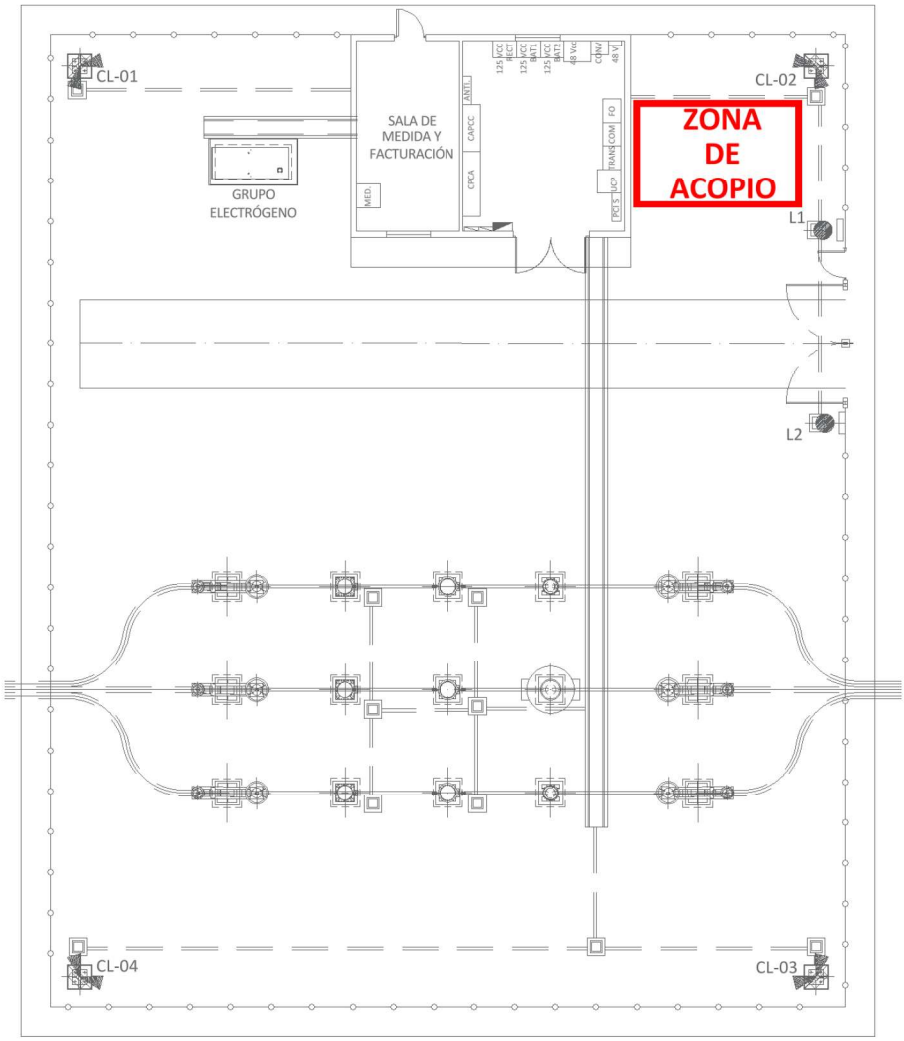
X	20 01 39	Plásticos. Material plástico procedente de envases y embalajes de equipos.

El manejo de este tipo de residuos consistirá en la disposición en bolsas plásticas de alta resistencia y/o cajas destinadas para ellos, privilegiando su reutilización en caso de aplicar, en caso contrario, serán retirados por gestores autorizados.

Para la gestión de los residuos peligrosos generados durante los trabajos de mantenimiento del recinto de medida, teniendo en cuenta que se generarán de forma esporádica, se procederá de la forma establecida por la Ley 22/2011 y el reglamento de aplicación, y serán evacuados directamente por Gestor Autorizado.

6. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ACOPIO PREVISTA PARA RCD

Para llevar a cabo una correcta segregación, almacenamiento y recogida de RCD, se proyectará la instalación de unas áreas o puntos limpios, cuya localización se puede ver en la siguiente figura:



En caso de modificación del lugar diseñado para los puntos limpios, se enviará al promotor la nueva modificación, que deberá estar acordada con los responsables ambientales de la obra.

7. RESIDUOS GENERADOS EN LA ETAPA DE OPERACIÓN

A continuación, se analizan los residuos que se prevé generar durante las actividades de operación del recinto de medida.

Los residuos generados durante la explotación del recinto de medida se deberán principalmente a las labores de inspección y mantenimiento del recinto de medida

Principalmente, se generarán residuos de tipo papeles, cartones, restos de comida y envases plásticos contaminados, todos asimilables a urbanos. Dichos residuos serán atendidos por gestores autorizados.

RCD: Potencialmente peligrosos y otros		
1. Basuras		
X	20 03 01	Mezcla de residuos municipales

A su vez, se prevé la generación de residuos RCDs de Nivel II, de naturaleza no pétrea, provenientes de actividades como recambio o reparaciones varias, por lo que serán de muy baja magnitud y consistirán principalmente en materiales de desgaste como cartón, embalajes, etc.

RCD Nivel II: Naturaleza no pétrea		
1. Madera		
X	17 02 01	Madera
3. Papel		
X	20 01 01	Papel y cartón
4. Plástico		
X	17 02 03	Plásticos
X	20 01 39	Plásticos. Material plástico procedente de envases y embalajes de equipos.

El manejo de este tipo de residuos consistirá en la disposición en bolsas plásticas de alta resistencia y/o cajas destinadas para ellos, privilegiando su reutilización en caso de aplicar, en caso contrario, serán retirados por gestores autorizados.

Para la gestión de los residuos peligrosos generados durante los trabajos de mantenimiento del recinto de medida, teniendo en cuenta que se generarán de forma esporádica, se procederá de la forma establecida por la Ley 7/2022 y el reglamento de aplicación, y serán evacuados directamente por Gestor Autorizado.

8. VALORIZACIÓN DEL COSTE DE GESTIÓN DE RESIDUOS

A continuación, se detalla el presupuesto para la gestión de residuos generados:

PRESUPUESTO RCDs			
Tipología RCDs	Estimación (m^3)	Precio gestión en Planta/ Vertedero/ Cantera/Gestor (€/m^3)	Importe (€)
RCDs Nivel I:			
Tierras y pétreos de excavación	403,318	10,00 €	4.033,18 €
RCDs Nivel II			
RCD Naturaleza no pétrea	0,832	35,00 €	29,12 €
RCD Naturaleza pétrea	7,350	25,00 €	183,75 €
RCD Basuras	0,078	30,00 €	2,34 €
RCD Potencialmente peligrosos	0,048	1.000,00 €	48,00 €

TOTAL PRESUPUESTO RCDs	4.296,39 €

Asciende el presente presupuesto del Estudio de Gestión de Residuos a la referida cantidad de:

CUATRO MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y SEIS EUROS CON TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS DE EURO.

Madrid, octubre de 2025.

[redacted]

Línea Aérea -Subterránea 220 kV SET Las Colinas 30/220 kV – SET Villaviciosa (REE)

Proyecto Técnico Administrativo para Autorización Administrativa Previa

octubre de 2025 - v01

Anexo IV: Cálculos Justificativos del Recinto de Medida

VERSIÓN	CREADO	REVISADO	FECHA	COMENTARIOS
01	D.J.S.Y.	E.R.S.	03/10/2025	Edición inicial

Contenido

1 CONEXIONES EN 220 kV 3

2 CÁLCULO DE TIERRAS INFERIORES 4

3 ESTUDIO DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS 13

3.1 Introducción 13
3.2 Objeto 13
3.3 Normativa 14
3.4 Ámbito de aplicación 14
3.5 Límites de exposición a las emisiones 14
3.6 Niveles de referencia 15
3.7 Definiciones 16
3.8 Medidas para limitar las emisiones 17
3.9 Cálculo de campos magnéticos 17
3.9.1 Consideraciones de cálculo 17
3.9.2 Cálculo de cableado de baja tensión entre el transformador de servicios auxiliares y el cuadro de baja tensión 18
3.9.3 Sistema de 220 kV 20
3.10 Conclusiones 23

1 CONEXIONES EN 220 kV

Las conexiones entre los equipos de 220 kV se realizarán con dos conductores por fase de cable desnudo de aluminio homogéneo, tipo 483-AL1/33-ST1A (LA 510 RAIL) de 29,59 mm de diámetro, equivalente a 516,8 mm^2 de sección nominal, que admite un paso de corriente de 882 A.

La distancia adoptada entre ejes de fase es de 3,5 m.

Las uniones entre bornas de aparellaje y conductores, se realizarán mediante piezas de aleación de aluminio, de geometría adecuada y diseñadas para soportar las intensidades permanentes y de corta duración previstas sin que existan calentamientos localizados. Su tornillería será de acero inoxidable y quedará embutida en la pieza para evitar altos gradientes de tensión.

2 CÁLCULO DE TIERRAS INFERIORES

A continuación, se presentan los cálculos justificativos de la malla de puesta a tierra. Para su obtención se han supuesto como hipótesis una intensidad de falta monofásica máxima en el recinto de medida cuyo valor es de 4,5 kA en el sistema de 220 kV.

Atendiendo a la Instrucción Técnica Complementaria ITC-RAT 13 (Instalaciones de puesta a tierra) y considerando que el terreno está formado principalmente por rocas sedimentarias y arcillas compactadas, se considerará que la resistividad del terreno es de 200 Ω·m.

DISEÑO DE LA MALLA DE TIERRA SEGÚN IEEE80

- DATOS ELÉCTRICOS DE LA RED.

- Frecuencia de la red ..... 50 Hz
- Relación de impedancias (X"/R) 8
- Temperatura ambiente ..... 35 ºC
- Tiempo de despeje de la falta ..... 0,5 s
- Niveles de tensión existentes 220 kV
- Nivel de tensión en que se produce la falta ..... 220 kV
- Corriente de falta a tierra ..... 4,5 kA
- Factor de proyección 1
- Neutro puesto rígidamente a tierra.

- DATOS DEL TERRENO.

- Espesor de la capa superficial ..... 0,1 m
- Resistividad de la capa superficial ..... 3000 Ωm
- Resistividad del terreno ..... 200 Ωm

*Nota: la capa superficial cubrirá la totalidad de la plataforma del Recinto de Medida

- DATOS DE LOS CONDUCTORES DE TIERRA.

- Coeficiente térmico de resistividad a temperatura de referencia 20 ºC (α_r) ..... 0,00393 $ºC^{-1}$
- $K_0 = 1/\alpha_0$ (con α_0 = Coeficiente térmico de resistividad a 0ºC) ..... 234 ºC
- Resistividad a la temperatura de referencia 20 ºC (ρ_r) ..... 1,72 μΩ/cm
- Factor de capacidad térmica (TCAP) ..... 3,42 $J/cm^3/ºC$
- Temperatura máxima permisible ..... 300 ºC

- DATOS GEOMÉTRICOS.

- Profundidad de la malla (h) ..... 0,8 m
- Superficie total ocupada por la malla de tierra ..... 1150,1 m^2
- Longitud del perímetro de la malla..... 136,2 m
- Longitud del lado mayor de la malla..... 37,1 m
- Longitud del lado menor de la malla ..... 31 m
- Distancia máxima entre dos puntos de la malla ..... 48,3468 m
- Número de conductores paralelos al lado mayor..... 11
- Número de conductores paralelos al lado menor..... 13
- Espaciado medio entre conductores paralelos..... 3 m
- Espaciado máximo entre conductores paralelos..... 3,5 m
- Longitud total de conductor..... 883,1 m
- Número de picas a lo largo del perímetro de la malla 4
- Longitud de cada una de las picas perimetrales ..... 3 m
- Número de picas interiores 0
- Longitud de cada una de las picas interiores ..... 0 m

- DATOS DE LAS LÍNEAS.

- Número de alimentadores 1
- Número de líneas de distribución 1
- Factor de división de la corriente de falta según IEEE 80..... 0,28

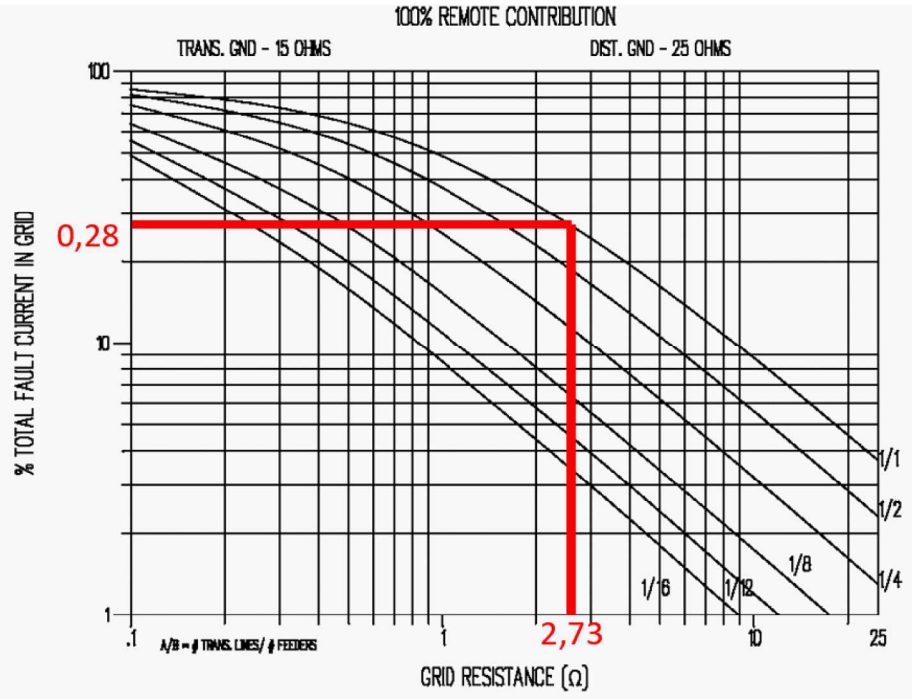


Figure C.1—Curves to approximate split factor S_f

- DETERMINACION DEL CALIBRE DEL CONDUCTOR DE LA RED DE TIERRAS SEGUN IEEE80

$I_F = D_f \cdot I_f \cdot C_p$ I_F corriente asimétrica efectiva de falta

Donde:

D_F	1,0251	Factor de decremento según IEEE80
I_f	4,5	Corriente de cortocircuito en kA
C_p	1	Factor de proyección
I_F	4,613168546 kA	

$$A = \frac{I_F}{\sqrt{\left[\frac{TCAP \quad X \ 10^{-4}}{t_c \, \alpha_r \, \rho_r}\right] \ln\left[\frac{K_o + T_m}{K_o + T_a}\right]}}$$

Donde:

A	Área del Conductor en mm^2	17,51 mm^2
I_F	Corriente asimétrica efectiva de falta	4,61 kA
t_c	Tiempo de duración de la corriente de falta en segundos	0,50 s
α_r	Coeficiente térmico de resistividad en 1/ºC	0,00393 $ºC^{-1}$
ρ_r	Resistividad relativa del cobre	1,72 µΩ/cm
TCAP	Factor de capacidad térmica del conductor	3,42 $J/cm^3/ºC$
T_m	Temperatura máxima permisible en el conductor	300 ºC
T_a	Temperatura ambiente promedio del sitio	35 ºC
K_0	Inverso del coeficiente térmico de resistividad a 0 ºC	234

La selección elegida para los conductores de puesta a tierra es:

A= 95 mm^2

- DETERMINACIÓN DE LAS TENSIONES CRÍTICAS TOLERABLES POR EL CUERPO HUMANO TENSIÓN DE PASO Y TENSIÓN DE CONTACTO SEGÚN IEEE80

Factor de reducción de la resitividad de la capa superficial:

$$C_S = 1 - \frac{0.09 * \left(1 - \frac{\rho}{\rho_S}\right)}{2h_S + 0.09}$$

Donde:

C_s	Factor de disminución de la capa superficial	0,71	
ρ	Resistividad del Terreno	200,00	Ωm
ρ_s	Resistividad de la capa de acabado	3000,00	Ωm
h_s	Espesor de la capa de acabado	0,1	m
t_s	Tiempo de exposición a la corriente de falta	0,5	s

Cálculo de la tensión de contacto crítica admisible

$$E_{touch\ 70\,kg} = (1000 + (1.5 \times C_s \times \rho_s)) \times \frac{0.157}{\sqrt{t_s}}$$

$E_{contacto}$= 931,7667971 V

Cálculo de la tensión de paso crítica admisible

$$E_{step\ 70\,kg} = \left(1000 + (6 \times C_s \times \rho_s)\right) \times \frac{0.157}{\sqrt{t_s}}$$

E_{paso}= 3060,9726 V

- CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA SEGÚN IEEE80

$$R_g = \rho\left[\frac{1}{L_T} + \frac{1}{\sqrt{20A}}\left(1 + \frac{1}{1 + h\sqrt{20/A}}\right)\right]$$

Donde:

Rg	Resistencia de malla de tierra	2,73 Ω
ρ	Resistividad del Terreno	200,00 Ωm
A	Área ocupada por la malla de tierra en m^2	1150,10 m^2
L_T	Longitud total de conductores enterrados	883,10 m
h	profundidad de la malla en m	0,80 m

- DETERMINACIÓN DE LA CORRIENTE DE LA RED DE TIERRAS SEGÚN IEEE80

$$I_g = S_f \, I_f$$

I_g	Corriente simétrica de la Red de Tierras	1,26 kA
S_f	Factor de división de la corriente de falta según IEEE80	0,28
I_f	Corriente de falta	4,5 kA

- DETERMINACIÓN DE LA CORRIENTE MÁXIMA DE LA RED DE TIERRAS SEGÚN IEEE80

$$I_G = D_f \, I_g \, C_p$$

I_G	Corriente máxima en la red de tierras	1,29168719 kA
D_F	Factor de decremento	1,02514857
I_g	Corriente simétrica de red de tierras	1,26 kA
C_p	Factor de proyección	1

- DETERMINACIÓN DE LA MÁXIMA TENSIÓN EN LA RED RELATIVA A TIERRA REMOTA SEGÚN IEEE80

$$GPR = R_g \, I_G$$

GPR	Potencial de la malla relativa a tierra remota	3,52	kV
Rg	Resistencia de malla de tierra	2,73	Ω
I_G	Corriente máxima en la red de tierra	1,29	kA

- DETERMINACIÓN DE LA TENSIÓN MÁXIMA DE CONTACTO DURANTE LA FALTA SEGÚN IEEE80

$$E_m = \frac{K_m \times K_i \times \rho \times I_G}{L_m}$$

Donde:

E_m	Tensión máxima de contacto	373,522824 V
ρ	Resistencia promedio del terreno en Ωm	200 Ωm
K_m	Factor de espaciado de la malla	0,50837998
K_i	Factor de corrección por geometría en forma de malla	2,56708795
I_G	Corriente máxima en la red de tierras	1291,68719 A
L_m	Longitud efectiva de cable y pica para tensión de retícula	902,608437 m

$$K_m = \frac{1}{2\pi}\left[\ln\left(\frac{D^2}{16hd} + \frac{(D+2h)^2}{8Dd} - \frac{h}{4d}\right) + \frac{K_{ii}}{K_h}\ln\left(\frac{8}{\pi(2n-1)}\right)\right]$$

Donde:

K_m	Factor de espaciado de la malla	0,50837998
D	Espaciamiento entre conductores paralelos	3,5 m
d	Diámetro de los conductores de la malla	0,0126 m
h	Profundidad de enterramiento de la malla	0,8 m
K_{ii}	Factor de corrección, picas en las esquinas de la malla	1
K_h	Factor de enterramiento de la malla	1,34164079
n	Factor de geometría	12,9938375

$$K_h = \sqrt{1 + \frac{h}{h_o}}$$

Donde:

K_h	Factor de enterramiento de la malla	1,34164079
h	Profundidad de enterramiento de la malla	0,8 m
h_o	Referencia de profundidad de la malla	1 m

$$L_m = L_C + \left[1.55 + 1.22\left(\frac{L_r}{\sqrt{L^2{}_x + L^2{}_y}}\right)\right] L_R$$

Donde:

L_m	Longitud efectiva de cable y pica para tensión de retícula	902,608437 m
L_c	Longitud total del cable enterrado	883,1 m
L_r	Longitud promedio de cada pica de tierra	3 m
L_R	Longitud total de picas enterradas	12 m
L_x	Máxima longitud total de la malla en eje X	37,1 m
L_y	Máxima longitud total de la malla en eje Y	31 m
n	Factor de geometría	12,9938375

$$n = n_a n_b n_c n_d$$

$$n_a = \frac{2L_c}{L_p}$$ n_a= 12,9677

$$n_b = \sqrt{\frac{L_p}{4\sqrt{A}}}$$ n_b= 1,0020

$$n_c = \left[\frac{L_x L_y}{A}\right]^{\frac{0.7A}{LxLy}}$$ n_c= 1,0000

$$n_d = \frac{D_m}{\sqrt{L_x^{\,2} + L_y^{\,2}}}$$ n_d= 1,0000

Donde:

L_p	Longitud del perímetro de la malla	136,2 m
A	Área ocupada por la malla de tierras	1150,1 m^2
D_m	Distancia máxima entre 2 puntos cualquiera de la malla de tierra	48,3467682 m

$$K_i = 0.644 + 0.148 \cdot n$$

Donde:

K_i	Factor de corrección por geometría en forma de malla	2,57
n	Factor de geometría	12,99

- <u>DETERMINACIÓN DE LA TENSIÓN MÁXIMA DE PASO DURANTE LA FALTA SEGÚN IEEE80</u>

$$E_s = \frac{K_s \times K_i \times \rho \times I_G}{L_s}$$

Donde:

E_s	Tensión máxima de paso	358,81 V
K_s	Factor de espaciamiento para el voltaje de paso	0,36
K_i	Factor de corrección por geometría en forma de malla	2,57
ρ	Resistividad promedio del terreno en Ωm	200,00 Ωm
I_G	Corriente máxima en la red de tierras en A	1291,69 A
L_s	Longitud efectiva del cable y pica para tensión de paso en metros	672,53 m

$$K_s = \frac{1}{\pi}\left[\frac{1}{2h} + \frac{1}{D+h} + \frac{1}{D}\left(1 - 0.5^{n-2}\right)\right]$$

Donde:

K_s	Factor de espaciamiento para el voltaje de paso	0,36
D	Espaciamiento entre conductores paralelos	3,50 m
h	Profundidad de enterramiento de la malla	0,80 m
n	Factor de geometría	12,99

$$L_s = 0.75\ L_c + 0.85\ L_R$$

Donde:

L_s	Longitud efectiva del cable y pica para tensión de paso	672,53 m
L_C	Longitud total del cable enterrado	883,10 m
L_R	Longitud total de picas enterradas en m	12,00 m

- CRITERIO DE VALIDACIÓN DEL MODELO SEGÚN IEEE80

1.- Tensión de paso:

E_s = 358,81 < U_P = 3060,97 V **Se cumple.**

2.- Tensión de contacto:

E_m = 373,52 < U_C = 931,77 V **Se cumple.**

- VALORES ADMISIBLES DE LAS TENSIONES DE PASO Y CONTACTO (Según ITC-RAT 13).

$$U_c = U_{ca}\left[1+\frac{R_{a1}+R_{a2}}{2\,Z_B}\right] = U_{ca}\left[1+\frac{\frac{R_{a1}}{2}+1{,}5\rho_S}{1000}\right]$$

Tensión de contacto máxima admisible

$$U_p = U_{pa}\left[1+\frac{2R_{a1}+2R_{a2}}{Z_B}\right] = 10\,U_{ca}\left[1+\frac{2R_{a1}+6\rho_S}{1000}\right]$$

Tensión de paso máxima admisible

U_{ca} = 204 V

Donde:

Uca	valor admisible de la tensión de contacto.
Z_B	resistencia del cuerpo humano de 1000 Ω
R_{a1}	resistencia del calzado 2000 Ω
ρ_s	resistividad superficial aparente del terreno Ωm

$$C_S = 1 - 0{,}106 \cdot \left(\frac{1 - \frac{\rho}{\rho^*}}{2h_S + 0{,}106} \right)$$

Coeficiente de reducción de la resistividad de la capa superficial

C_S = 0,6767

r_s = 2030,07 Ωm

Donde:

C_s	Coeficiente de reducción de la resistividad de la capa superficial
h_s	espesor de la capa superficial en metros
ρ	resistividad del terreno natural
ρ^*	resistividad de la capa superficial

1.- Tensión de contacto admisible

U_C = 1029,20 V

2.- Tensión de paso admisible

U_P = 35048,00 V

- CRITERIO DE VALIDACIÓN DEL MODELO (Según ITC-RAT 13).

1.- Tensión de paso:

E_s =	358,81	<	U_P =	35048,00	V	**Se cumple el Reglamento.**

2.- Tensión de contacto:

E_m =	373,52	<	U_C =	1029,20	V	**Se cumple el Reglamento.**

3 ESTUDIO DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

3.1 Introducción

En la actualidad es prácticamente imposible evitar la exposición a las radiaciones electromagnéticas. El gran desarrollo experimentado en los últimos años por la tecnología de los sistemas de comunicación ha provocado el aumento de aplicaciones en radio, televisión, satélites, líneas telefónicas, radares, antenas, teléfonos móviles, etc.

Cuando se menciona la contaminación electromagnética o electro-polución, se habla de la contaminación producida por los campos eléctricos y electromagnéticos, como consecuencia de la multiplicidad de aparatos eléctricos y electrónicos que se utilizan en el día a día.

Son radiaciones invisibles para el ojo humano, pero perfectamente detectable por aparatos de medida específicos.

3.2 Objeto

Se realiza a continuación el análisis de las emisiones magnéticas en el entorno exterior inmediato del recinto de medida, para dar cumplimiento al RD 337/2014 (Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión), donde se indica que se deberán realizar cálculos para comprobar que no se supera el valor establecido en el Real Decreto 1066/2001.

El alcance comprende el cálculo de los niveles máximos del campo magnético que puedan alcanzarse en dicho entorno haciendo una evaluación comparativa con los límites establecidos en la normativa vigente, para asegurar las condiciones de protección a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria establecidas en dicha normativa.

3.3 Normativa

- 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.
- Corrección de errores del Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.
- RD 337/2014 de 9 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC - RAT 01 a 23.

3.4 Ámbito de aplicación

Se aplica a las emisiones de energía en forma de ondas electromagnéticas, que se propagan por el espacio sin guía artificial, y que sean producidas por estaciones radioeléctricas.

3.5 Límites de exposición a las emisiones

Los límites establecidos se cumplirán en las zonas en las que puedan permanecer habitualmente las personas y en la exposición a las emisiones de los equipos terminales.

Restricciones básicas. Dependiendo de la frecuencia, se emplearán las siguientes cantidades físicas:

Entre 0 y 1 Hz se proporcionan restricciones básicas de la inducción magnética para campos magnéticos estáticos (0 Hz) y de la densidad de corriente para campos variables en el tiempo de 1 Hz, con el fin de prevenir los efectos sobre el sistema cardiovascular y el sistema nervioso.

Entre 1 Hz y 10 MHz se proporción<a restricciones básicas de la densidad de corriente para prevenir los efectos sobre las funciones del sistema nervioso. Este es el ámbito de aplicación de nuestro estudio ya que la frecuencia de la corriente generada son 50 Hz.

Las restricciones básicas para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos dentro del ámbito de la instalación estudiada es el siguiente:

Gama de frecuencia	Inducción magnética (mT)	Densidad de corriente (mA/m2) rms	SAR medio de cuerpo entero (W/kg)	SAR localizado (cabeza y tronco W/kg)	SAR localizado (miembros) (W/kg)	Densidad de potencia S (W/m2)
4-1.000 Hz	-	2	-	-	-	-

3.6 Niveles de referencia

Los niveles de referencia para limitar la exposición se obtienen a partir de las restricciones básicas, presuponiendo un acoplamiento máximo del campo con el individuo expuesto, con lo que se obtiene un máximo de protección.

Niveles de referencia para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos:

Gama de frecuencia	Intensidad de campo E (V/m)	Intensidad de campo H (A/m)	Campo B (µT)	Densidad de potencia equivalente de onda plana (W/m2)
0,025-0,8 kHz	250/f	4/f	5/f	-

La densidad de flujo magnético o inducción magnética es una magnitud vectorial (B) que da lugar a una fuerza que actúa sobre cargas en movimiento, y se expresa en (T).

En espacios libre y en materiales biológicos, la densidad de flujo o inducción magnética y la intensidad de campo magnético se pueden intercambiar utilizando la equivalencia de 1 T = 4π10-7 A/m.

Para el caso que nos ocupa y considerando que la frecuencia de red es de 0,05 kHz, los límites máximos de referencia son los siguientes:

- Intensidad de campo E = 5000 V/m
- Intensidad de campo H = 80 A/m

- Campo Magnético B = 100 µT

3.7 Definiciones

Los campos eléctricos tienen su origen en diferencias de voltaje: cuanto más elevado sea el voltaje, más fuerte será el campo resultante. Un campo eléctrico existe, aunque no haya corriente.

El campo eléctrico E se expresa en voltios por metro (V/m), o su múltiplo en kV/m.

Los campos magnéticos tienen su origen en las corrientes eléctricas: una corriente más fuerte da como resultado un campo magnético más fuerte. También se pueden producir campos magnéticos con imanes permanentes. La intensidad de campo magnético H en un punto dado del espacio se define como la fuerza que se ejerce sobre un elemento de corriente situado en dicho punto, y se expresa en amperios por metro (A/m).

Así pues, el campo eléctrico existe siempre que haya cargas eléctricas, mientras que sólo hay campo magnético cuando esas cargas están en movimiento, es decir, cuando hay un flujo de corriente eléctrica. Es más habitual representar el campo magnético mediante la inducción magnética o densidad de flujo magnético B.

Este término se relaciona con H mediante la permeabilidad magnética µ:

$$\boldsymbol{B} = \mu \boldsymbol{H}$$

La unidad de medida del campo magnético en el Sistema Internacional de unidades es el Tesla (T) o sus fracciones, en particular el microtesla (µT). En algunos países se utiliza también el Gauss (G). Las equivalencias son las siguientes:

1 T = 10.000 G

Una de las propiedades del campo electromagnético es transmitir energía a grandes distancias por medio de ondas, en ausencia de cualquier medio material. Esta energía se asocia con el producto vectorial del campo eléctrico y del magnético. Dicho producto se denomina vector de Poynting (S) y representa la densidad de flujo de energía de una onda electromagnética por unidad de tiempo.

La longitud de onda y la frecuencia determinan otra característica importante de los campos electromagnéticos. Las ondas electromagnéticas son transportadas por partículas llamadas cuantos de luz. Los cuantos de luz de ondas con frecuencias más altas (longitudes de onda más cortas) transportan más energía que los de las ondas de menor frecuencia (longitudes de onda más largas).

El sistema eléctrico funciona a una frecuencia extremadamente baja 50 Hz, lo que se denomina 'frecuencia industrial', dentro de la región de las radiaciones no ionizantes del espectro, por lo que transmiten muy poca energía. Además, a frecuencias tan bajas el campo electromagnético no puede desplazarse, lo que implica que desaparece a corta distancia de la fuente que lo genera.

3.8 Medidas para limitar las emisiones

En el diseño de la instalación se consideran los siguientes aspectos que producen una reducción en las emisiones con respecto a no tenerlos en cuenta. Son los siguientes:

- Las zanjas de cables se plantean por el interior de la instalación, alejadas en lo posible de los cerramientos para reducir el campo trasladado al exterior.
- En la medida de lo posible se distribuirán las acometidas de los cables en diferentes puntos para evitar concentraciones de campo.
- Los cables subterráneos salientes cuentan con una pantalla metálica que atenúa su campo eléctrico, y se agruparán por ternas de forma que el campo magnético generado se compense.

3.9 Cálculo de campos magnéticos

3.9.1 Consideraciones de cálculo

Para la obtención de los resultados se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se consideran como fuentes principales de campo magnético los equipos y cables eléctricos existentes dentro del cerramiento, no considerándose los equipos eléctricos o instalaciones ajenas o exteriores al recinto, salvo las correspondientes a la propia instalación.
- Se considera un grado de carga del 100% de la instalación en el nivel de 220 kV, de forma que se analice el caso más desfavorable de emisión de campos, aun cuando esta situación no está prevista que se dé durante la explotación habitual de la instalación, ni físicamente posible por el balance de las cargas consideradas en la actualidad.
- Se aplica el principio de superposición, para conocer el campo magnético generado por dos o más elementos, es decir para obtener el campo magnético en un punto, se sumará vectorialmente la aportación de cada uno de los elementos calculados individualmente.

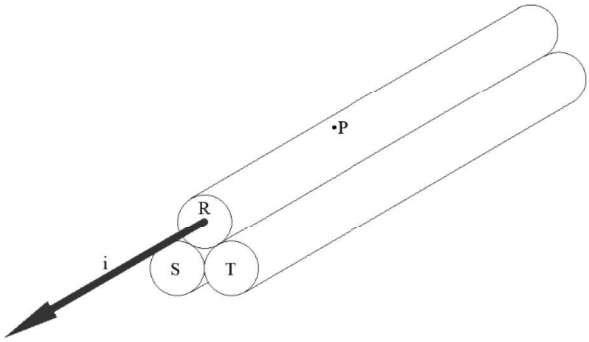
El recinto de medida consiste en aparamenta convencional instalada en intemperie.

Para considerar el caso más desfavorable, se desprecian las pérdidas en los equipos y líneas y a la potencia nominal, aun cuando no se prevea su funcionamiento en este régimen.

3.9.2 Cálculo de cableado de baja tensión entre el transformador de servicios auxiliares y el cuadro de baja tensión

En este apartado, se justifica el campo magnético creado por un conjunto de 3 cables unipolares trenzados para una línea trifásica de Baja Tensión, en un punto P situado en la parte exterior de la envolvente de uno de los circuitos.

Para simplificar el cálculo, se considerará el caso desfavorable de conductores rectilíneos indefinidos en el cableado de Baja Tensión discurriendo la intensidad máxima admitida en régimen permanente (150 A). Se considera que la envolvente del cable unipolar tiene un diámetro de 37 mm:



El campo magnético generado en el Punto P, será consecuencia del sumatorio de campos magnéticos generados por cada una de las fases del cableado:

$$\boldsymbol{B_P} = \sum \boldsymbol{B_{P,i}} = \boldsymbol{B_{P,R}} + \boldsymbol{B_{P,S}} + \boldsymbol{B_{P,T}}$$

Suponiendo que la corriente está concentrada en el centro del cableado, para cada fase se tiene:

$$\boldsymbol{B_{P,R}} = \mu \frac{i_R}{2\pi r}$$

$$\boldsymbol{B_{P,S}} = \mu \frac{i_S}{2\pi d}$$

$$\boldsymbol{B_{P,T}} = \mu \frac{i_T}{2\pi d}$$

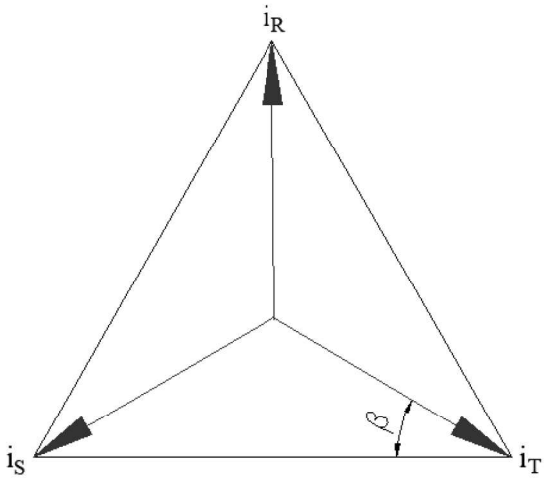
Donde:

i_R, i_S, i_T = Intensidades circulantes por las fases R, S, T.

μ = Permeabilidad electromagnética del vacío (se aproxima al valor de la del aire

$$4\pi \cdot 10^{-7}\ N \cdot A^{-2}\ .$$

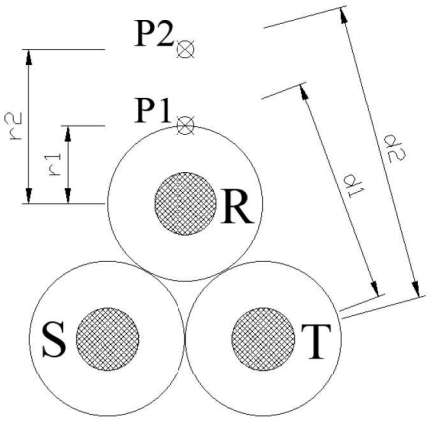
r, d = Distancias del conductor al punto de medida.



Teniendo en cuenta que $\beta = 30º$:

$$i_S = i_T = -i_R \times \sin 30 = -\frac{i_R}{2}$$

Según el diagrama mostrado a continuación, el campo resultante sobre el punto P se puede expresar de la siguiente manera:



Siendo el radio r1= 18,5 mm y la distancia d1= 58,82 mm.

$$\boldsymbol{B_{P,R}} = \mu \frac{i_R}{2\pi r} = 1.621{,}62\ \mu T$$

$$\boldsymbol{B_{P,S}} = \mu \frac{-0{,}5 \cdot i_R}{2\pi d} = -278{,}7\ \mu T$$

$$\boldsymbol{B_{P,T}} = \mu \frac{-0{,}5 \cdot i_R}{2\pi d} = -278{,}7\ \mu T$$

Realizando la suma de los tres campos, se obtiene un valor de 1.064,22 µT>100 µT exigidos por el RD 1066/2001.

De manera similar, para un punto P2 situado a 10 cm en la vertical de la fase R, siendo r2= 118,50 mm y d2 = 151,68 mm.

$$\boldsymbol{B_{P,R}} = \mu \frac{i_R}{2\pi r} = 253{,}16\ \mu T$$

$$\boldsymbol{B_{P,S}} = \mu \frac{-0{,}5 \cdot i_R}{2\pi d} = -98{,}89\ \mu T$$

$$\boldsymbol{B_{P,T}} = \mu \frac{-0{,}5 \cdot i_R}{2\pi d} = -98{,}89\ \mu T$$

Resultando un campo de 92,3 µT<100 µT exigidos por el RD 1066/2001.

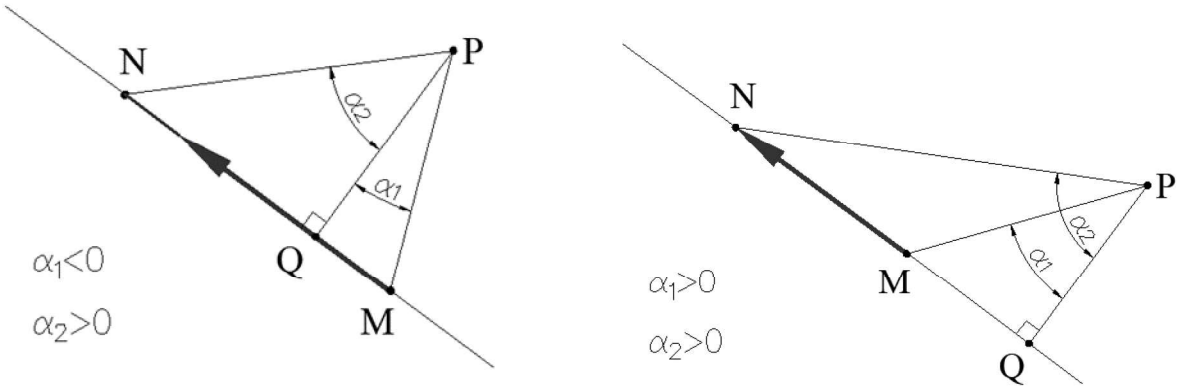
Por lo que, a una distancia de 10 cm de los cables, el campo magnético ya es menor que el exigido por la normativa.

3.9.3 Sistema de 220 kV

En este caso, se analizarán los tendidos de cables de alta tensión del parque de intemperie de 220 kV. Se analizará el caso del punto bajo de los conductores del recinto de medida.

La altura del punto se considerará en 2,3 m sobre el nivel del terreno, de manera que sea un punto superior a la altura del personal del recinto de medida.

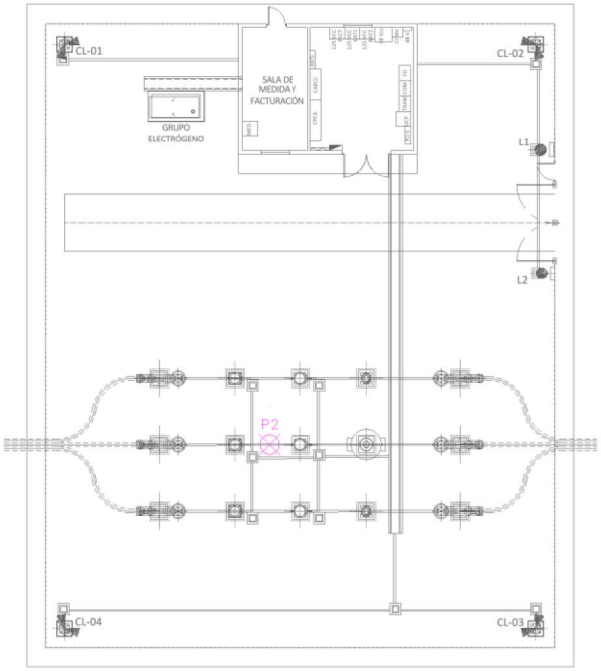
Para poder analizar la influencia del cableado en los diferentes tramos, se debe considerar que se trata de tramos de longitud definida, empleando la siguiente fórmula:



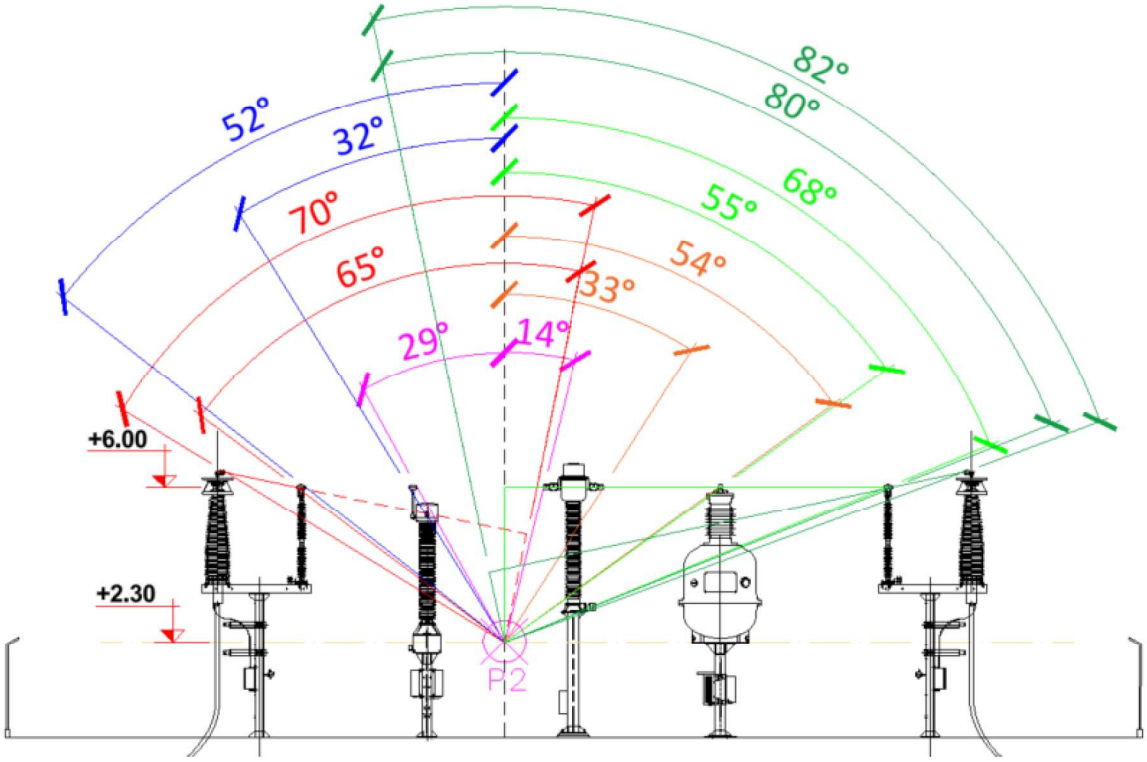
$$\boldsymbol{B} = \frac{\mu_0}{4\pi\rho}(\sin\alpha_2 - \sin\alpha_1)$$

Esta fórmula se obtiene como resultado de la integración con cambio de variable de la ecuación de Biot y Savart. Su desarrollo no es objeto del presente cálculo.

La vista de la planta se muestra en la siguiente imagen:



La vista de la sección se muestra en la siguiente imagen:



La figura anterior muestra gráficamente los tramos en estudio, representados con distintos colores para facilitar su identificación.

Los resultados del cálculo son los siguientes:

TRAMO	FASE	Distancia (m)	ALFA 1	ALFA 2	Intensidad	Campo B (µT)
1	R	2,61	-70	-65	288,68	0,37
	S					0,37
	T					0,37
2	R	3,70	-52	-32	288,68	2,01
	S					2,01
	T					2,01
3	R	3,72	-29	14	288,68	5,64
	S					5,64
	T					5,64
4	R	3,70	33	54	288,68	2,06
	S					2,06
	T					2,06
5	R	3,70	55	68	288,68	0,84
	S					0,84
	T					0,84
6		1,69	80	82	288,68	0,09
						0,09
						0,09
						33,07

El campo resultante va a disminuir a medida que aumente la distancia, por lo que se puede comprobar que el campo magnético es inferior al exigido fuera del cerramiento del recinto de medida a la una altura de 2,30 metros de altura.

Confirmándose que, en el exterior del recinto de medida, el campo electromagnético es menor de 100 µT.

3.10 Conclusiones

Habiendo realizado los análisis pertinentes en cuanto a la actividad del recinto de medida en las condiciones más desfavorables de funcionamiento, se ha llegado a la conclusión de que los valores de radiación emitidos están por

debajo de los límites técnicos admisibles, cumpliendo por tanto las normativas nacional e internacional en lo relativo a emisiones magnéticas en el exterior de las instalaciones.

Tras la ejecución del recinto de medida y durante las pruebas de puesta en marcha, se realizarán mediciones de campo electromagnético en el cerramiento exterior del recinto de medida para comprobar los niveles según RD 1066/2001.

Madrid, octubre de 2025.

[redacted]

Línea Subterránea 220 kV SET Las Colinas 30/220kV– SET Villaviciosa (REE)

Proyecto Técnico Administrativo para Autorización Administrativa Previa

octubre de 2025 - v02

Documento II: Presupuesto

VERSIÓN	CREADO	REVISADO	FECHA	COMENTARIOS
01	D.P.D.	E.R.S.	13/10/2025	Edición inicial
02	D.P.D.	E.R.S.	23/10/2025	Comentarios Cliente

Contenido

1. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL 4

1.1 Línea Alta Tensión 4

1.2 Recinto de Medida 5

2. RESUMEN DEL PRESPUESTO 6

1. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

1.1 Línea Alta Tensión

Los apartados a continuación mostrados desglosan el presupuesto de ejecución material de la Línea subterránea 220 kV.

Tramo Aéreo	
Equipos y materiales	404.690,46 €
Obra civil	190.339,52 €
Montaje	279.488,75 €
TOTAL	874.518,74 €
Tramo Subterráneo	
Equipos y materiales	5.314.650,58 €
Obra civil	6.128.160,70 €
Montaje	1.630.285,70 €
TOTAL	13.073.096,98 €
Estudio de Gestión de Residuos	
EGR	74.438,85 €
Estudio de Seguridad y Salud	
ESS	28.724,66 €
TOTAL	**14.050.779,22 €**

1.2 Recinto de Medida

Ítem	Coste
Equipos y materiales	405.434,56 €
Obra civil	40.543,46 €
Montaje	66.282,50 €
EGR	4.296,39 €
TOTAL	**516.556,90 €**

2. RESUMEN DEL PRESPUESTO

Ítem	Coste
Línea Alta Tensión	**14.050.779,22 €**
Recinto de Medida	**516.556,90 €**
TOTAL	**14.567.336,13 €**
TOTAL CON IVA (21%)	**17.626.476,72 €**

El presupuesto de ejecución material asciende a la cantidad de CATORCE MILLONES QUINIENTOS SESENTA Y SIETE MIL TRESCIENTOS TREINTA Y SEIS EUROS CON TRECE CENTIMOS.

Madrid, octubre de 2025

[redacted]

Línea Subterránea 220 kV SET Las Colinas 30/220kV – SET Villaviciosa (REE)

Proyecto Técnico Administrativo para Autorización Administrativa Previa

octubre de 2025 - v01

Documento IV: Planos

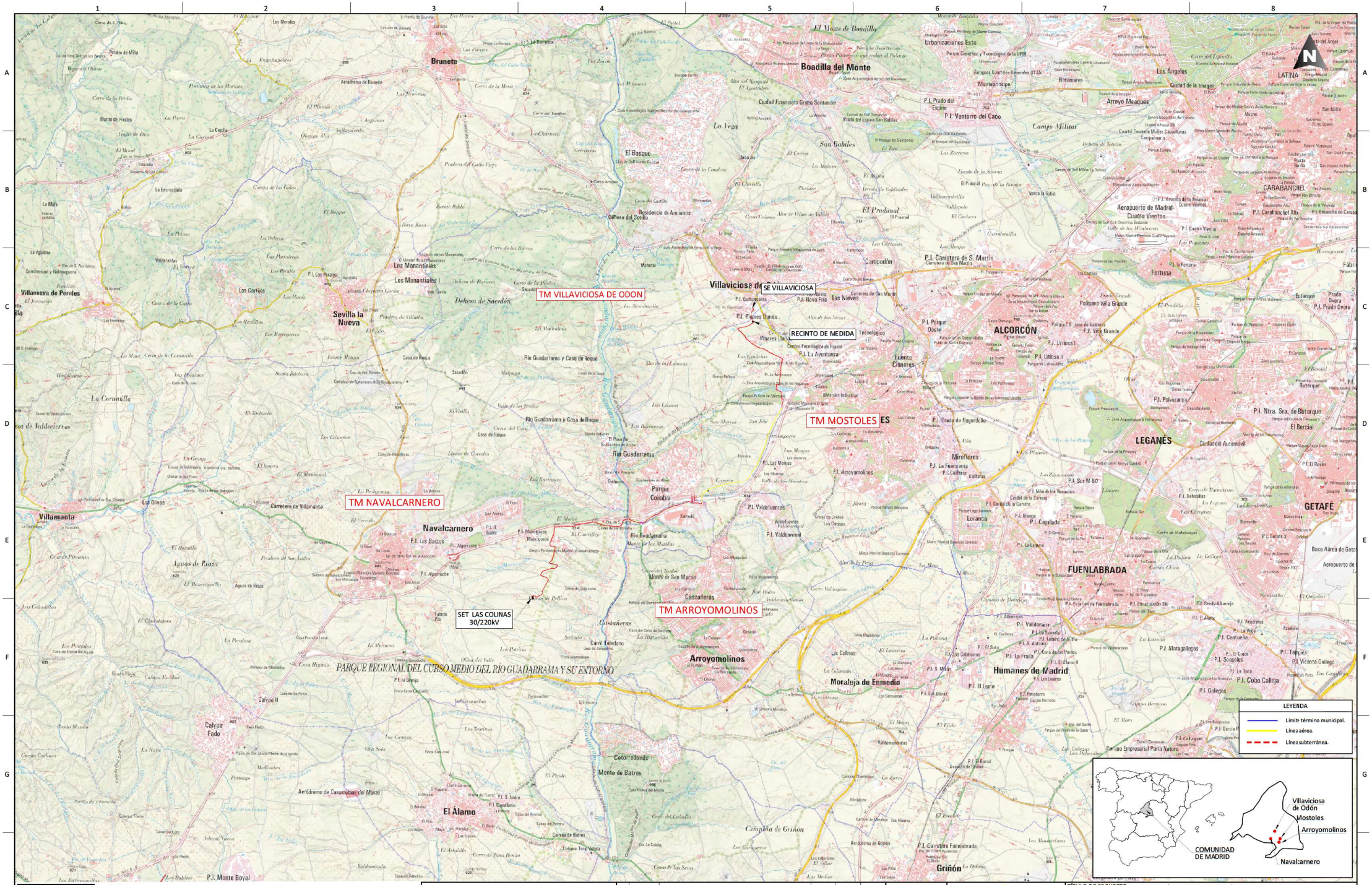
VERSIÓN	CREADO	REVISADO	FECHA	COMENTARIOS
01	D.P.D.	E.R.S.	13/10/2025	Edición inicial

1. ÍNDICE

- Localización y emplazamiento
- Planta general
- Zanjas tipo
- Puesta a tierra de las pantallas
- Cámara de Empalme
- Arqueta de Telecomunicaciones
- Detalle Perforación Horizontal Dirigida
- Torres
- Cadena de amarre y suspensión conductor de potencia
- Cadena de amarre y suspensión conductor de protección
- Aislador polimérico
- Dispositivos antivibración
- Detalle balizas avifauna
- Puesta a Tierra de Estructuras
- Recinto de Medida. Localización y Emplazamiento
- Recinto de Medida. Implantación General
- Recinto de Medida. Secciones
- Recinto de Medida Unifilar simplificado

Madrid, octubre de 2025

[redacted]



[redacted]

NOTAS GENERALES:

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PROYECTO	DIBUJO	FIRMA
06					
05					
04					
03					
02					
01	24.09.2025	INICIO PROYECTO	D.P.D.	P.M.O	E.R.S.

EMITIDO PARA:
- ☐ Solo información
- ☐ Aprobar
- ☐ Presupuestar
- ☐ Construcción
- ☐ AS Built

saetayield
sólida

TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO BÁSICO PARA AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA PREVIA
LÍNEA AÉREA-SUBTERRÁNEA COLINAS 220kV

TÍTULO DEL PLANO: EMPLAZAMIENTO

REF. PLANO: SOIL2472401BLPGGE11

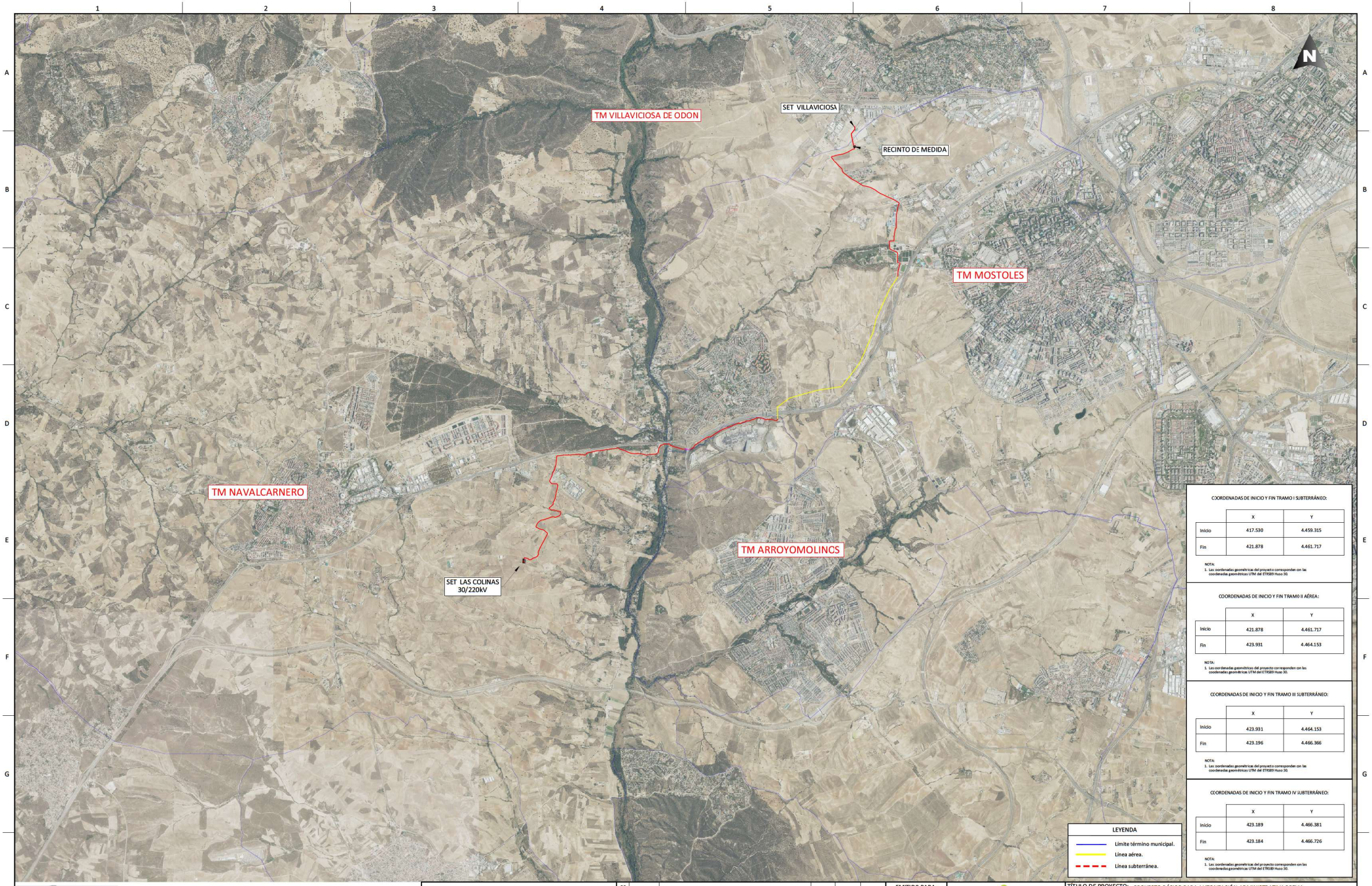
ESCALA: 1:60.000

Nº HOJA: 01 de 02

REV: 01

PROYECTADO	D.P.D.	24.09.2025
DIBUJADO	P.M.O	24.09.2025
APROBADO	E.R.S.	24.09.2025

DIN-A2



COORDENADAS DE INICIO Y FIN TRAMO I SUBTERRÁNEO:

	X	Y
Inicio	417.530	4.459.315
Fin	421.878	4.461.717

NOTA:
1. Las coordenadas geométricas del proyecto corresponden con las coordenadas geométricas UTM del ETRS89 Huso 30.

COORDENADAS DE INICIO Y FIN TRAMO II AÉREA:

	X	Y
Inicio	421.878	4.461.717
Fin	423.931	4.464.153

NOTA:
1. Las coordenadas geométricas del proyecto corresponden con las coordenadas geométricas UTM del ETRS89 Huso 30.

COORDENADAS DE INICIO Y FIN TRAMO III SUBTERRÁNEO:

	X	Y
Inicio	423.931	4.464.153
Fin	423.196	4.466.366

NOTA:
1. Las coordenadas geométricas del proyecto corresponden con las coordenadas geométricas UTM del ETRS89 Huso 30.

COORDENADAS DE INICIO Y FIN TRAMO IV SUBTERRÁNEO:

	X	Y
Inicio	423.189	4.466.381
Fin	423.184	4.466.726

NOTA:
1. Las coordenadas geométricas del proyecto corresponden con las coordenadas geométricas UTM del ETRS89 Huso 30.

LEYENDA

- Límite término municipal.
- Línea aérea.
- Línea subterránea.

[redacted]

NOTAS GENERALES:

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PROYECTO	DIBUJO	FIRMA
06					
05					
04					
03					
02					
01	24.09.2025	INICIO PROYECTO	D.P.D.	P.M.O	E.R.S.

EMITIDO PARA:
- ☐ Solo información
- ☐ Aprobar
- ☐ Presupuestar
- ☐ Construcción
- ☐ AS Built

saetayield
solida

TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO BÁSICO PARA AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA PREVIA
LÍNEA AÉREA-SUBTERRÁNEA COLINAS 220kV

TÍTULO DEL PLANO: LOCALIZACIÓN

REF. PLANO: SOIL2472401BLPGGE11

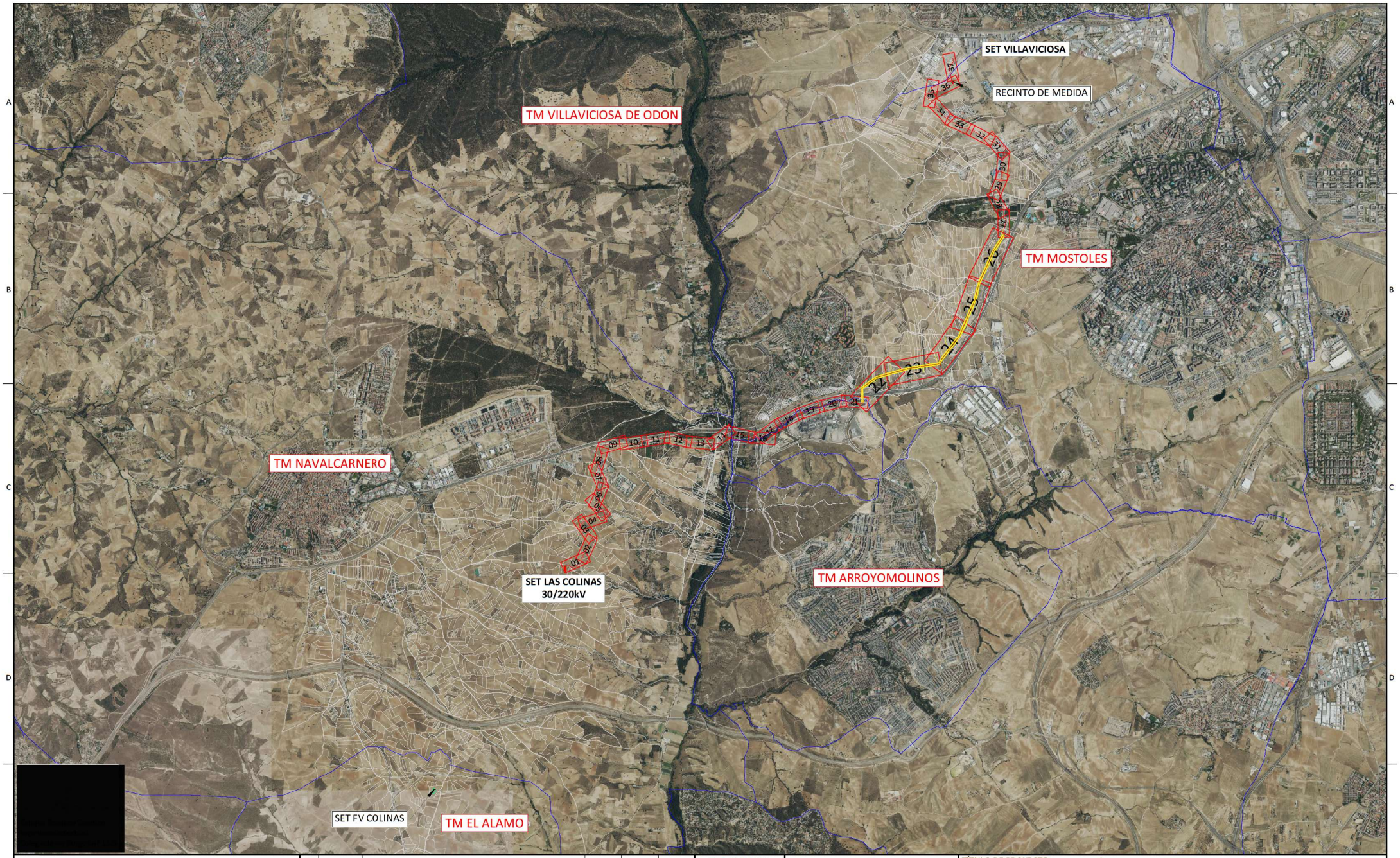
ESCALA: 1:40.000

Nº HOJA: 02 de 02

REV: 01

PROYECTADO	D.P.D.	24.09.2025
DIBUJADO	P.M.O	24.09.2025
APROBADO	E.R.S.	24.09.2025

DIN-A2



NOTAS GENERALES:

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	D.P.D	P.M.O	E.R.S.
06					
05					
04					
03					
02	16.10.2025	COMENTARIOS CLIENTE			
01	24.09.2025	INICIO PROYECTO			

EMITIDO PARA:

- ☐ Solo información
- ☐ Aprobar
- ☐ Presupuestar
- ☐ Construcción
- ☐ AS Built

saetayield

solida

TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PARA AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA PREVIA LÍNEA AÉREA-SUBTERRÁNEA 220kV SET LAS COLINAS 30/220kV-SET VILLAVICIOSA(REE)

TÍTULO DEL PLANO: PLANTA GENERAL

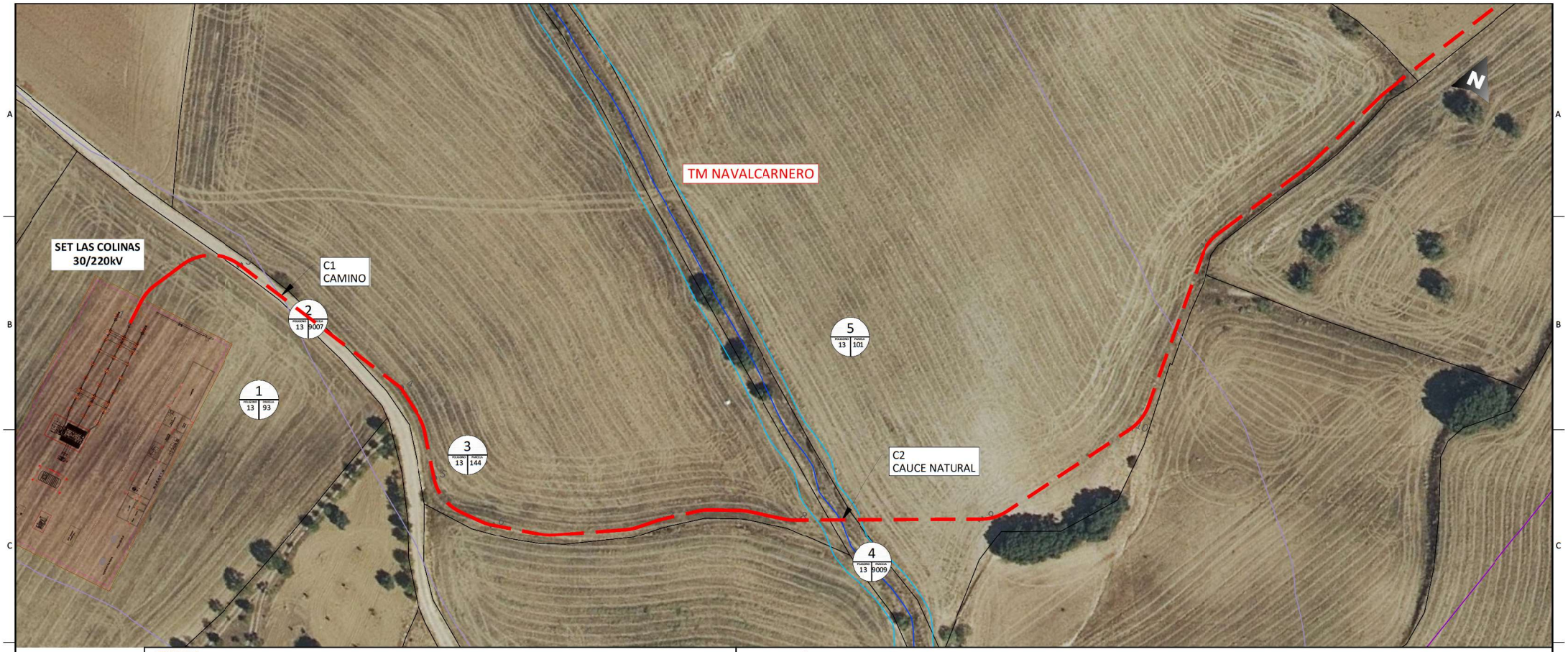
REF. PLANO: SOIL2472401BLPGGE01

ESCALA: 1:50.000

Nº HOJA: 00 de 37

REV: 02

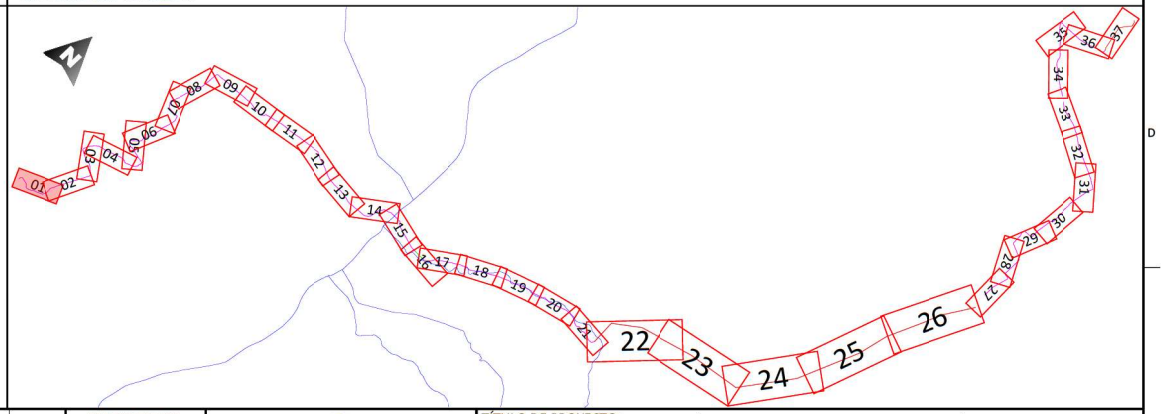
PROYECTADO	D.P.D	24.09.2025
DIBUJADO	P.M.O	24.09.2025
APROBADO	E.R.S.	24.09.2025



LEYENDA

- Término municipal.
- Límite parcela.
- Línea eléctrica tramo aéreo.
- Línea eléctrica tramo subterráneo.
- Red hidrográfica DHP zona de flujo preferente.
- Red hidrográfica DHP deslindado.
- Red hidrográfica.
- Red hidrográfica Zona de servidumbre.
- Red hidrográfica Zona de policia.
- Línea eléctrica existente.
- Línea eléctrica existente servidumbre.
- XXXX POL 13 PARC 9007 — Identif cador de parcela.
- Línea Telecomunicaciones.
- Zonas Protección Avifauna contra Colisión y Electrocución LAAT.
- Montes Preservados.
- Autopista.
- Red de FFCC.
- Autopista- Arista exterior de calzada.
- Autopista-Arista exterior de explanación.
- Autopista-Zona limite de edificación
- Zona limite de afección.
- Carretera, Zona de Servidumbre.
- Carretera, Zona Dominio Público.
- Carretera, Zona de Afección.
- Corredores ecológicos primarios.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T500.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T100.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T50.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T10.
- Lugar de Arqueólogico.
- Vías pecuarias.
- Accesos.

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS:



NOTAS GENERALES:

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PROYECTO	DIBUJO	FIRMA
06					
05					
04					
03					
02	16.10.2025	COMENTARIOS CLIENTE	D.P.D	P.M.O	E.R.S.
01	24.09.2025	INICIO PROYECTO	D.P.D	P.M.O	E.R.S.

EMITIDO PARA:
- ☐ Solo información
- ☐ Aprobar
- ☐ Presupuestar
- ☐ Construcción
- ☐ AS Built

saetayield

solida

TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PARA AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA PREVIA LÍNEA AÉREA-SUBTERRÁNEA 220kV SET LAS COLINAS 30/220kV-SET VILLAVICIOSA(REE)

TÍTULO DEL PLANO: PLANTA GENERAL

REF. PLANO: SOIL2472401BLPGGE01

ESCALA: 1:1.000

Nº HOJA: 01 de 37

REV: 02

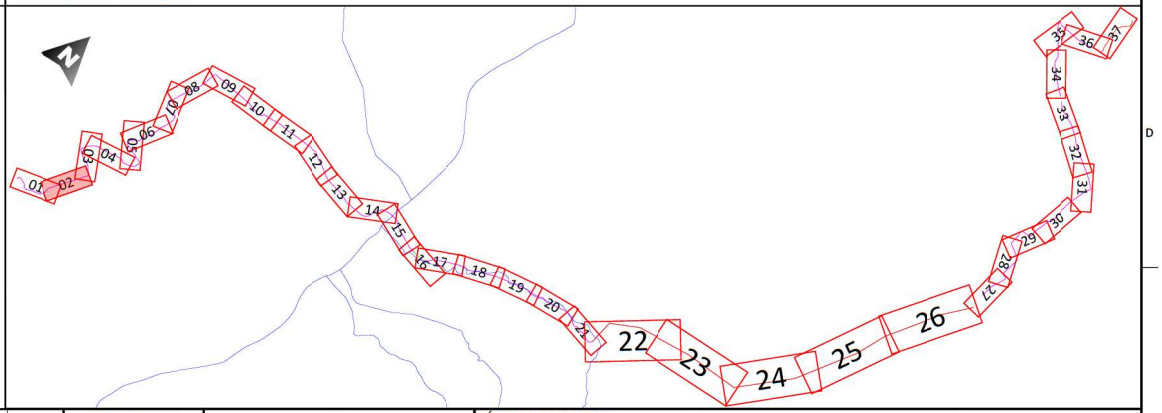
PROYECTADO	D.P.D		24.09.2025
DIBUJADO	P.M.O		24.09.2025
APROBADO	E.R.S.		24.09.2025

LEYENDA

- Término municipal.
- Límite parcela.
- Línea eléctrica tramo aéreo.
- Línea eléctrica tramo subterráneo.
- Red hidrográfica DHP zona de flujo preferente.
- Red hidrográfica DHP deslindado.
- Red hidrográfica.
- Red hidrográfica Zona de servidumbre.
- Red hidrográfica Zona de policia.
- Línea eléctrica existente.
- Línea eléctrica existente servidumbre.
- Identif cador de parcela.
- Línea Telecomunicaciones.
- Zonas Protección Avifauna contra Colisión y Electrocución LAAT.
- Montes Preservados.
- Autopista.
- Red de FFCC.
- Autopista- Arista exterior de calzada.
- Autopista-Arista exterior de explanación.
- Autopista-Zona limite de edificación
- Zona limite de afección.
- Carretera, Zona de Servidumbre.
- Carretera, Zona Dominio Público.
- Carretera, Zona de Afección.
- Corredores ecológicos primarios.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T500.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T100.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T50.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T10.
- Lugar de Arqueólogico.
- Vías pecuarias.
- Accesos.

[redacted]

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS:



NOTAS GENERALES:

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PROYECTO	DIBUJO	FIRMA
06					
05					
04					
03					
02	16.10.2025	COMENTARIOS CLIENTE	D.P.D	P.M.O	E.R.S.
01	24.09.2025	INICIO PROYECTO	D.P.D	P.M.O	E.R.S.

EMITIDO PARA:

- ☐ Solo información
- ☐ Aprobar
- ☐ Presupuestar
- ☐ Construcción
- ☐ AS Built

saetayield

solida

TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PARA AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA PREVIA LÍNEA AÉREA-SUBTERRÁNEA 220kV SET LAS COLINAS 30/220kV-SET VILLAVICIOSA(REE)

TÍTULO DEL PLANO: PLANTA GENERAL

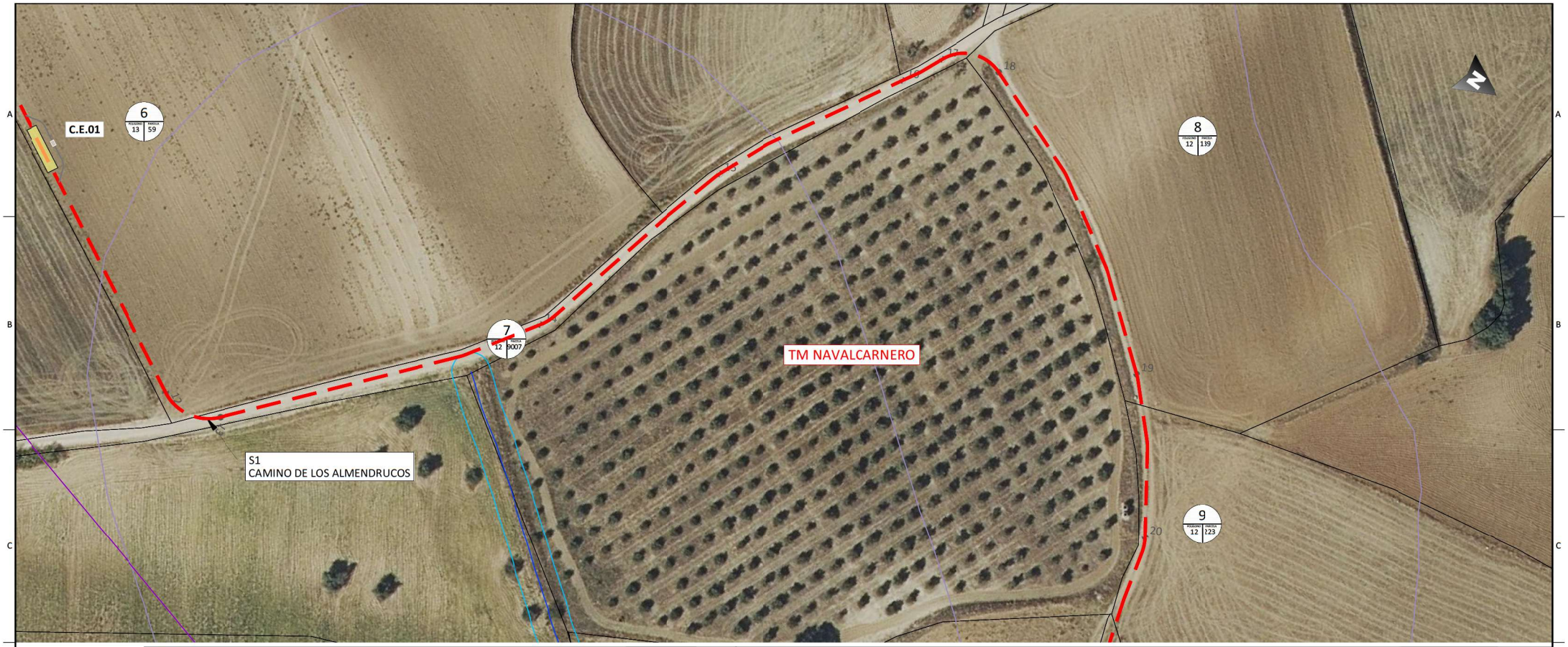
REF. PLANO: SOIL2472401BLPGGE01

ESCALA: 1:1.000

Nº HOJA: 02 de 37

REV: 02

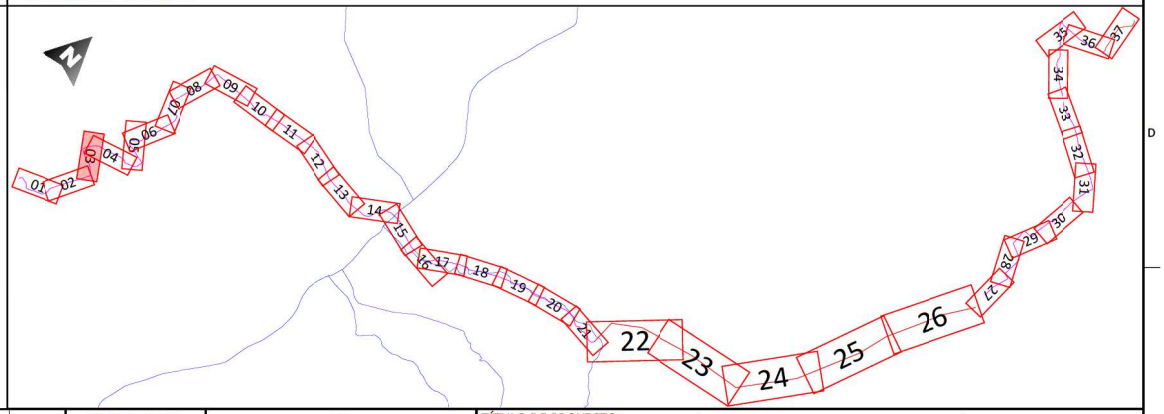
PROYECTADO	D.P.D	24.09.2025
DIBUJADO	P.M.O	24.09.2025
APROBADO	E.R.S.	24.09.2025



LEYENDA

- Término municipal.
- Límite parcela.
- Línea eléctrica tramo aéreo.
- Línea eléctrica tramo subterráneo.
- Red hidrográfica DHP zona de flujo preferente.
- Red hidrográfica DHP deslindado.
- Red hidrográfica.
- Red hidrográfica Zona de servidumbre.
- Red hidrográfica Zona de policia.
- Línea eléctrica existente.
- Línea eléctrica existente servidumbre.
- XXXX POLÍGONO / PARCELA — Identif cador de parcela.
- Línea Telecomunicaciones.
- Zonas Protección Avifauna contra Colisión y Electrocución LAAT.
- Montes Preservados.
- Autopista.
- Red de FFCC.
- Autopista- Arista exterior de calzada.
- Autopista-Arista exterior de explanación.
- Autopista-Zona limite de edificación
- Zona limite de afección.
- Carretera, Zona de Servidumbre.
- Carretera, Zona Dominio Público.
- Carretera, Zona de Afección.
- Corredores ecológicos primarios.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T500.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T100.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T50.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T10.
- Lugar de Arqueólogico.
- Vías pecuarias.
- Accesos.

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS:



NOTAS GENERALES:

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PROYECTO	DIBUJO	FIRMA
06					
05					
04					
03					
02	16.10.2025	COMENTARIOS CLIENTE	D.P.D	P.M.O	E.R.S.
01	24.09.2025	INICIO PROYECTO	D.P.D	P.M.O	E.R.S.

EMITIDO PARA:
- ☐ Solo información
- ☐ Aprobar
- ☐ Presupuestar
- ☐ Construcción
- ☐ AS Built

saetayield

solida

TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PARA AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA PREVIA LÍNEA AÉREA-SUBTERRÁNEA 220kV SET LAS COLINAS 30/220kV-SET VILLAVICIOSA(REE)

TÍTULO DEL PLANO: PLANTA GENERAL

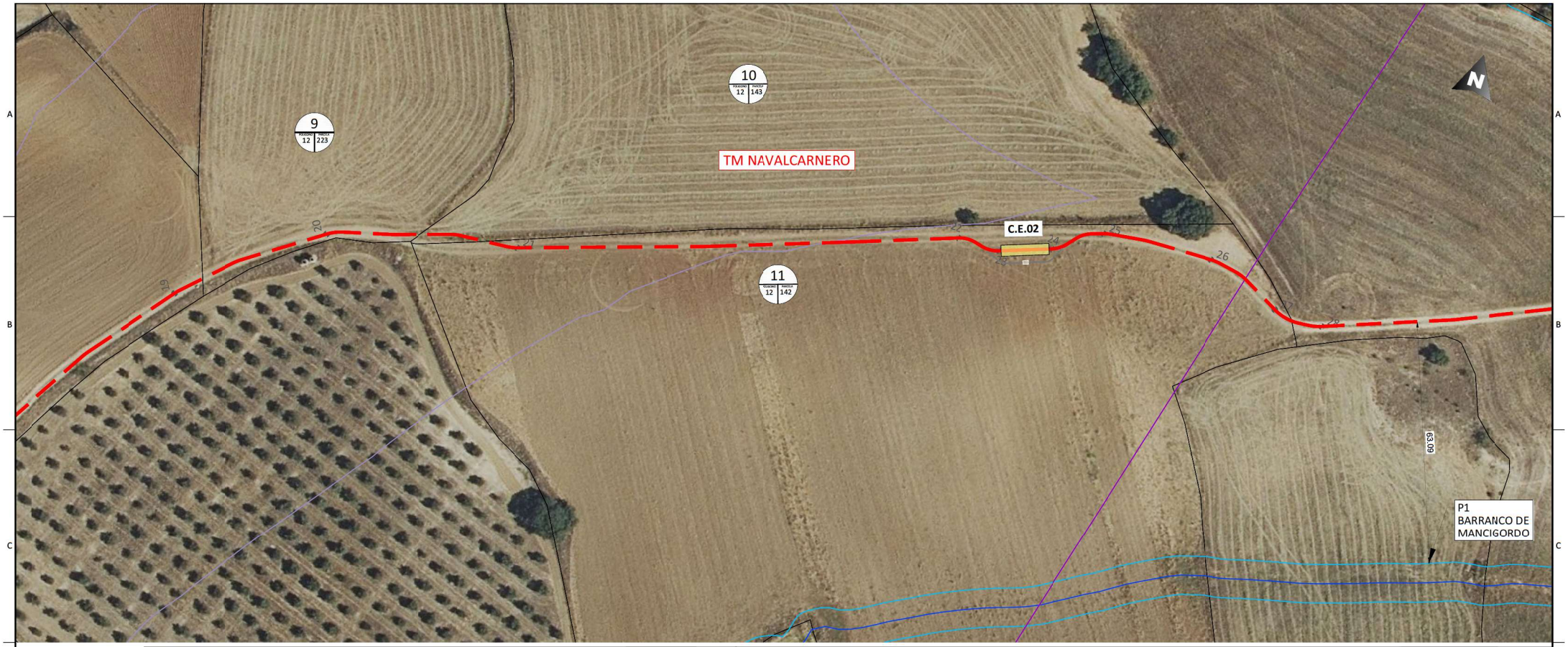
REF. PLANO: SOIL2472401BLPGGE01

ESCALA: 1:1.000

Nº HOJA: 03 de 37

REV: 02

PROYECTADO	D.P.D	24.09.2025
DIBUJADO	P.M.O	24.09.2025
APROBADO	E.R.S.	24.09.2025

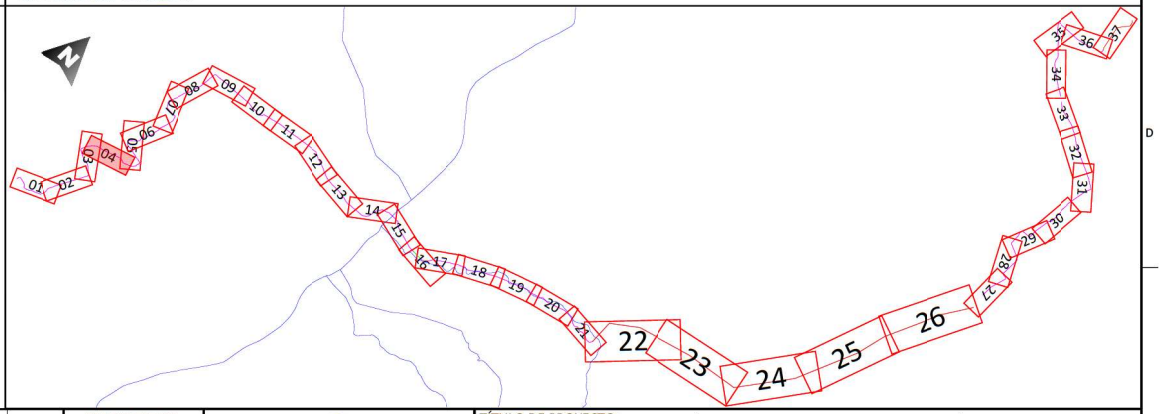


LEYENDA

- Término municipal.
- Límite parcela.
- Línea eléctrica tramo aéreo.
- Línea eléctrica tramo subterráneo.
- Red hidrográfica DHP zona de flujo preferente.
- Red hidrográfica DHP deslindado.
- Red hidrográfica.
- Red hidrográfica Zona de servidumbre.
- Red hidrográfica Zona de policia.
- Línea eléctrica existente.
- Línea eléctrica existente servidumbre.
- Identif cador de parcela.
- Línea Telecomunicaciones.
- Zonas Protección Avifauna contra Colisión y Electrocución LAAT.
- Montes Preservados.
- Autopista.
- Red de FFCC.
- Autopista- Arista exterior de calzada.
- Autopista-Arista exterior de explanación.
- Autopista-Zona limite de edificación
- Zona limite de afección.
- Carretera, Zona de Servidumbre.
- Carretera, Zona Dominio Público.
- Carretera, Zona de Afección.
- Corredores ecológicos primarios.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T500.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T100.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T50.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T10.
- Lugar de Arqueólogico.
- Vías pecuarias.
- Accesos.

[redacted]

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS:



NOTAS GENERALES:

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PROYECTO	DIBUJO	FIRMA
06					
05					
04					
03					
02	16.10.2025	COMENTARIOS CLIENTE	D.P.D	P.M.O	E.R.S.
01	24.09.2025	INICIO PROYECTO	D.P.D	P.M.O	E.R.S.

EMITIDO PARA:
- ☐ Solo información
- ☐ Aprobar
- ☐ Presupuestar
- ☐ Construcción
- ☐ AS Built

saetayield

solida

TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PARA AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA PREVIA LÍNEA AÉREA-SUBTERRÁNEA 220kV SET LAS COLINAS 30/220kV-SET VILLAVICIOSA(REE)

TÍTULO DEL PLANO: PLANTA GENERAL

REF. PLANO: SOIL2472401BLPGGE01

ESCALA: 1:1.000

Nº HOJA: 04 de 37

REV: 02

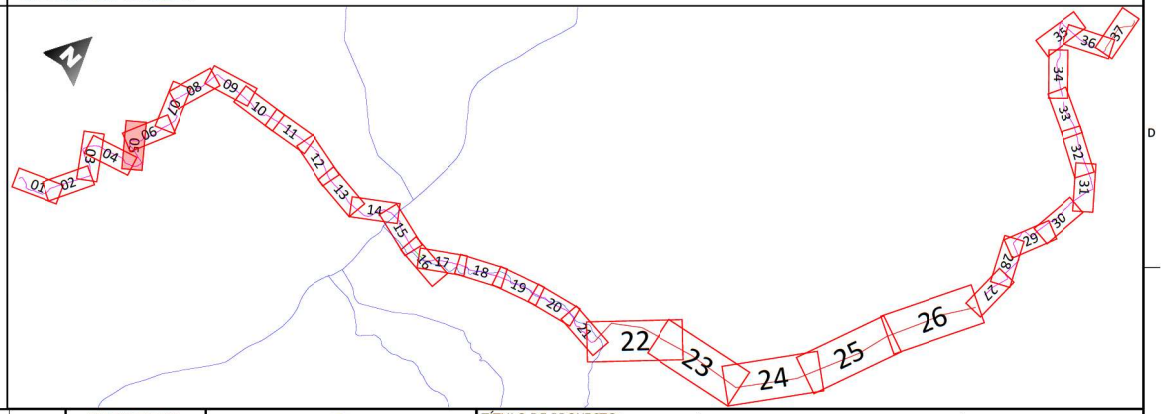
PROYECTADO	D.P.D		24.09.2025
DIBUJADO	P.M.O		24.09.2025
APROBADO	E.R.S.		24.09.2025

LEYENDA

- Término municipal.
- Límite parcela.
- Línea eléctrica tramo aéreo.
- Línea eléctrica tramo subterráneo.
- Red hidrográfica DHP zona de flujo preferente.
- Red hidrográfica DHP deslindado.
- Red hidrográfica.
- Red hidrográfica Zona de servidumbre.
- Red hidrográfica Zona de policia.
- Línea eléctrica existente.
- Línea eléctrica existente servidumbre.
- XXXX POL 12 PARC 8011 — Identif cador de parcela.
- Línea Telecomunicaciones.
- Zonas Protección Avifauna contra Colisión y Electrocución LAAT.
- Montes Preservados.
- Autopista.
- Red de FFCC.
- Autopista- Arista exterior de calzada.
- Autopista-Arista exterior de explanación.
- Autopista-Zona limite de edificación
- Zona limite de afección.
- Carretera, Zona de Servidumbre.
- Carretera, Zona Dominio Público.
- Carretera, Zona de Afección.
- Corredores ecológicos primarios.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T500.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T100.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T50.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T10.
- Lugar de Arqueólogico.
- Vías pecuarias.
- Accesos.

[redacted]

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS:



NOTAS GENERALES:

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PROYECTO	DIBUJO	FIRMA
06					
05					
04					
03					
02	16.10.2025	COMENTARIOS CLIENTE	D.P.D	P.M.O	E.R.S.
01	24.09.2025	INICIO PROYECTO	D.P.D	P.M.O	E.R.S.

EMITIDO PARA:
- ☐ Solo información
- ☐ Aprobar
- ☐ Presupuestar
- ☐ Construcción
- ☐ AS Built

saetayield

solida

TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PARA AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA PREVIA LÍNEA AÉREA-SUBTERRÁNEA 220kV SET LAS COLINAS 30/220kV-SET VILLAVICIOSA(REE)

TÍTULO DEL PLANO: PLANTA GENERAL

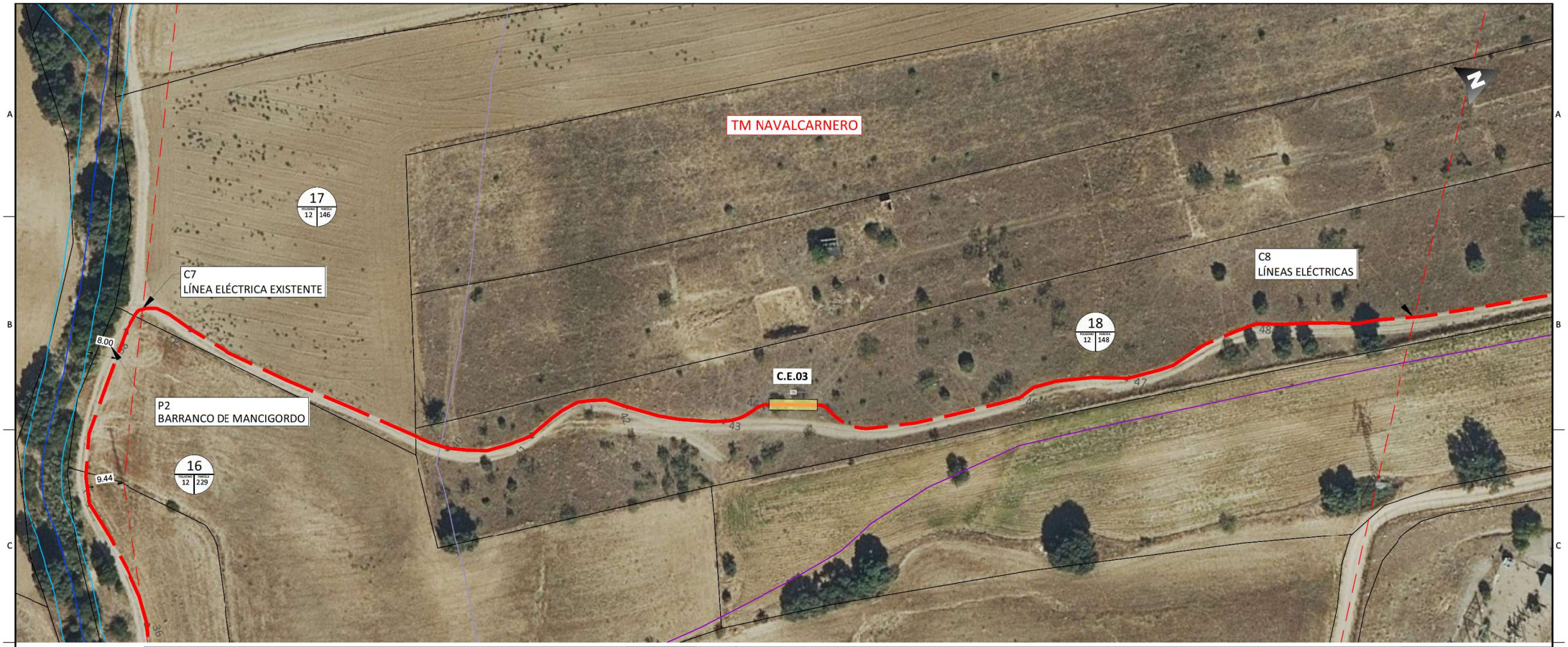
REF. PLANO: SOIL2472401BLPGGE01

ESCALA: 1:1.000

Nº HOJA: 05 de 37

REV: 02

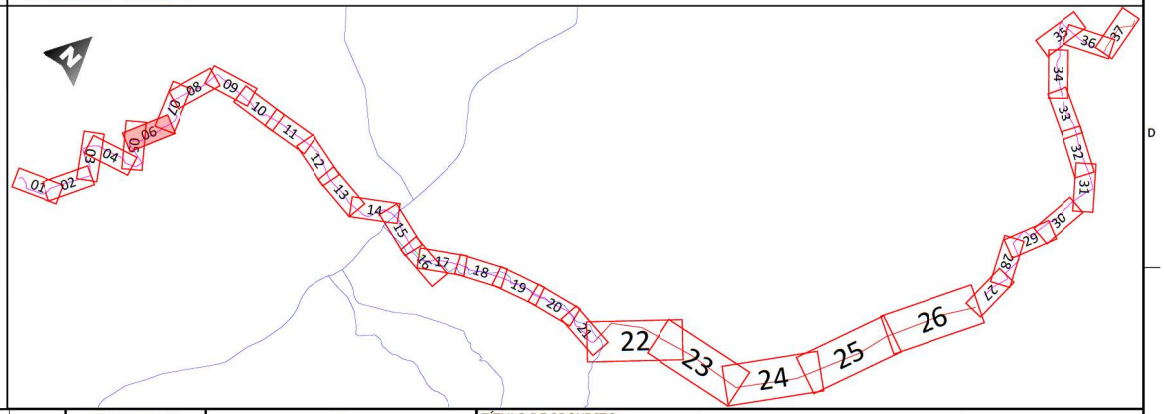
PROYECTADO	D.P.D	24.09.2025
DIBUJADO	P.M.O	24.09.2025
APROBADO	E.R.S.	24.09.2025



LEYENDA

- Término municipal.
- Límite parcela.
- Línea eléctrica tramo aéreo.
- Línea eléctrica tramo subterráneo.
- Red hidrográfica DHP zona de flujo preferente.
- Red hidrográfica DHP deslindado.
- Red hidrográfica.
- Red hidrográfica Zona de servidumbre.
- Red hidrográfica Zona de policía.
- Línea eléctrica existente.
- Línea eléctrica existente servidumbre.
- XXXX POL 12 PARC 146 — Identificador de parcela.
- Línea Telecomunicaciones.
- Zonas Protección Avifauna contra Colisión y Electrocución LAAT.
- Montes Preservados.
- Autopista.
- Red de FFCC.
- Autopista- Arista exterior de calzada.
- Autopista-Arista exterior de explanación.
- Autopista-Zona limite de edificación
- Zona limite de afección.
- Carretera, Zona de Servidumbre.
- Carretera, Zona Dominio Público.
- Carretera, Zona de Afección.
- Corredores ecológicos primarios.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T500.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T100.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T50.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T10.
- Lugar de Arqueólogico.
- Vías pecuarias.
- Accesos.

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS:



NOTAS GENERALES:

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PROYECTO	DIBUJO	FIRMA
06					
05					
04					
03					
02	16.10.2025	COMENTARIOS CLIENTE	D.P.D	P.M.O	E.R.S.
01	24.09.2025	INICIO PROYECTO	D.P.D	P.M.O	E.R.S.

EMITIDO PARA:
- ☐ Solo información
- ☐ Aprobar
- ☐ Presupuestar
- ☐ Construcción
- ☐ AS Built

saetayield

solida

TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PARA AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA PREVIA LÍNEA AÉREA-SUBTERRÁNEA 220kV SET LAS COLINAS 30/220kV-SET VILLAVICIOSA(REE)

TÍTULO DEL PLANO: PLANTA GENERAL

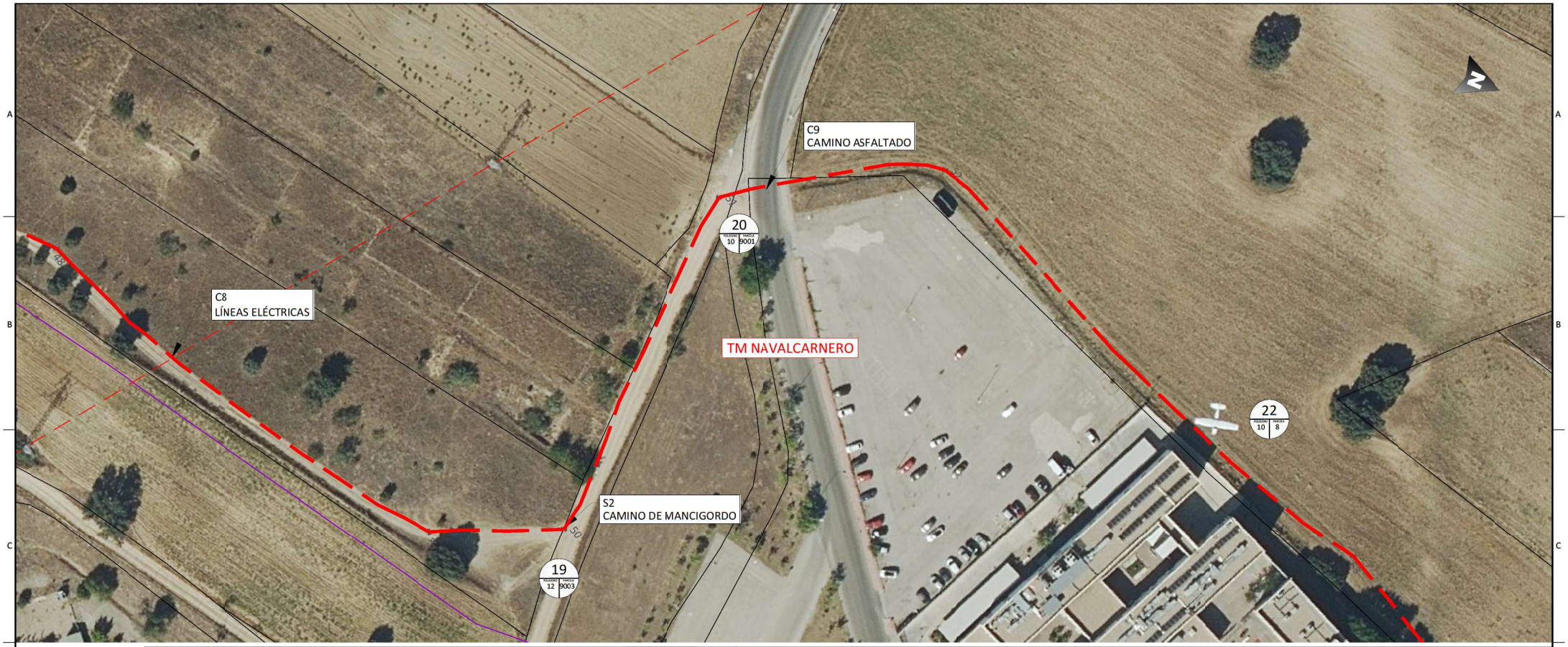
REF. PLANO: SOIL2472401BLPGGE01

ESCALA: 1:1.000

Nº HOJA: 06 de 37

REV: 02

PROYECTADO	D.P.D	24.09.2025
DIBUJADO	P.M.O	24.09.2025
APROBADO	E.R.S.	24.09.2025

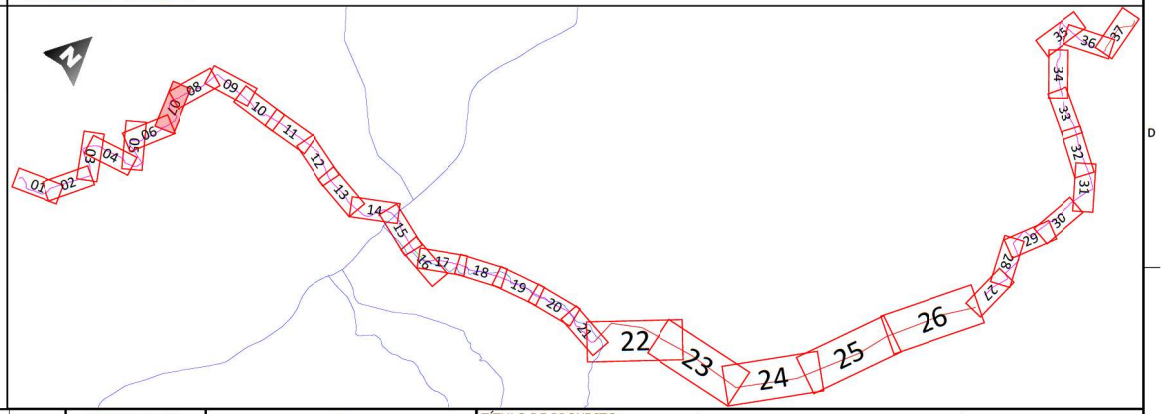


LEYENDA

- Término municipal.
- Límite parcela.
- Línea eléctrica tramo aéreo.
- Línea eléctrica tramo subterráneo.
- Red hidrográfica DHP zona de flujo preferente.
- Red hidrográfica DHP deslindado.
- Red hidrográfica.
- Red hidrográfica Zona de servidumbre.
- Red hidrográfica Zona de policia.
- Línea eléctrica existente.
- Línea eléctrica existente servidumbre.
- Identificador de parcela.
- Línea Telecomunicaciones.
- Zonas Protección Avifauna contra Colisión y Electrocución LAAT.
- Montes Preservados.
- Autopista.
- Red de FFCC.
- Autopista- Arista exterior de calzada.
- Autopista-Arista exterior de explanación.
- Autopista-Zona limite de edificación
- Zona limite de afección.
- Carretera, Zona de Servidumbre.
- Carretera, Zona Dominio Público.
- Carretera, Zona de Afección.
- Corredores ecológicos primarios.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T500.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T100.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T50.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T10.
- Lugar de Arqueólogico.
- Vías pecuarias.
- Accesos.

[redacted]

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS:



NOTAS GENERALES:

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PROYECTO	DIBUJO	FIRMA
06					
05					
04					
03					
02	16.10.2025	COMENTARIOS CLIENTE	D.P.D	P.M.O	E.R.S.
01	24.09.2025	INICIO PROYECTO	D.P.D	P.M.O	E.R.S.

EMITIDO PARA:
- ☐ Solo información
- ☐ Aprobar
- ☐ Presupuestar
- ☐ Construcción
- ☐ AS Built

saetayield

solida

TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PARA AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA PREVIA LÍNEA AÉREA-SUBTERRÁNEA 220kV SET LAS COLINAS 30/220kV-SET VILLAVICIOSA(REE)

TÍTULO DEL PLANO: PLANTA GENERAL

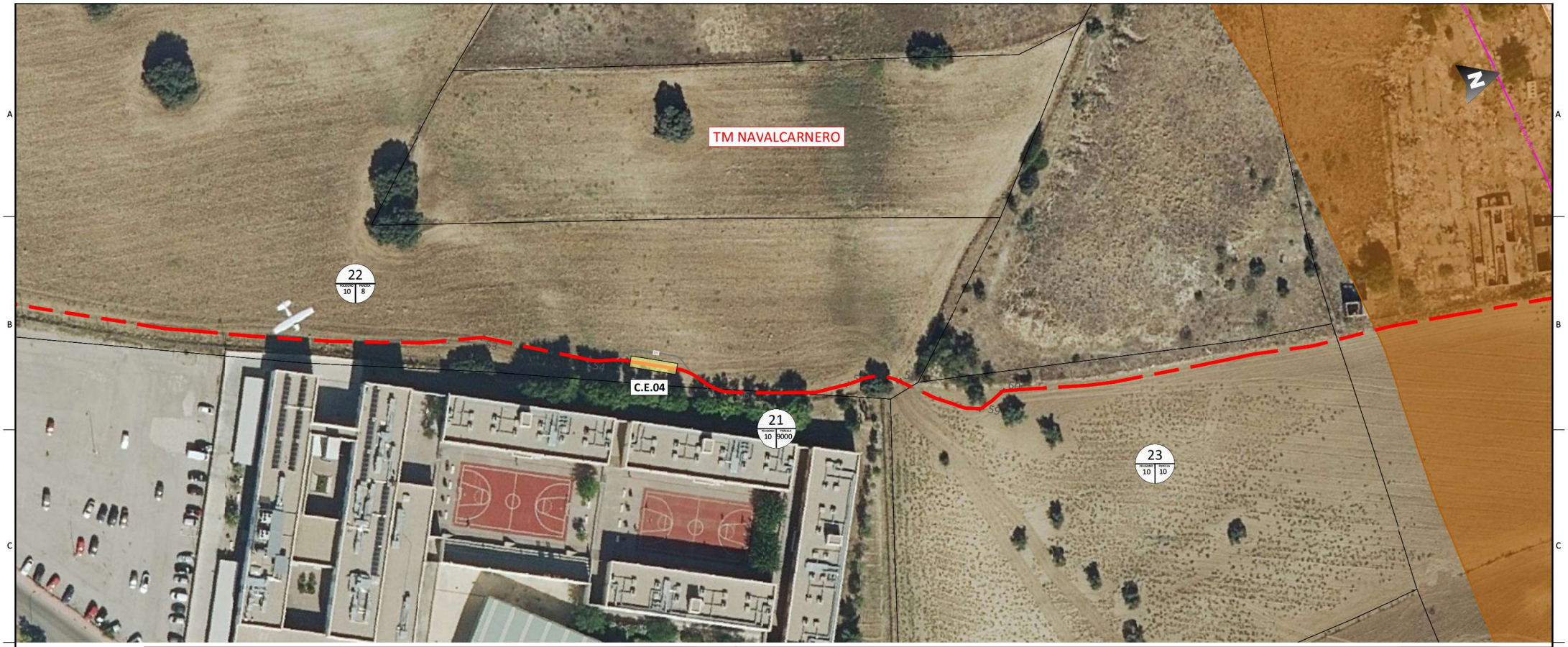
REF. PLANO: SOIL2472401BLPGGE01

ESCALA: 1:1.000

Nº HOJA: 07 de 37

REV: 02

PROYECTADO	D.P.D	24.09.2025
DIBUJADO	P.M.O	24.09.2025
APROBADO	E.R.S.	24.09.2025

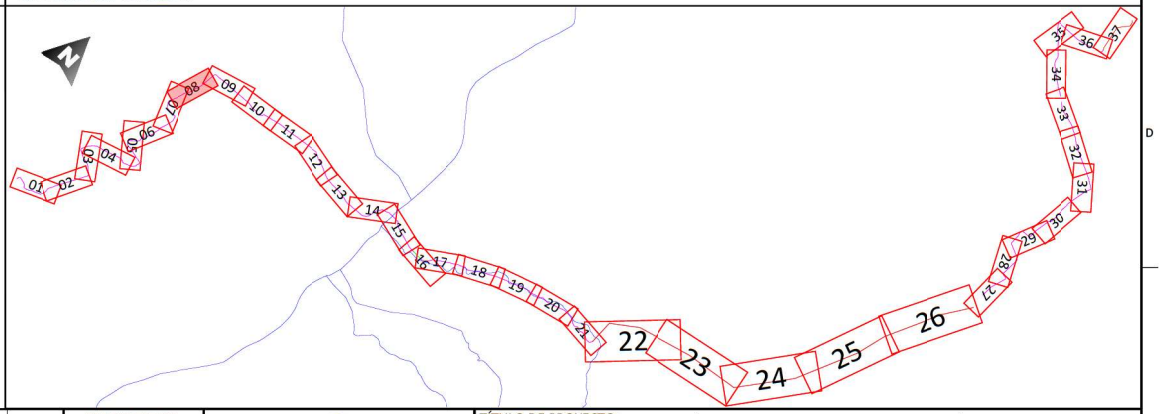


LEYENDA

- Término municipal.
- Límite parcela.
- Línea eléctrica tramo aéreo.
- Línea eléctrica tramo subterráneo.
- Red hidrográfica DHP zona de flujo preferente.
- Red hidrográfica DHP deslindado.
- Red hidrográfica.
- Red hidrográfica Zona de servidumbre.
- Red hidrográfica Zona de policia.
- Línea eléctrica existente.
- Línea eléctrica existente servidumbre.
- Identificador de parcela.
- Línea Telecomunicaciones.
- Zonas Protección Avifauna contra Colisión y Electrocución LAAT.
- Montes Preservados.
- Autopista.
- Red de FFCC.
- Autopista- Arista exterior de calzada.
- Autopista-Arista exterior de explanación.
- Autopista-Zona limite de edificación
- Zona limite de afección.
- Carretera, Zona de Servidumbre.
- Carretera, Zona Dominio Público.
- Carretera, Zona de Afección.
- Corredores ecológicos primarios.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T500.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T100.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T50.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T10.
- Lugar de Arqueólogico.
- Vías pecuarias.
- Accesos.

[redacted]

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS:



NOTAS GENERALES:

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PROYECTO	DIBUJO	FIRMA
06					
05					
04					
03					
02	16.10.2025	COMENTARIOS CLIENTE	D.P.D	P.M.O	E.R.S.
01	24.09.2025	INICIO PROYECTO	D.P.D	P.M.O	E.R.S.

EMITIDO PARA:
- ☐ Solo información
- ☐ Aprobar
- ☐ Presupuestar
- ☐ Construcción
- ☐ AS Built

saetayield

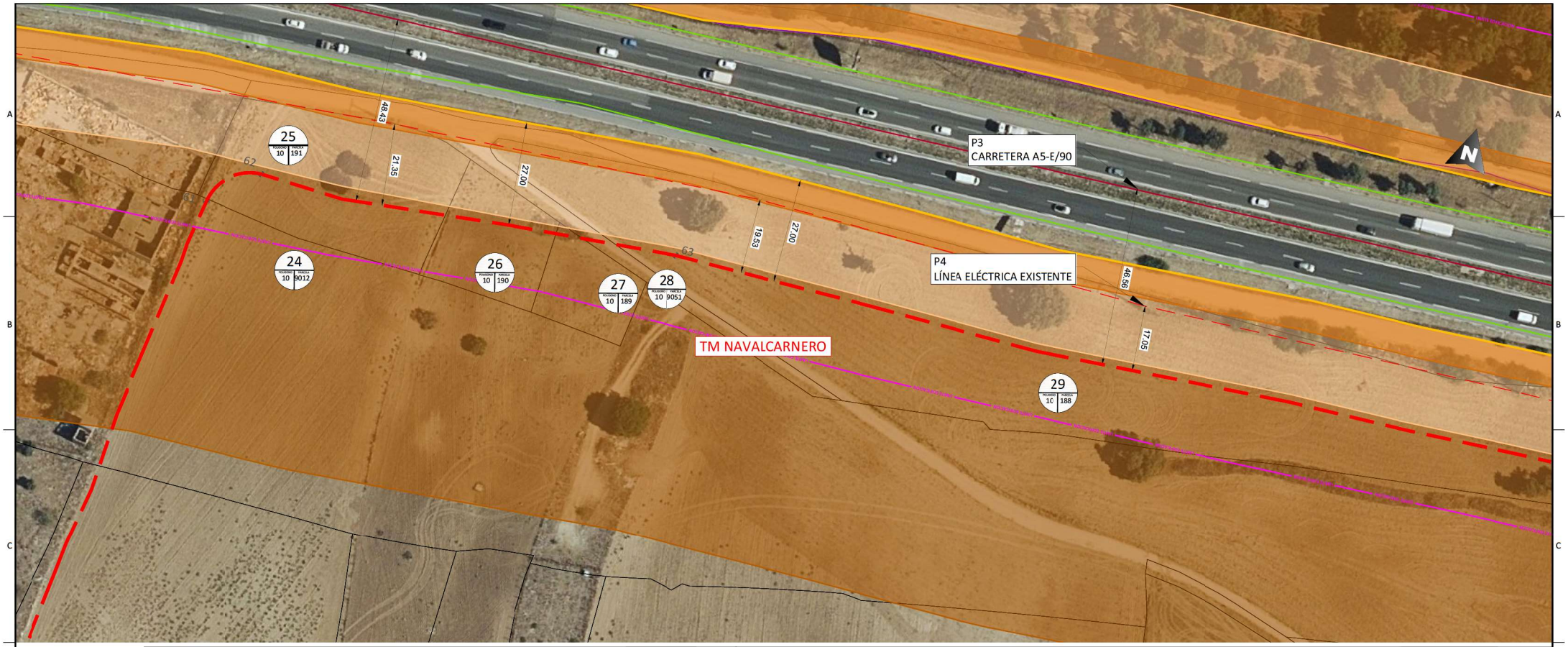
solida

TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PARA AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA PREVIA LÍNEA AÉREA-SUBTERRÁNEA 220kV SET LAS COLINAS 30/220kV-SET VILLAVICIOSA(REE)

TÍTULO DEL PLANO: PLANTA GENERAL

REF. PLANO: SOIL2472401BLPGGE01

ESCALA:	Nº HOJA:				
1:1.000	08 de 37	PROYECTADO	D.P.D		24.09.2025
	REV: 02	DIBUJADO	P.M.O		24.09.2025
		APROBADO	E.R.S.		24.09.2025

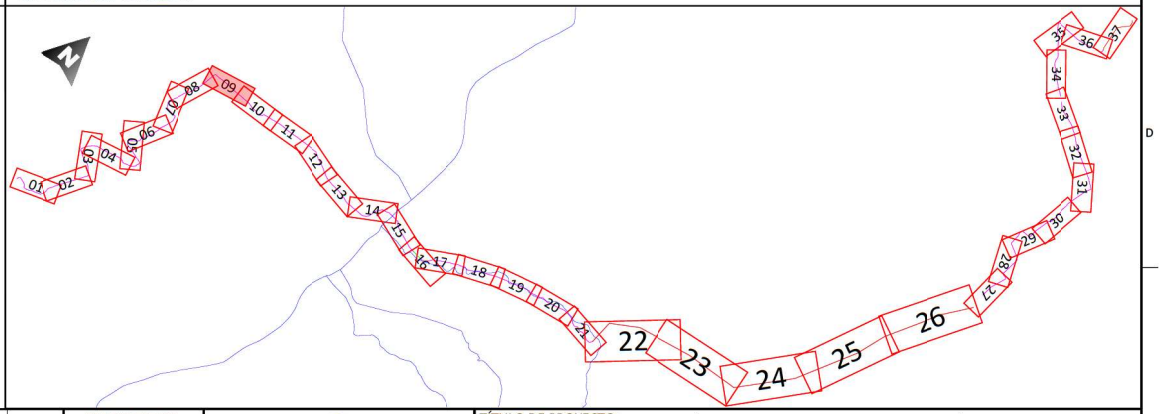


LEYENDA

- Término municipal.
- Límite parcela.
- Línea eléctrica tramo aéreo.
- Línea eléctrica tramo subterráneo.
- Red hidrográfica DHP zona de flujo preferente.
- Red hidrográfica DHP deslindado.
- Red hidrográfica.
- Red hidrográfica Zona de servidumbre.
- Red hidrográfica Zona de policia.
- Línea eléctrica existente.
- Línea eléctrica existente servidumbre.
- Identif cador de parcela.
- Línea Telecomunicaciones.
- Zonas Protección Avifauna contra Colisión y Electrocución LAAT.
- Montes Preservados.
- Autopista.
- Red de FFCC.
- Autopista- Arista exterior de calzada.
- Autopista-Arista exterior de explanación.
- Autopista-Zona limite de edificación
- Zona limite de afección.
- Carretera, Zona de Servidumbre.
- Carretera, Zona Dominio Público.
- Carretera, Zona de Afección.
- Corredores ecológicos primarios.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T500.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T100.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T50.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T10.
- Lugar de Arqueólogico.
- Vías pecuarias.
- Accesos.

[redacted]

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS:



NOTAS GENERALES:

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PROYECTO	DIBUJO	FIRMA
06					
05					
04					
03					
02	16.10.2025	COMENTARIOS CLIENTE	D.P.D	P.M.O	E.R.S.
01	24.09.2025	INICIO PROYECTO	D.P.D	P.M.O	E.R.S.

EMITIDO PARA:
- ☐ Solo información
- ☐ Aprobar
- ☐ Presupuestar
- ☐ Construcción
- ☐ AS Built

saetayield

solida

TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PARA AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA PREVIA LÍNEA AÉREA-SUBTERRÁNEA 220kV SET LAS COLINAS 30/220kV-SET VILLAVICIOSA(REE)

TÍTULO DEL PLANO: PLANTA GENERAL

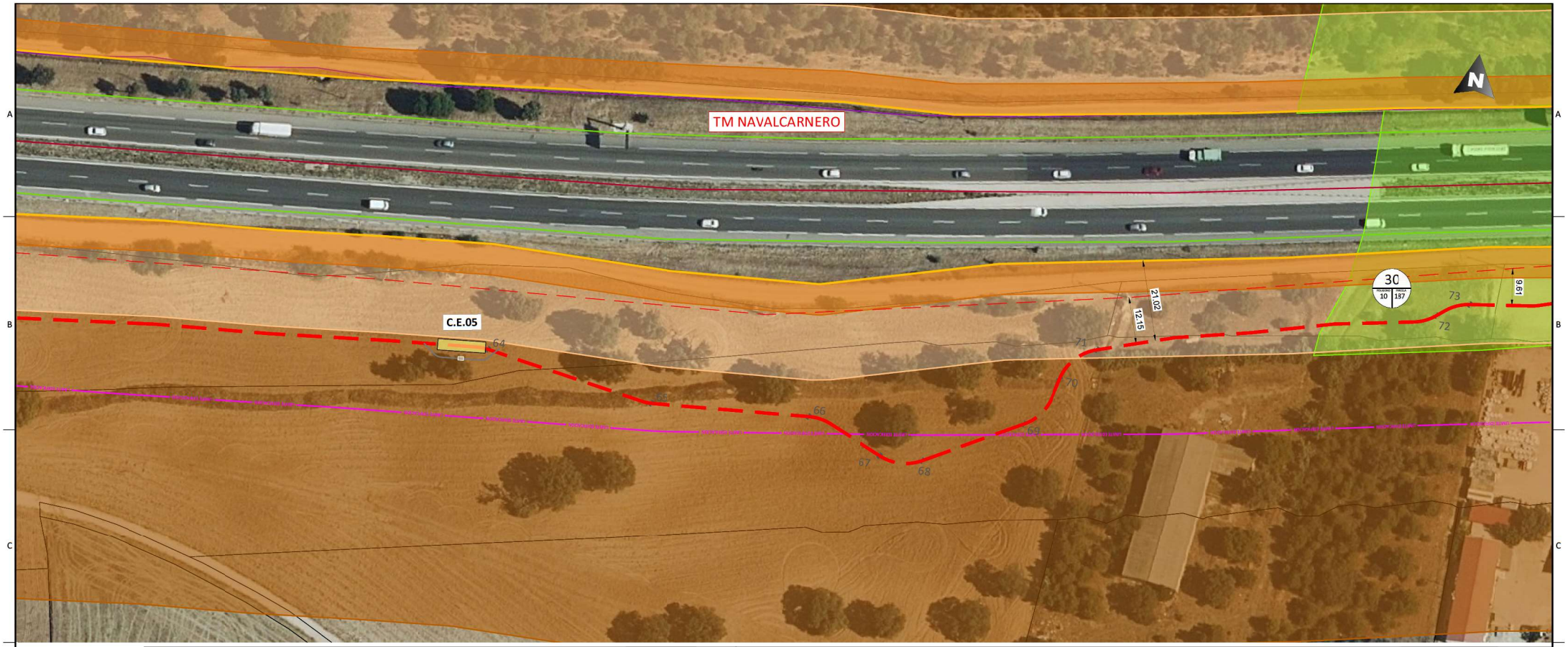
REF. PLANO: SOIL2472401BLPGGE01

ESCALA: 1:1.000

Nº HOJA: 09 de 37

REV: 02

PROYECTADO	D.P.D	24.09.2025
DIBUJADO	P.M.O	24.09.2025
APROBADO	E.R.S.	24.09.2025

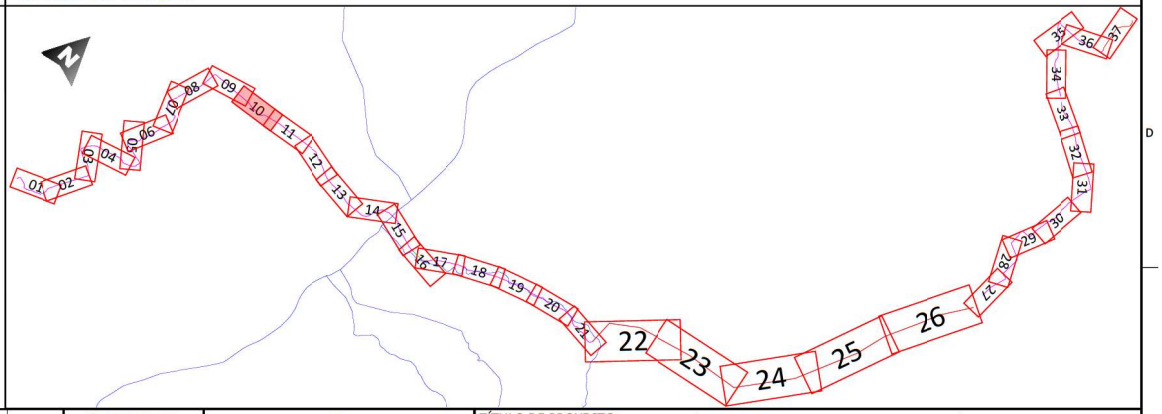


LEYENDA

- Término municipal.
- Límite parcela.
- Línea eléctrica tramo aéreo.
- Línea eléctrica tramo subterráneo.
- Red hidrográfica DHP zona de flujo preferente.
- Red hidrográfica DHP deslindado.
- Red hidrográfica.
- Red hidrográfica Zona de servidumbre.
- Red hidrográfica Zona de policia.
- Línea eléctrica existente.
- Línea eléctrica existente servidumbre.
- Identif cador de parcela.
- Línea Telecomunicaciones.
- Zonas Protección Avifauna contra Colisión y Electrocución LAAT.
- Montes Preservados.
- Autopista.
- Red de FFCC.
- Autopista- Arista exterior de calzada.
- Autopista-Arista exterior de explanación.
- Autopista-Zona limite de edificación
- Zona limite de afección.
- Carretera, Zona de Servidumbre.
- Carretera, Zona Dominio Público.
- Carretera, Zona de Afección.
- Corredores ecológicos primarios.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T500.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T100.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T50.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T10.
- Lugar de Arqueólogico.
- Vías pecuarias.
- Accesos.

[redacted]

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS:



NOTAS GENERALES:

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PROYECTO	DIBUJO	FIRMA
06					
05					
04					
03					
02	16.10.2025	COMENTARIOS CLIENTE	D.P.D	P.M.O	E.R.S.
01	24.09.2025	INICIO PROYECTO	D.P.D	P.M.O	E.R.S.

EMITIDO PARA:
- ☐ Solo información
- ☐ Aprobar
- ☐ Presupuestar
- ☐ Construcción
- ☐ AS Built

saetayield

solida

TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PARA AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA PREVIA LÍNEA AÉREA-SUBTERRÁNEA 220kV SET LAS COLINAS 30/220kV-SET VILLAVICIOSA(REE)

TÍTULO DEL PLANO: PLANTA GENERAL

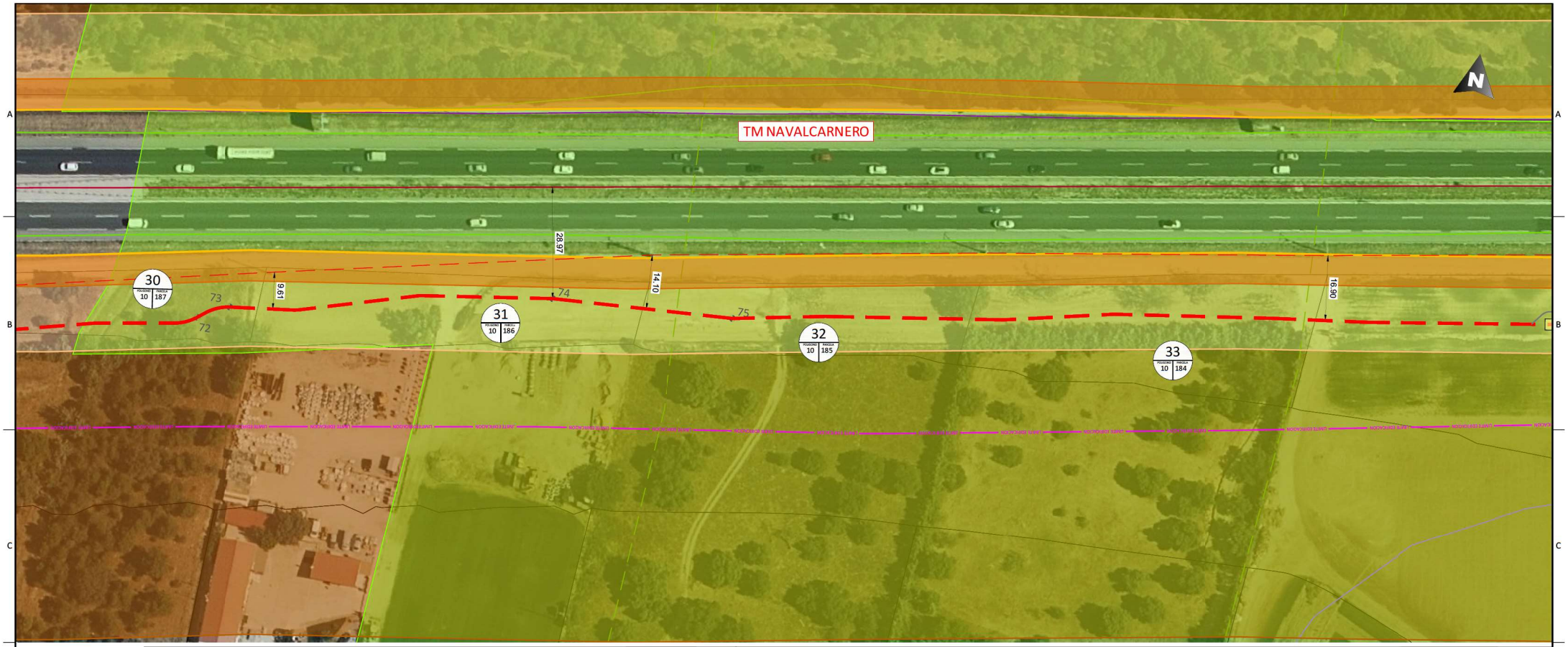
REF. PLANO: SOIL2472401BLPGGE01

ESCALA: 1:1.000

Nº HOJA: 10 de 37

REV: 02

PROYECTADO	D.P.D	24.09.2025
DIBUJADO	P.M.O	24.09.2025
APROBADO	E.R.S.	24.09.2025

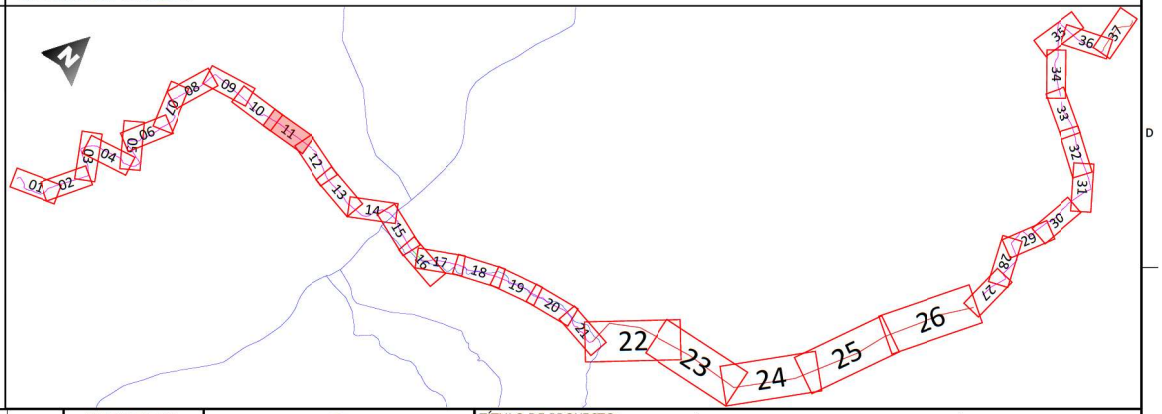


LEYENDA

- Término municipal.
- Límite parcela.
- Línea eléctrica tramo aéreo.
- Línea eléctrica tramo subterráneo.
- Red hidrográfica DHP zona de flujo preferente.
- Red hidrográfica DHP deslindado.
- Red hidrográfica.
- Red hidrográfica Zona de servidumbre.
- Red hidrográfica Zona de policia.
- Línea eléctrica existente.
- Línea eléctrica existente servidumbre.
- XXXX POL 10 PARC 187 — Identif cador de parcela.
- Línea Telecomunicaciones.
- Zonas Protección Avifauna contra Colisión y Electrocución LAAT.
- Montes Preservados.
- Autopista.
- Red de FFCC.
- Autopista- Arista exterior de calzada.
- Autopista-Arista exterior de explanación.
- Autopista-Zona limite de edificación
- Zona limite de afección.
- Carretera, Zona de Servidumbre.
- Carretera, Zona Dominio Público.
- Carretera, Zona de Afección.
- Corredores ecológicos primarios.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T500.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T100.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T50.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T10.
- Lugar de Arqueólogico.
- Vías pecuarias.
- Accesos.

[redacted]

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS:



NOTAS GENERALES:

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PROYECTO	DIBUJO	FIRMA
06					
05					
04					
03					
02	16.10.2025	COMENTARIOS CLIENTE	D.P.D	P.M.O	E.R.S.
01	24.09.2025	INICIO PROYECTO	D.P.D	P.M.O	E.R.S.

EMITIDO PARA:
- ☐ Solo información
- ☐ Aprobar
- ☐ Presupuestar
- ☐ Construcción
- ☐ AS Built

saetayield

solida

TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PARA AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA PREVIA LÍNEA AÉREA-SUBTERRÁNEA 220kV SET LAS COLINAS 30/220kV-SET VILLAVICIOSA(REE)

TÍTULO DEL PLANO: PLANTA GENERAL

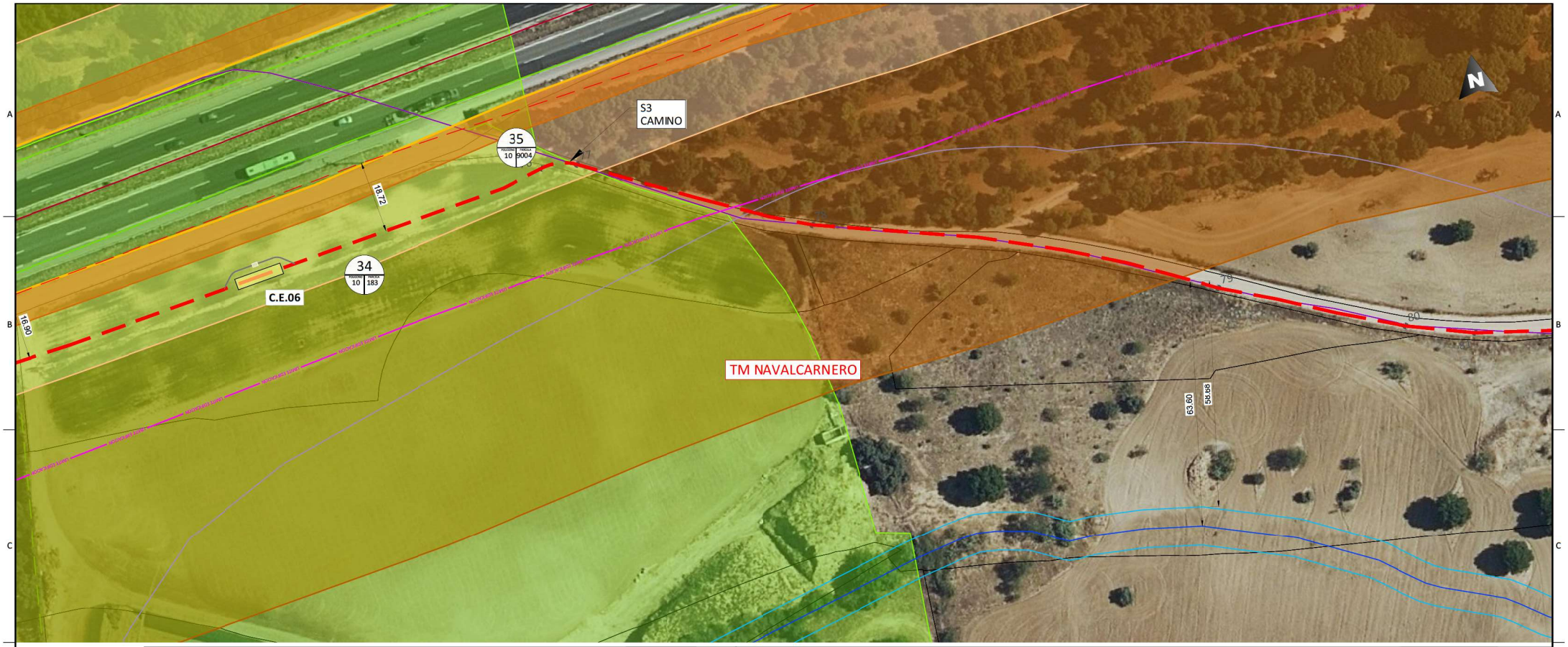
REF. PLANO: SOIL2472401BLPGGE01

ESCALA: 1:1.000

Nº HOJA: 11 de 37

REV: 02

PROYECTADO	D.P.D	24.09.2025
DIBUJADO	P.M.O	24.09.2025
APROBADO	E.R.S.	24.09.2025

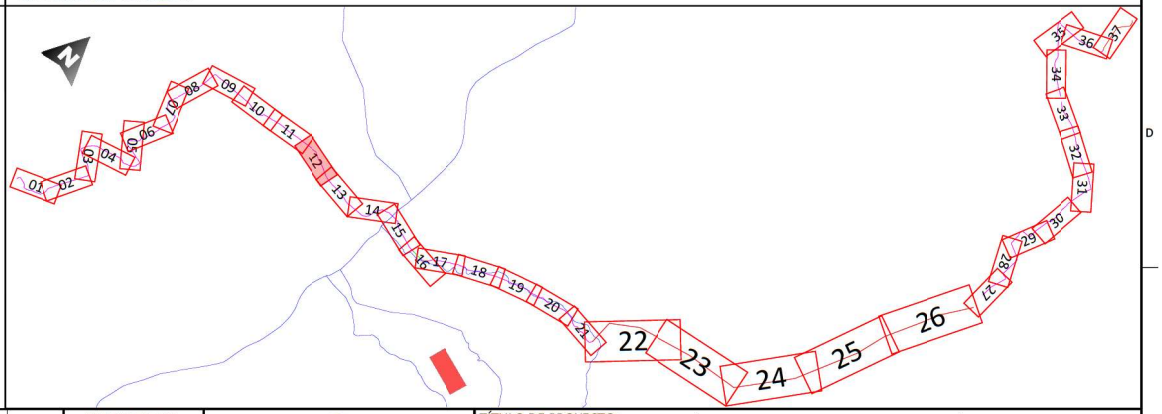


LEYENDA

- Término municipal.
- Límite parcela.
- Línea eléctrica tramo aéreo.
- Línea eléctrica tramo subterráneo.
- Red hidrográfica DHP zona de flujo preferente.
- Red hidrográfica DHP deslindado.
- Red hidrográfica.
- Red hidrográfica Zona de servidumbre.
- Red hidrográfica Zona de policia.
- Línea eléctrica existente.
- Línea eléctrica existente servidumbre.
- Identif cador de parcela.
- Línea Telecomunicaciones.
- Zonas Protección Avifauna contra Colisión y Electrocución LAAT.
- Montes Preservados.
- Autopista.
- Red de FFCC.
- Autopista- Arista exterior de calzada.
- Autopista-Arista exterior de explanación.
- Autopista-Zona limite de edificación
- Zona limite de afección.
- Carretera, Zona de Servidumbre.
- Carretera, Zona Dominio Público.
- Carretera, Zona de Afección.
- Corredores ecológicos primarios.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T500.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T100.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T50.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T10.
- Lugar de Arqueólogico.
- Vías pecuarias.
- Accesos.

[redacted]

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS:



NOTAS GENERALES:

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PROYECTO	DIBUJO	FIRMA
06					
05					
04					
03					
02	16.10.2025	COMENTARIOS CLIENTE	D.P.D	P.M.O	E.R.S.
01	24.09.2025	INICIO PROYECTO	D.P.D	P.M.O	E.R.S.

EMITIDO PARA:
- ☐ Solo información
- ☐ Aprobar
- ☐ Presupuestar
- ☐ Construcción
- ☐ AS Built

saetayield

solida

TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PARA AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA PREVIA LÍNEA AÉREA-SUBTERRÁNEA 220kV SET LAS COLINAS 30/220kV-SET VILLAVICIOSA(REE)

TÍTULO DEL PLANO: PLANTA GENERAL

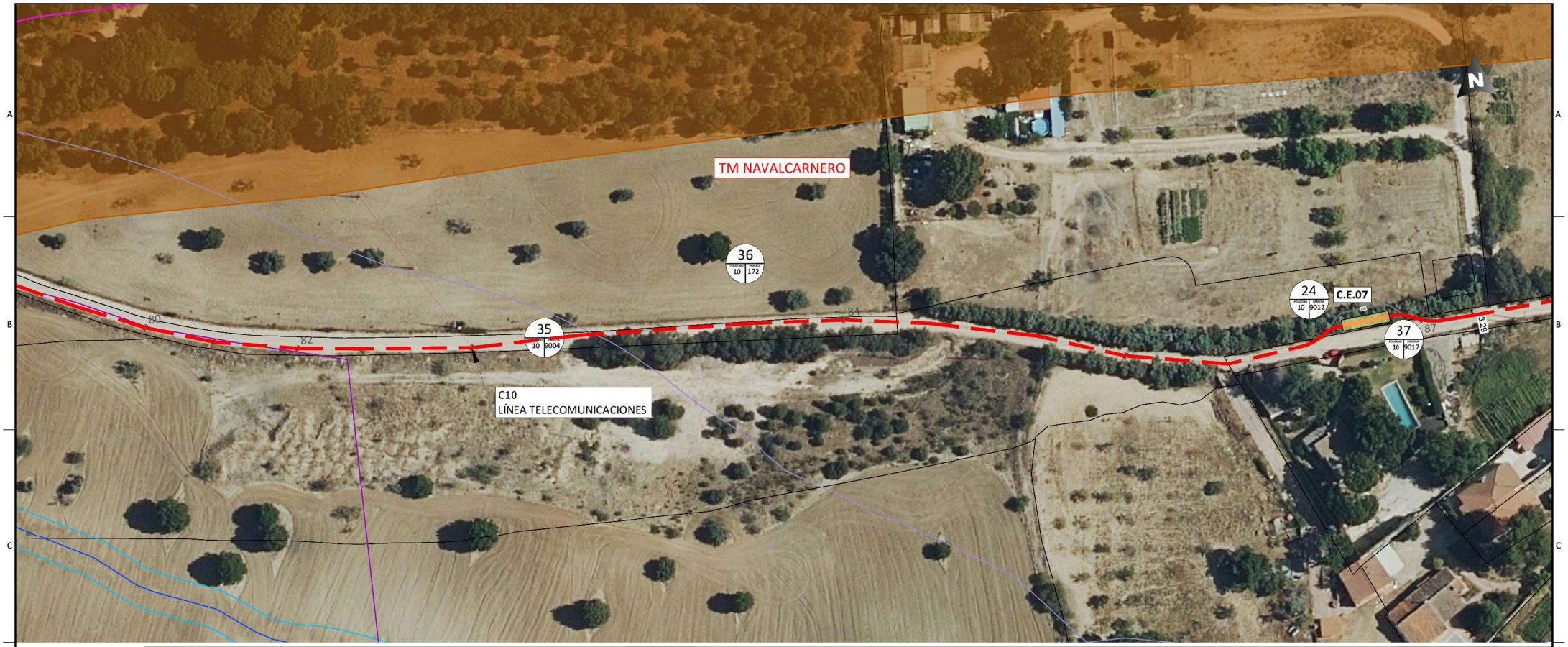
REF. PLANO: SOIL2472401BLPGGE01

ESCALA: 1:1.000

Nº HOJA: 12 de 37

REV: 02

PROYECTADO	D.P.D	24.09.2025
DIBUJADO	P.M.O	24.09.2025
APROBADO	E.R.S.	24.09.2025

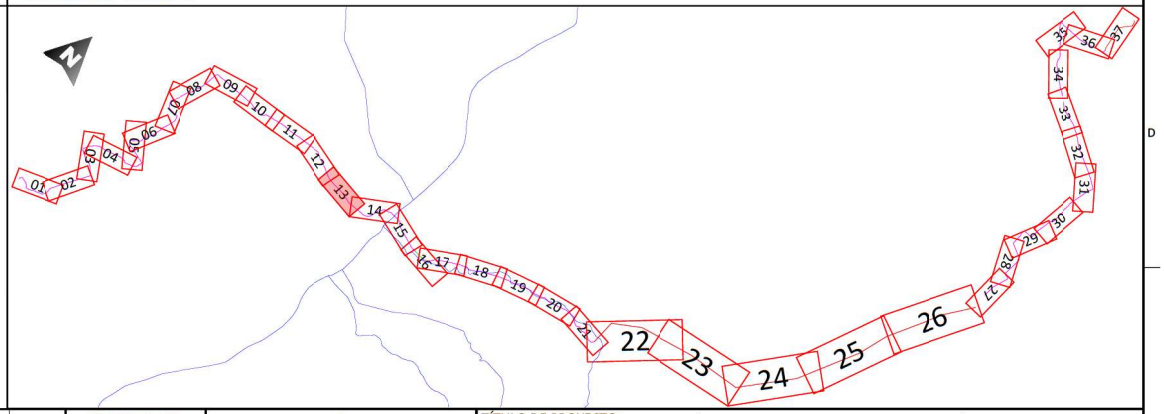


LEYENDA

- Término municipal.
- Límite parcela.
- Línea eléctrica tramo aéreo.
- Línea eléctrica tramo subterráneo.
- Red hidrográfica DHP zona de flujo preferente.
- Red hidrográfica DHP deslindado.
- Red hidrográfica.
- Red hidrográfica Zona de servidumbre.
- Red hidrográfica Zona de policia.
- Línea eléctrica existente.
- Línea eléctrica existente servidumbre.
- Identif cador de parcela.
- Línea Telecomunicaciones.
- Zonas Protección Avifauna contra Colisión y Electrocución LAAT.
- Montes Preservados.
- Autopista.
- Red de FFCC.
- Autopista- Arista exterior de calzada.
- Autopista-Arista exterior de explanación.
- Autopista-Zona limite de edificación
- Zona limite de afección.
- Carretera, Zona de Servidumbre.
- Carretera, Zona Dominio Público.
- Carretera, Zona de Afección.
- Corredores ecológicos primarios.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T500.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T100.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T50.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T10.
- Lugar de Arqueólogico.
- Vías pecuarias.
- Accesos.

[redacted]

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS:



NOTAS GENERALES:

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PROYECTO	DIBUJO	FIRMA
06					
05					
04					
03					
02	16.10.2025	COMENTARIOS CLIENTE	D.P.D	P.M.O	E.R.S.
01	24.09.2025	INICIO PROYECTO	D.P.D	P.M.O	E.R.S.

EMITIDO PARA:
- ☐ Solo información
- ☐ Aprobar
- ☐ Presupuestar
- ☐ Construcción
- ☐ AS Built

saetayield

solida

TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PARA AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA PREVIA LÍNEA AÉREA-SUBTERRÁNEA 220kV SET LAS COLINAS 30/220kV-SET VILLAVICIOSA(REE)

TÍTULO DEL PLANO: PLANTA GENERAL

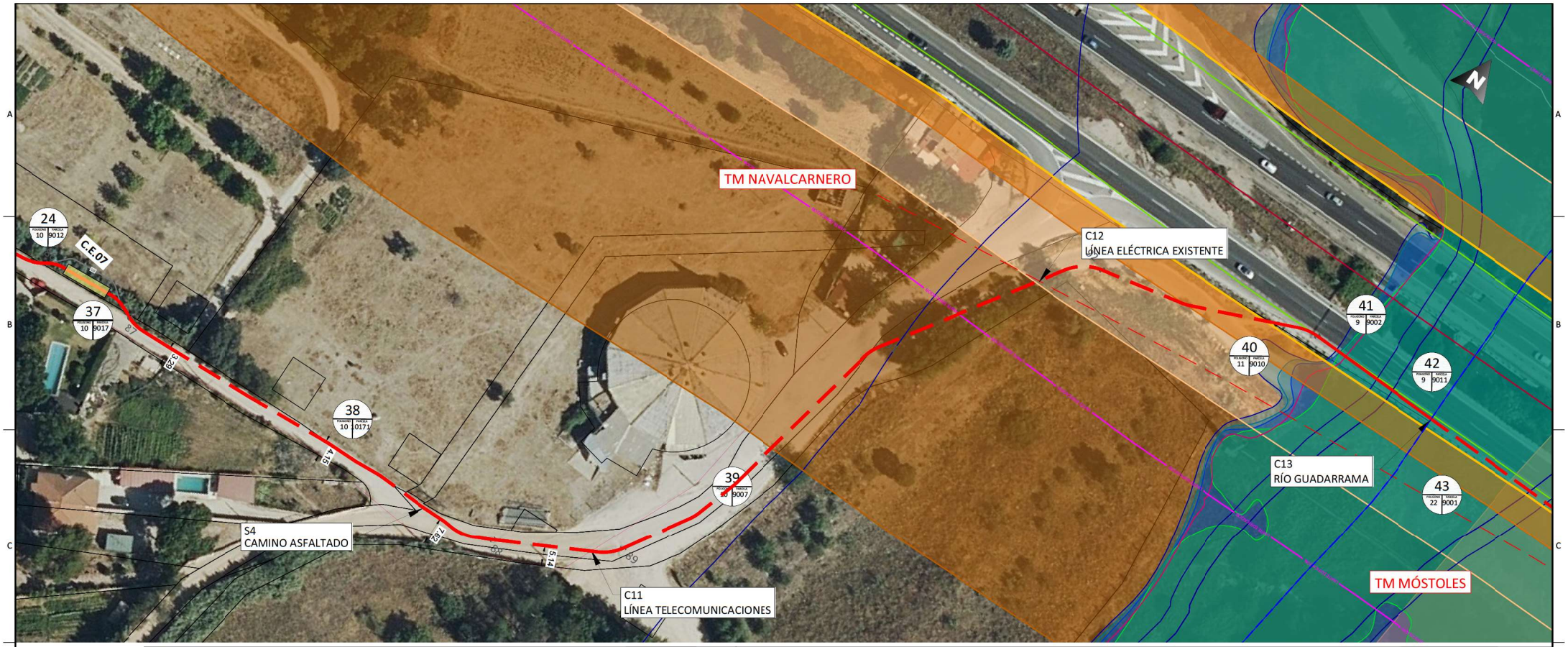
REF. PLANO: SOIL2472401BLPGGE01

ESCALA: 1:1.000

Nº HOJA: 13 de 37

REV: 02

PROYECTADO	D.P.D		24.09.2025
DIBUJADO	P.M.O		24.09.2025
APROBADO	E.R.S.		24.09.2025

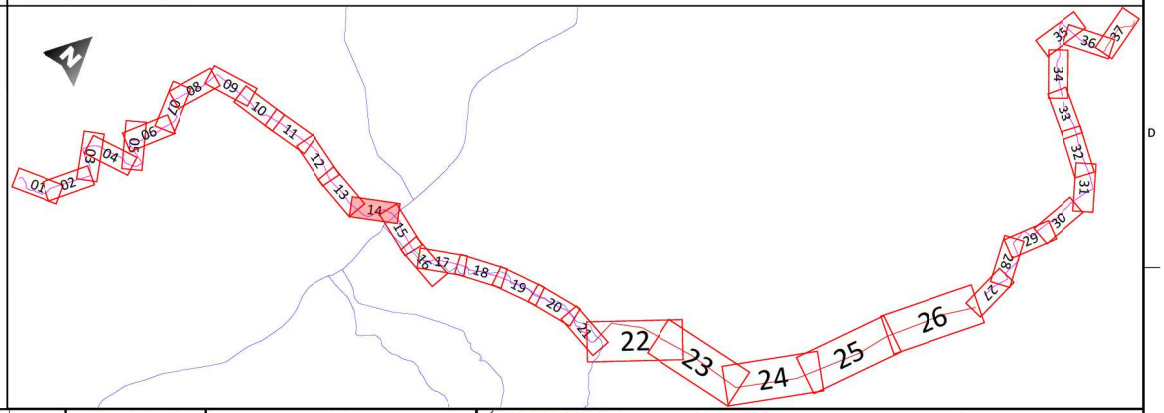


LEYENDA

- Término municipal.
- Límite parcela.
- Línea eléctrica tramo aéreo.
- Línea eléctrica tramo subterráneo.
- Red hidrográfica DHP zona de flujo preferente.
- Red hidrográfica DHP deslindado.
- Red hidrográfica.
- Red hidrográfica Zona de servidumbre.
- Red hidrográfica Zona de policia.
- Línea eléctrica existente.
- Línea eléctrica existente servidumbre.
- Identif cador de parcela.
- Línea Telecomunicaciones.
- Zonas Protección Avifauna contra Colisión y Electrocución LAAT.
- Montes Preservados.
- Autopista.
- Red de FFCC.
- Autopista- Arista exterior de calzada.
- Autopista-Arista exterior de explanación.
- Autopista-Zona limite de edificación
- Zona limite de afección.
- Carretera, Zona de Servidumbre.
- Carretera, Zona Dominio Público.
- Carretera, Zona de Afección.
- Corredores ecológicos primarios.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T500.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T100.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T50.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T10.
- Lugar de Arqueólogico.
- Vías pecuarias.
- Accesos.

[redacted]

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS:



NOTAS GENERALES:

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PROYECTO	DIBUJO	FIRMA
06					
05					
04					
03					
02	16.10.2025	COMENTARIOS CLIENTE	D.P.D	P.M.O	E.R.S.
01	24.09.2025	INICIO PROYECTO	D.P.D	P.M.O	E.R.S.

EMITIDO PARA:
- ☐ Solo información
- ☐ Aprobar
- ☐ Presupuestar
- ☐ Construcción
- ☐ AS Built

saetayield

solida

TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PARA AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA PREVIA LÍNEA AÉREA-SUBTERRÁNEA 220kV SET LAS COLINAS 30/220kV-SET VILLAVICIOSA(REE)

TÍTULO DEL PLANO: PLANTA GENERAL

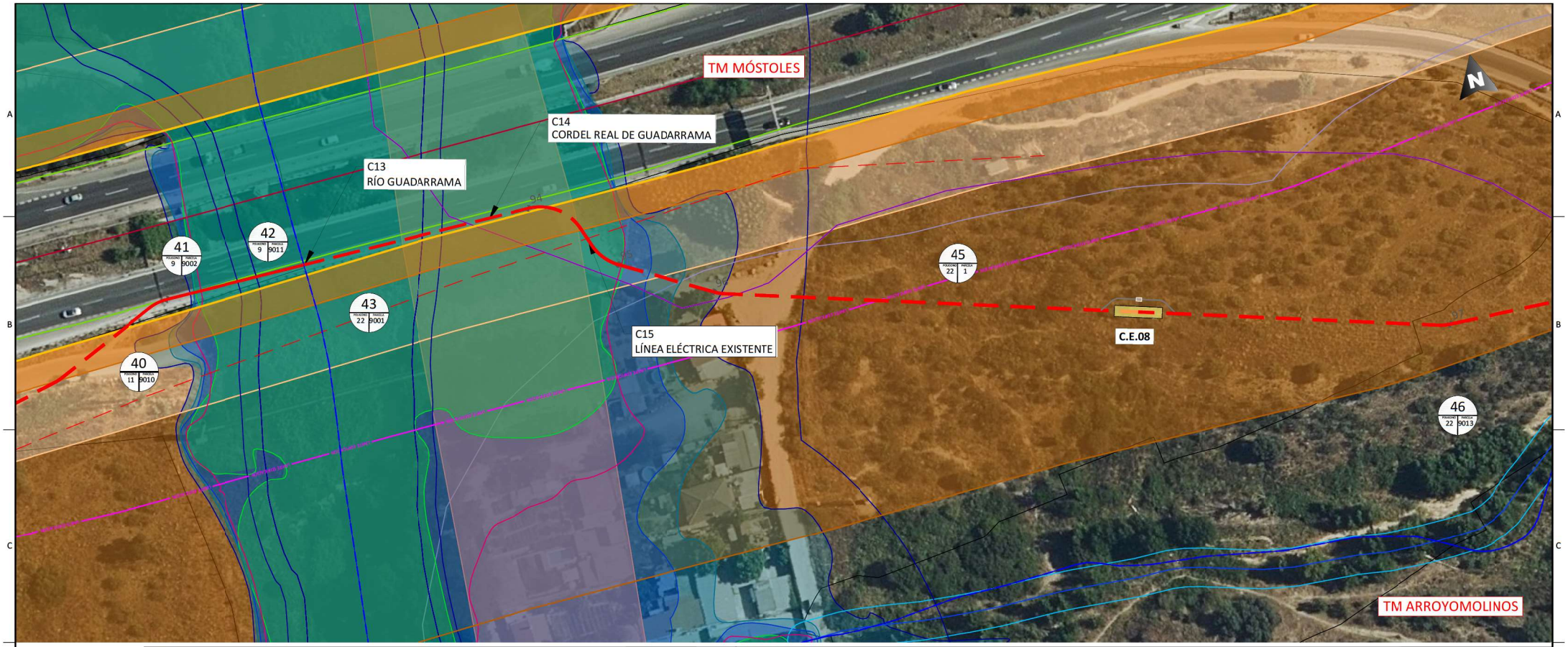
REF. PLANO: SOIL2472401BLPGGE01

ESCALA: 1:1.000

Nº HOJA: 14 de 37

REV: 02

PROYECTADO	D.P.D	24.09.2025
DIBUJADO	P.M.O	24.09.2025
APROBADO	E.R.S.	24.09.2025

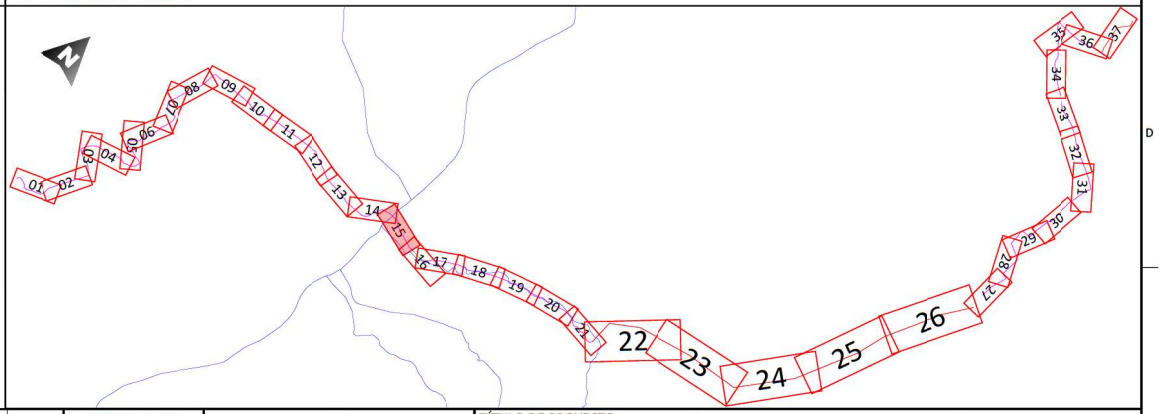


LEYENDA

- Término municipal.
- Límite parcela.
- Línea eléctrica tramo aéreo.
- Línea eléctrica tramo subterráneo.
- Red hidrográfica DHP zona de flujo preferente.
- Red hidrográfica DHP deslindado.
- Red hidrográfica.
- Red hidrográfica Zona de servidumbre.
- Red hidrográfica Zona de policia.
- Línea eléctrica existente.
- Línea eléctrica existente servidumbre.
- Identificador de parcela.
- Línea Telecomunicaciones.
- Zonas Protección Avifauna contra Colisión y Electrocución LAAT.
- Montes Preservados.
- Autopista.
- Red de FFCC.
- Autopista- Arista exterior de calzada.
- Autopista-Arista exterior de explanación.
- Autopista-Zona limite de edificación
- Zona limite de afección.
- Carretera, Zona de Servidumbre.
- Carretera, Zona Dominio Público.
- Carretera, Zona de Afección.
- Corredores ecológicos primarios.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T500.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T100.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T50.
- Zonas inundables - Periodo de retorno T10.
- Lugar de Arqueólogico.
- Vías pecuarias.
- Accesos.

[redacted]

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS:



NOTAS GENERALES:

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PROYECTO	DIBUJO	FIRMA
06					
05					
04					
03					
02	16.10.2025	COMENTARIOS CLIENTE	D.P.D	P.M.O	E.R.S.
01	24.09.2025	INICIO PROYECTO	D.P.D	P.M.O	E.R.S.

EMITIDO PARA:
- ☐ Solo información
- ☐ Aprobar
- ☐ Presupuestar
- ☐ Construcción
- ☐ AS Built

saetayield

solida

TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PARA AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA PREVIA LÍNEA AÉREA-SUBTERRÁNEA 220kV SET LAS COLINAS 30/220kV-SET VILLAVICIOSA(REE)

TÍTULO DEL PLANO: PLANTA GENERAL

REF. PLANO: SOIL2472401BLPGGE01

ESCALA: 1:1.000

Nº HOJA: 15 de 37

REV: 02

PROYECTADO	D.P.D		24.09.2025
DIBUJADO	P.M.O		24.09.2025
APROBADO	E.R.S.		24.09.2025