



**Proyecto para Autorización Administrativa Previa  
Planta BESS “PB Navegantes 31” de 23MW – 96,77MWh  
con conexión a ST AIALA 30 kV**

Aiara, Álava, España

**Peticionario:** Lemon Tree Power Ren 10 S.L.U

**Ingeniería:** Astrom Technical Advisors, S.L. (ATA)

**Versión:** v01

**Fecha:** 04 de marzo de 2025

Astrom Technical Advisors, S.L.  
C/ Serrano 8, 3º Izqda. 28001 Madrid  
Teléfono: +34 902 678 511  
info@ata.email - www.atarenewables.com



Proyecto para Autorización Administrativa Previa  
Planta BESS "PB Navegantes 31" (23 MW – 96,77 MWh)  
con conexión a ST AIALA 30 kV  
Aiara, Álava, España



---

## Documentos del Proyecto

### DOCUMENTO 1: MEMORIA DESCRIPTIVA

**ANEXO I: Fichas Técnicas Equipos Principales**

**ANEXO II: Cronograma de Ejecución**

**ANEXO III: Memoria de cálculo**

### DOCUMENTO 2: PRESUPUESTO

### DOCUMENTO 3: PLANOS



Proyecto para Autorización Administrativa Previa  
Planta BESS "PB Navegantes 31"  
con conexión a ST AIALA 30 kV  
Aiara, Álava, España

---



# **DOCUMENTO 1:**

# **MEMORIA DESCRIPTIVA**



## Índice

<b>1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO .....</b>	<b>4</b>
1.1. OBJETO DEL PROYECTO .....	4
1.2. POTENCIAS DEL PROYECTO .....	5
1.3. ANTECEDENTES.....	5
1.4. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD.....	6
1.5. TITULAR - PROMOTOR.....	7
1.6. AUTOR DEL PROYECTO .....	7
<b>2. LEGISLACION APLICABLE .....</b>	<b>8</b>
2.1. NORMATIVA LOCAL .....	8
2.2. NORMATIVA AUTONÓMICA.....	8
2.3. PRODUCCIÓN ELÉCTRICA.....	8
2.4. INSTALACIONES BESS.....	9
2.5. INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN.....	9
2.6. INSTALACIONES DE MEDIA Y ALTA TENSIÓN .....	9
2.7. ESTRUCTURAS Y OBRA CIVIL .....	10
2.8. SEGURIDAD Y SALUD .....	10
2.9. MEDIOAMBIENTAL .....	11
2.10. NORMAS UNE APLICABLES .....	12
<b>3. DESCRIPCIÓN GENERAL BESS.....</b>	<b>15</b>
3.1. LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SITIO .....	15
3.2. POLÍGONOS Y PARCELAS CATASTRALES AFECTADAS .....	16
3.3. ACCESOS A PLANTA.....	17
3.4. OROGRAFÍA DEL TERRENO.....	18
3.5. AFECCIONES CONSIDERADAS.....	19
<b>4. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE UN SISTEMA BESS .....</b>	<b>28</b>
4.1. COMPONENTES DE UN SISTEMA BESS CONECTADO A LA RED.....	28
<b>5. CRITERIOS DE DISEÑO .....</b>	<b>32</b>
5.1. CONSIDERACIONES DE PARTIDA .....	32
5.2. DIMENSIONAMIENTO DE LA PLANTA.....	32
5.3. DISEÑO ELÉCTRICO .....	33
5.4. DISEÑO CIVIL .....	34



<b>6. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL SISTEMA BESS</b>	<b>36</b>
6.1. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	36
6.2. CONFIGURACIÓN ELÉCTRICA	36
6.3. LAYOUT PLANTA	37
6.4. SISTEMA DE BATERÍAS	38
6.5. ENVOLVENTE	41
6.6. SISTEMAS AUXILIARES	41
6.7. SISTEMA DE CONVERSIÓN DE POTENCIA	43
6.8. ESTACIONES DE POTENCIA	45
6.9. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN (BT)	46
6.10. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN (MT)	48
6.11. PROTECCIONES	50
6.12. PUESTA A TIERRA	50
6.13. ARMÓNICOS Y COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA	51
6.14. SISTEMA DE MONITORIZACIÓN Y CONTROL	51
<b>7. DESCRIPCIÓN GENERAL LSMT 30 KV</b>	<b>54</b>
7.1. INTRODUCCIÓN	54
7.2. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	54
7.3. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN	55
7.4. DISTANCIAS REGLAMENTARIAS A AFECCIONES	59
<b>8. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS</b>	<b>65</b>
8.1. TRABAJOS PREVIOS	65
8.2. TOPOGRAFÍA	74
8.3. OBRA CIVIL	74
8.4. SUMINISTRO DE EQUIPOS	81
8.5. MONTAJE MECÁNICO	81
8.6. MONTAJE ELÉCTRICO	82
8.7. TRABAJOS DE LA LÍNEA DE EVACUACIÓN	82



# 1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

## 1.1. Objeto del proyecto

El objeto del presente documento, que se redacta conforme a las Leyes vigentes, es la descripción del Proyecto formado por la **Planta de almacenamiento de baterías (BESS) "PB Navegantes 31", de 30 MW y 96,768 MWh** (en adelante "BESS" o la "Planta de almacenamiento") con la siguiente finalidad:

- En el orden técnico, obtener la correspondiente Autorización Administrativa Previa del Proyecto, que ha sido redactado de acuerdo con lo preceptuado en el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, promulgado por el Real Decreto nº 337/2014 de 9 de mayo, publicado en BOE nº 139 de 9 de junio de 2014, así como sus Instrucciones Técnicas Complementarias promulgadas en el mismo Real Decreto.
- En el orden administrativo, obtener la Autorización Administrativa Previa del Proyecto Básico a realizar, según lo establecido en la Ley 24/2013, de 26 de diciembre del Sector Eléctrico.
- Informar al Ayuntamiento de "Ayala" de la obra civil y electromecánica que se pretende realizar para llevar a cabo la implantación de la Planta BESS, así como solicitar la correspondiente licencia de obras.
- Servir de base para la contratación de las obras e instalaciones.

La Planta de almacenamiento se proyecta en una parcela perteneciente al municipio de Aiara, Álava

De la Planta de almacenamiento se evacuará la energía a través de una línea de evacuación subterránea de media tensión de 30 kV hasta el Centro de Seccionamiento. El Centro de Seccionamiento es propiedad del promotor y objeto de otro proyecto. Posteriormente, desde el Centro de Seccionamiento saldrá una línea de evacuación subterránea de 30 kV hasta la STA AIALA 30.000 (propiedad de I-DE Redes Eléctricas Inteligentes) que evacuará la energía generada por la Planta "PB Navegantes 31".

La consecución de estos objetivos implicará la utilización de equipos y materiales de alta calidad que, además, permitan garantizar en todo momento la seguridad tanto de las personas como de la propia red y los restantes sistemas que están conectados a ella.

El diseño de la Planta se adaptará a la nueva normativa impuesta por la implementación del "REGLAMENTO (UE) 2016/631 DE LA COMISIÓN de 14 de abril de 2016 que establece un código de red sobre requisitos de conexión de generadores a la red", en adelante "RfG", requisitos que están en proceso de implementación, fundamentalmente, a través de la actualización de los procedimientos operativos 12.1 y 12.2.



## 1.2. Potencias del Proyecto

En este apartado se definen las potencias del Proyecto de acuerdo con los conceptos establecidos en el Real Decreto 1183/2020 y Real Decreto-Ley 23/2020.

### **Capacidad de Acceso otorgada en el Punto de Conexión:**

El artículo 4 del Real Decreto-ley 23/2020 establece que:

“La capacidad de acceso será la potencia activa máxima que se le permite verter a la red a una instalación de generación de electricidad.”

Por tanto, la **Capacidad de Acceso** de la Planta de almacenamiento “PB Navegantes 31” conforme al Permiso de Acceso de Conexión otorgado por I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, es de: **23 MW**.

### **Potencia instalada del sistema BESS:**

La potencia instalada de la planta es de **30 MW** y la energía nominal será de **96,768 MWh**.

## 1.3. Antecedentes

A lo largo de los últimos años, el sector de las energías renovables se está desarrollando a un ritmo acelerado con el objetivo de cumplir los hitos establecidos de descarbonización para el año 2030 integrando renovables en el sistema eléctrico español.

La necesaria penetración de renovables en el mix eléctrico, reflejada en el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC), permitirá pasar de un modelo tradicional de producción de energía eléctrica basado en fuentes convencionales a un modelo de generación a partir de fuentes de origen renovable libre de emisiones.

No obstante, la esperada incorporación de instalaciones de producción a partir de fuentes de energía renovable en el sistema eléctrico nacional puede acarrear, como efecto colateral, la aparición de ciertos riesgos en la seguridad de suministro de energía eléctrica, provocados principalmente por la variabilidad e intermitencia de la generación inherente a este tipo de instalaciones. Es por ello por lo que se deben articular el conjunto de instrumentos de acompañamiento necesarios que permitan garantizar otro de los grandes pilares del sistema eléctrico nacional, como es la seguridad del suministro.

En virtud de lo anterior, para lograr los objetivos de penetración de renovables, sólo el PNIEC considera 6 GW de Almacenamiento de Energía, de los cuales 2,5% serían de almacenamiento diario a gran escala. En lo que respecta a la Estrategia de Almacenamiento, se pretende impulsar del desarrollo de las tecnologías de Almacenamiento para posibilitar los objetivos de energías renovables, dotando de flexibilidad y estabilidad al



sistema. Con este propósito los objetivos son disponer de una capacidad de almacenamiento de unos 20 GW en 2030 y alcanzar los 30 GW en 2050, considerando tanto almacenamiento a gran escala como distribuido.

Para lograr estos propósitos, en los últimos 2 años se han ido sucediendo diversos cambios regulatorios que reconocen la figura del almacenamiento de energía y lo sitúan como una de las tecnologías principales a integrar en el sistema eléctrico nacional. Uno de estos cambios regulatorios que impulsarán sin duda esta tecnología es la elaboración por parte del MITECO de un proyecto de orden para la creación de un mercado de capacidad.

En este contexto, el promotor de la instalación (Lemon Tree Power Ren 10 S.L.U.) solicitó a I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, acceso a la red de distribución en la subestación existente STA AIALA 30.000.

Con fecha 15 de junio de 2023 se obtiene el Informe de Aceptación emitido por I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, para la evacuación de la instalación en la STA AIALA 30.000.

## 1.4. Descripción de la Actividad

La actividad que se llevará a cabo en la zona es la construcción de una Planta de almacenamiento Stand alone, con el objetivo de almacenar la energía que, más tarde, se verterá a la red cuando sea necesaria.

No se producirán residuos durante el proceso productivo ni existe peligro de vertidos contaminantes ni emisiones.

La construcción de esta Planta se justifica por la necesidad de conseguir los objetivos y logros propios de una política energética medioambiental sostenible. Estos objetivos se apoyan en los siguientes principios fundamentales:

- Reducir la dependencia energética.
- Aprovechar los recursos en energías renovables.
- Diversificar las fuentes de suministro incorporando los menos contaminantes.
- Reducir las tasas de emisión de gases de efecto invernadero.
- Facilitar el cumplimiento del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (PNIEC).



## 1.5. Titular - Promotor

El Titular y a la vez Promotor de la instalación objeto del presente Proyecto es **Lemon Tree Power Ren 10 S.L.U.**, cuyos datos a efectos de notificación se citan a continuación:

- Nombre del titular: **Lemon Tree Power Ren 10 S.L.U.**
- Dirección del titular: **CALLE ALBERT EINSTEIN, S/N EDIFICIO INSUR CARTUJA, Planta 5, Módulo 1. 41092, SEVILLA, SEVILLA.**
- NIF/CIF: **B-09917055**
- Persona/s de contacto: Cristobal Alonso
- Correo electrónico de contacto: [cristobal.alonso@arenapower.com](mailto:cristobal.alonso@arenapower.com)
- Teléfono de Contacto: 663 88 26 56

## 1.6. Autor del Proyecto

El autor del Proyecto es el Ingeniero D. Javier Martín Anarte, colegiado número 12.161 por Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Sevilla.



## 2. LEGISLACION APLICABLE

Para la elaboración del presente Proyecto de Ejecución se ha tenido en cuenta la siguiente normativa:

### 2.1. Normativa Local

- Plan General de Ordenación Urbanística de Ayala, aprobado el 20 de diciembre de 2017.

### 2.2. Normativa Autonómica

- Decreto 48/2020, de 31 de marzo, por el que se regulan los procedimientos de autorización administrativa de las instalaciones de producción, transporte y distribución de energía eléctrica.

### 2.3. Producción Eléctrica

- 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.
- Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- Circular 1/2021, de 20 de enero, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por la que se establece la metodología y condiciones del acceso y de la conexión a las redes de transporte y distribución de las instalaciones de producción de energía eléctrica.
- Real Decreto 2019/1997, de 26 de diciembre, por el que se organiza y regula el mercado de producción de energía eléctrica.
- 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 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto 2351/2004, de 23 de diciembre, por el que se modifica el procedimiento de resolución de restricciones técnicas y otras normas reglamentarias del mercado eléctrico.
- Real Decreto 1454/2005, de 2 de diciembre, por el que se modifican determinadas disposiciones relativas al sector eléctrico.
- Real Decreto 7/2006, de 23 de junio, por el que se adoptan medidas urgentes en el sector energético.



- Orden ITC/3860/2007, de 28 de diciembre, por la que se revisan las tarifas eléctricas a partir del 1 de enero de 2008.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Orden TED/749/2020, de 16 de julio, por la que se establecen los requisitos técnicos para la conexión a la red necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión.
- Real Decreto 1074/2015, de 27 de noviembre, por el que se modifican distintas disposiciones en el sector eléctrico.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Reglamento (UE) 2016/631 de la Comisión, de 14 de abril de 2016, que establece un código de red sobre requisitos de conexión de generadores a la red.
- 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.
- Todas las instalaciones cumplirán la Normativa Europea EN, la Normativa CENELEC, las Normas UNE y las Recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).
- Normas particulares de REE.

## 2.4. Instalaciones BESS

- 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.

## 2.5. Instalaciones de Baja Tensión

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba Reglamento electrotécnico para baja tensión, y sus Instrucciones técnicas complementarias ITC-BT 01 a 52.

## 2.6. Instalaciones de Media y Alta Tensión

- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias 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 las líneas eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Normas UNE y UNE-EN.

- TI. E/02/040\_Condiciones Técnicas de conexión de terceros a la Red de Transporte Peninsular (REE)

## 2.7. Estructuras y Obra Civil

- 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 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Documentos Básicos del CTE aplicables.
- Real Decreto 105/2008 de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.
- Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la norma 5.2 - IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras.
- UNE-EN-1990/2019 Eurocódigos. Bases de cálculo de estructuras.
- UNE-EN 1991-1-4:2018 Eurocódigo 1: Acciones en estructuras. Parte 1-4: Acciones generales. Acciones de viento.
- Instrucción de hormigón estructural EHE-08 RD (1247/2008)
- Norma 5.2-IC. Drenaje Superficial (Orden FOM/298/2016 de 15 de febrero)
- Norma 6.1-IC. Secciones de firme (Orden FOM/3460/2003 de 28 de noviembre)

## 2.8. Seguridad y Salud

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.
- Orden de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbar, para los trabajadores.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 780/1998, de 30 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención.
- 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.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 330/2009, de 13 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.

## 2.9. Medioambiental

- Ley 16/2002, de 1 de julio, por el que se aprueba la Ley de prevención y control integrados de la contaminación.
- Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.
- 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.
- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.
- 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 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental.



- Real Decreto 815/2013, de 18 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de emisiones industriales.
- Ley 11/2014, de 3 de julio, por la que se modifica la ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental.

## 2.10. Normas UNE Aplicables

A continuación, se describen la relación de normas UNE incluidas en la ITC-LAT 02 aplicables a este proyecto.

### 2.10.1. Generales

- UNE 20324:1993: Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
- UNE 20324/11V1:2000: Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
- UNE 20324:2004 ERRATUM: Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
- UNE 21308-1:1994: 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/AI CORR:2002: Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
- UNE-EN 60060-2:1997: Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida.
- UNE-EN 60060-2/A11:1999: 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 60865-1:1997: Corrientes de cortocircuito. Parte 1: Definiciones y métodos de cálculo.



- UNE-EN 60909-0:2002: Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 0: Cálculo de corrientes.
- UNE-EN 60909-3:2004: 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.
- UNE-EN 62909-2:2019: Convertidores de potencia conectados a la red bidireccionales. Parte 2: Interfaz de GCPC y recursos energéticos distribuidos y requisitos adicionales a la Parte 1 (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en junio de 2019.)
- UNE-EN 60076: Transformadores de potencia.

## 2.10.2. Cables y Conductores

- UNE 21144-1-1:1997: Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 1: Generalidades.
- UNE 21144-1-1/2M:2002: Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 1: 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 21144-3-1:1997: Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 1: Condiciones de funcionamiento de referencia y selección del tipo de cable.



- 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. Parte 3: 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 ( $U_m = 7,2$  kV) a 30 kV ( $U_m = 36$  kV).
- UNE 211003-3:2001: Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada superior a 30 kV ( $U_m = 36$  kV).
- UNE 211435:2007: Guía para la elección de cables eléctricos de tensión asignada superior o igual a 0,6/1 kV para circuitos de distribución.
- UNE-1-113 620-5-E-1:2007: Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 5: Cables unipolares y unipolares reunidos, con aislamiento de XLPE. Sección E-1: Cables con cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 5E-1, 5E-4 y 5E-5).

### **2.10.3. Accesorios para Cables**

- UNE 21021:1983: Piezas de conexión para líneas eléctricas hasta 72,5 kV.

## 3. DESCRIPCIÓN GENERAL BESS

### 3.1. Localización y Características Generales del Sitio

La Planta de almacenamiento se proyecta en el municipio de Aiara (Provincia de Álava), concretamente en una parcela cuya superficie es de 9.950 m<sup>2</sup> y cuyas referencias son las siguientes:

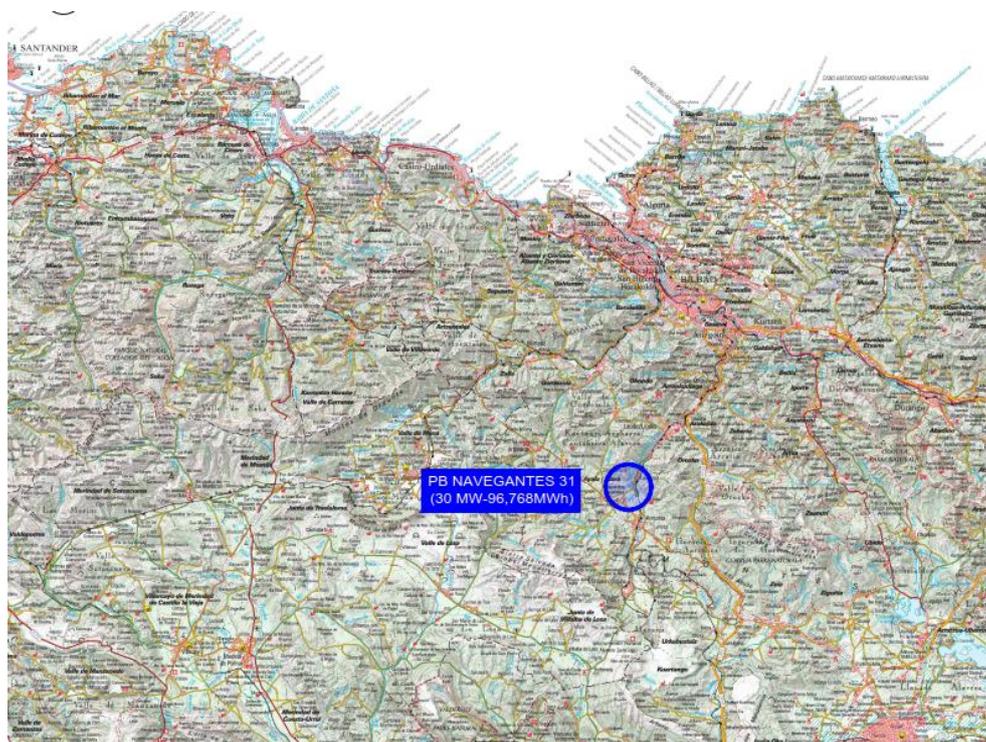
- Municipio: Aiara
- Entidad: Murga
- Polígono: 4
- Parcela: 360

La orografía de la parcela presenta diferencias topográficas de 8 m, con cotas que van desde los 195 hasta los 203 m.s.n.m. Las coordenadas (ETRS89/UTM30N) de referencia donde se localizará la Planta BESS son las siguientes:

	Coordenadas ETRS89/UTM30N
X	499.010,25 m E
Y	4.769.881,04 m N

**Tabla 1: Coordenadas del Emplazamiento**

La siguiente imagen ilustra la situación de la planta BESS:



**Figura 1: Situación del proyecto**

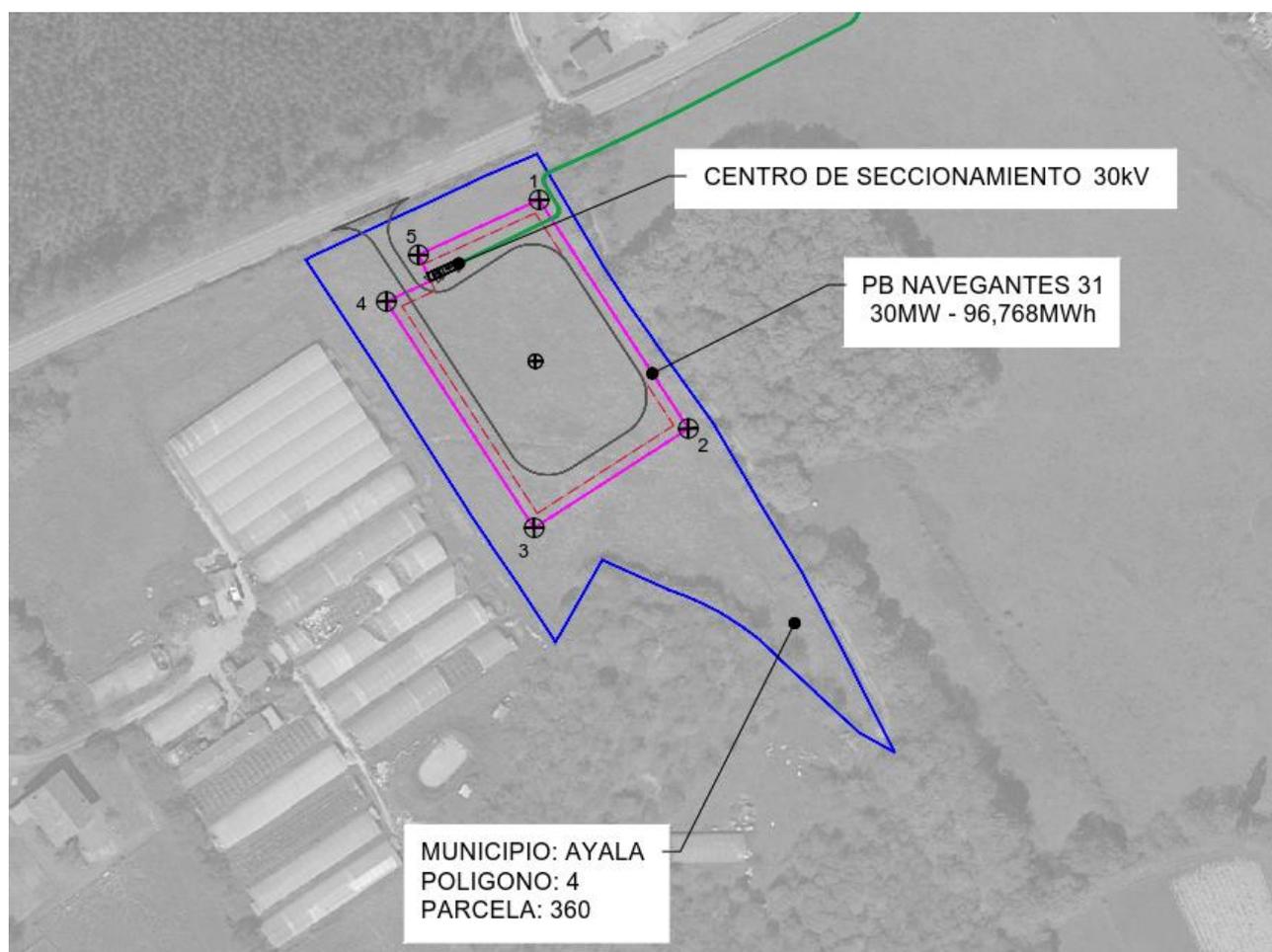
### 3.2. Polígonos y Parcelas Catastrales Afectadas

Las parcelas pertenecientes al Término Municipal de Aiara sobre las que se proyecta la Planta BESS son las siguientes:

Municipio	Entidad	Polígono	Parcela	Superficie (m <sup>2</sup> )
AIARA	MURGA	4	360	9.950

**Tabla 2: Parcelas donde se proyecta la Planta BESS**

La siguiente imagen muestra la parcela sobre la que se proyecta la Planta BESS:



**Figura 2: Área disponible para la Implantación de la Planta BESS**

La superficie total disponible para la implantación de la Planta BESS es de 0,99 ha, siendo el área de ocupación previsto de 0,5 ha, lo que implicará una edificabilidad máxima de 500 m<sup>2</sup> o una edificabilidad máxima del 10% sobre la superficie de ocupación (5.000 m<sup>2</sup>).

### 3.3. Accesos a Planta

El acceso a la Planta BESS se realiza a través de un camino de acceso conectado a la carretera provincial A-3622. Las parcelas pertenecientes al término municipal de Aiara que se ven afectadas por el acceso a la Planta BESS son las siguientes:

Municipio	Entidad	Polígono	Parcela	Superficie (m <sup>2</sup> )
AIARA	MURGA	4	360	9.950

**Tabla 3: Parcelas afectadas por el acceso a la Planta BESS**

Las coordenadas ETRS89/UTM30N de la puerta de acceso a la Planta BESS son las siguientes:

- Coordenada X: 498.975,48 m E
- Coordenada Y: 4.769.901,41 m N

A continuación, se muestra un plano de detalle de la localización de la puerta de acceso a la Planta BESS:



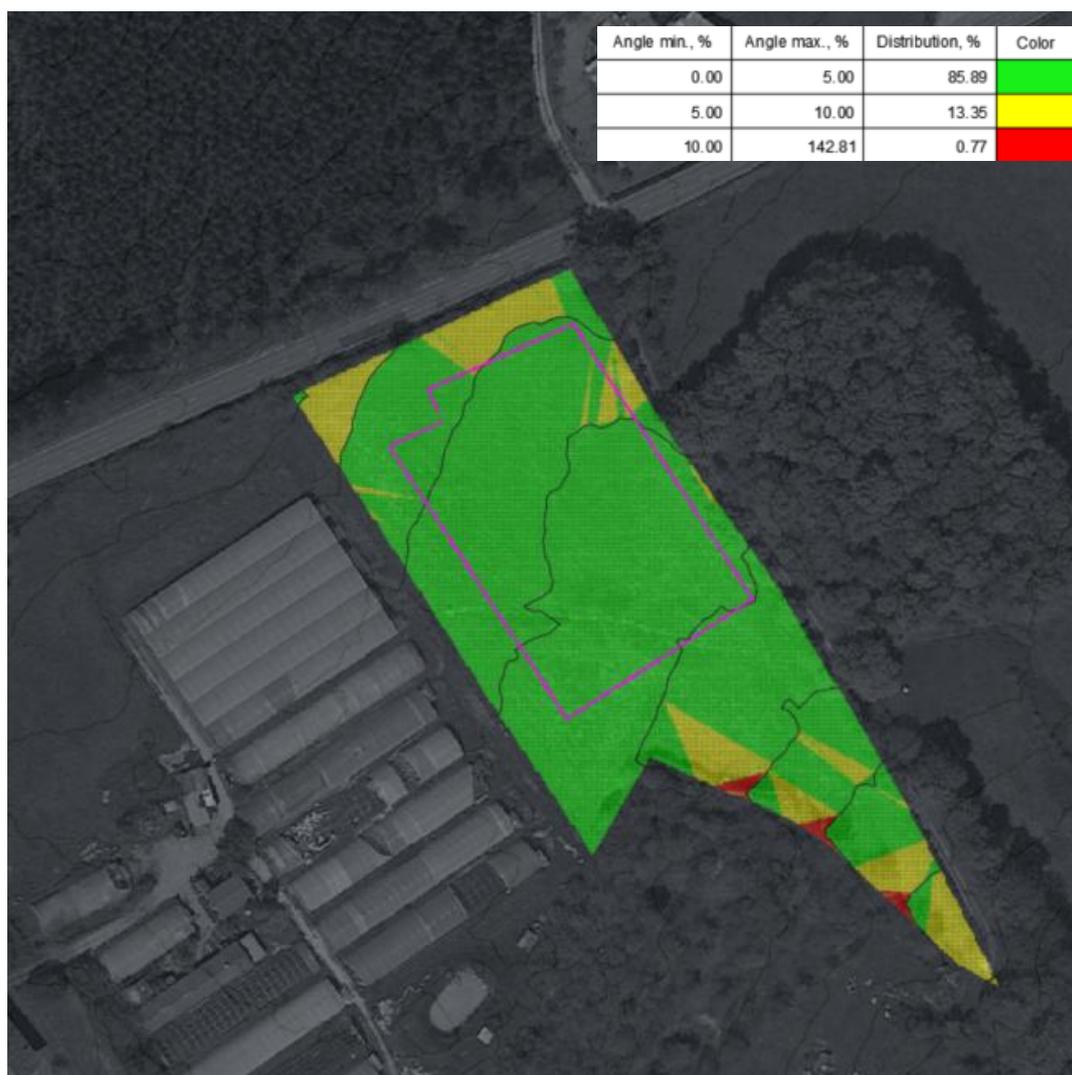
**Figura 3: Acceso a la planta BESS**

### 3.4. Orografía del Terreno

El diseño de la implantación de la Planta BESS ha sido realizado teniendo en cuenta la orografía de la parcela de implantación, para lo que se ha descargado el modelo digital del terreno de 2,00 m de la base de datos del Instituto Geográfico Nacional (IGN).

Posteriormente, se han determinado las pendientes máximas de cara a identificar aquellas zonas que permitan la instalación de los equipos con una menor necesidad de movimientos de tierra.

A continuación, se muestra una imagen con las pendientes del terreno.



**Figura 4: Mapa de pendientes del terreno.**



### 3.5. Afecciones Consideradas

Los organismos competentes que pudieran verse afectados por la implantación del Proyecto son los listados a continuación:

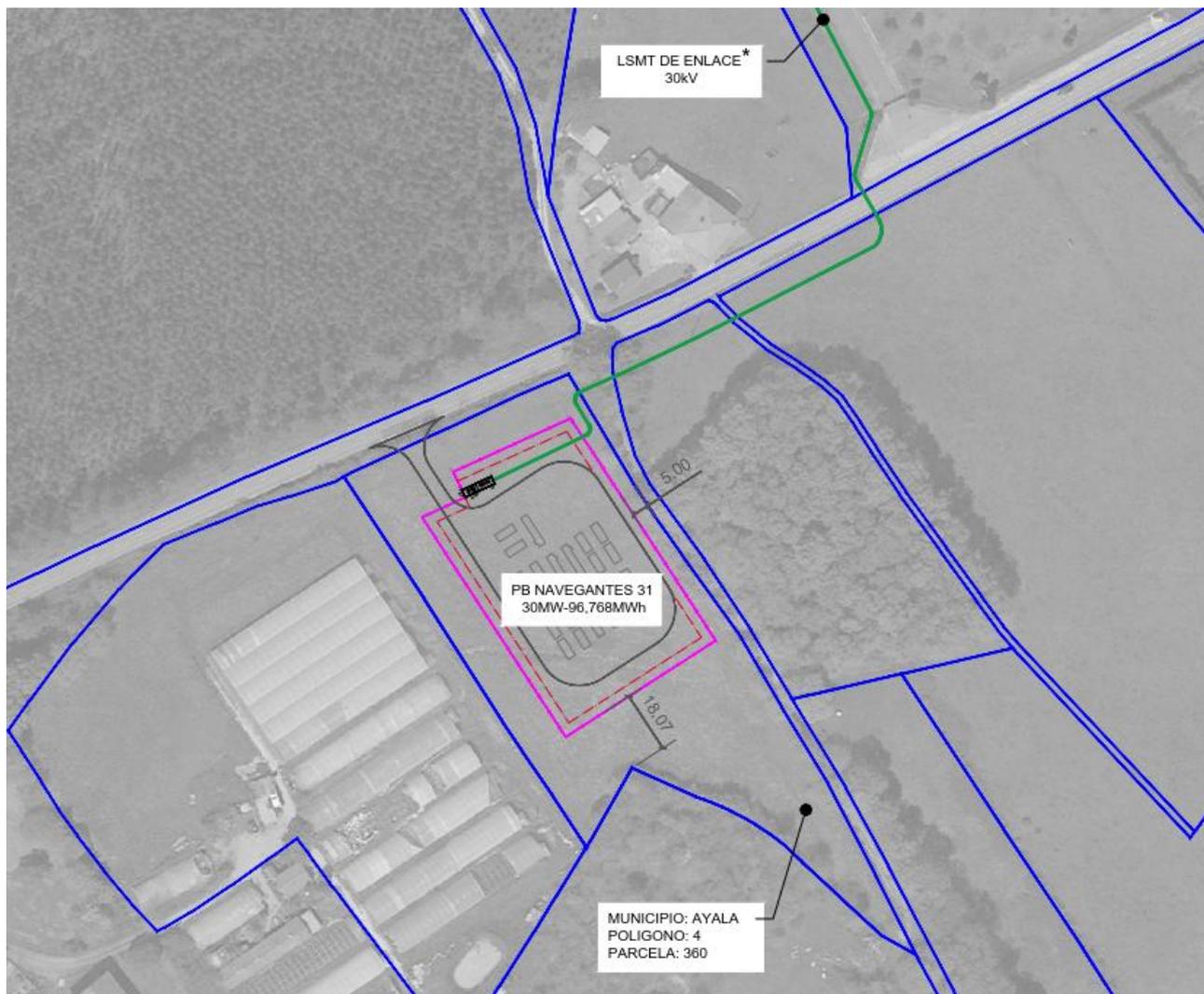
- Ayuntamiento de Aiara
- Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental
- I-DE Redes Eléctricas Inteligentes (Grupo Iberdrola)
- Red Eléctrica de España.
- Departamento de Desarrollo Económico, Sostenibilidad y Medio Ambiente del Gobierno Vasco
- Departamento de Planificación Territorial, Vivienda y Transportes del Gobierno Vasco
- Sociedad Española de Ornitología
- Ecologistas en Acción.
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.
- Departamento de Agricultura del Gobierno Vasco
- Urbide – Consorcio de Aguas de Álava
- Diputación Foral de Álava
- URA – Agencia Vasca del Agua

Para determinar la relación de posibles afecciones al Proyecto, se han analizado los siguientes aspectos:

#### 3.5.1. Linderos y caminos públicos

A la hora de realizar la implantación de la Planta BESS, se ha considerado una distancia mínima de 2,00 m desde la linde de las parcelas hasta el vallado perimetral. Además, se han respetado al menos 10,00 metros de separación desde los equipos a linderos.

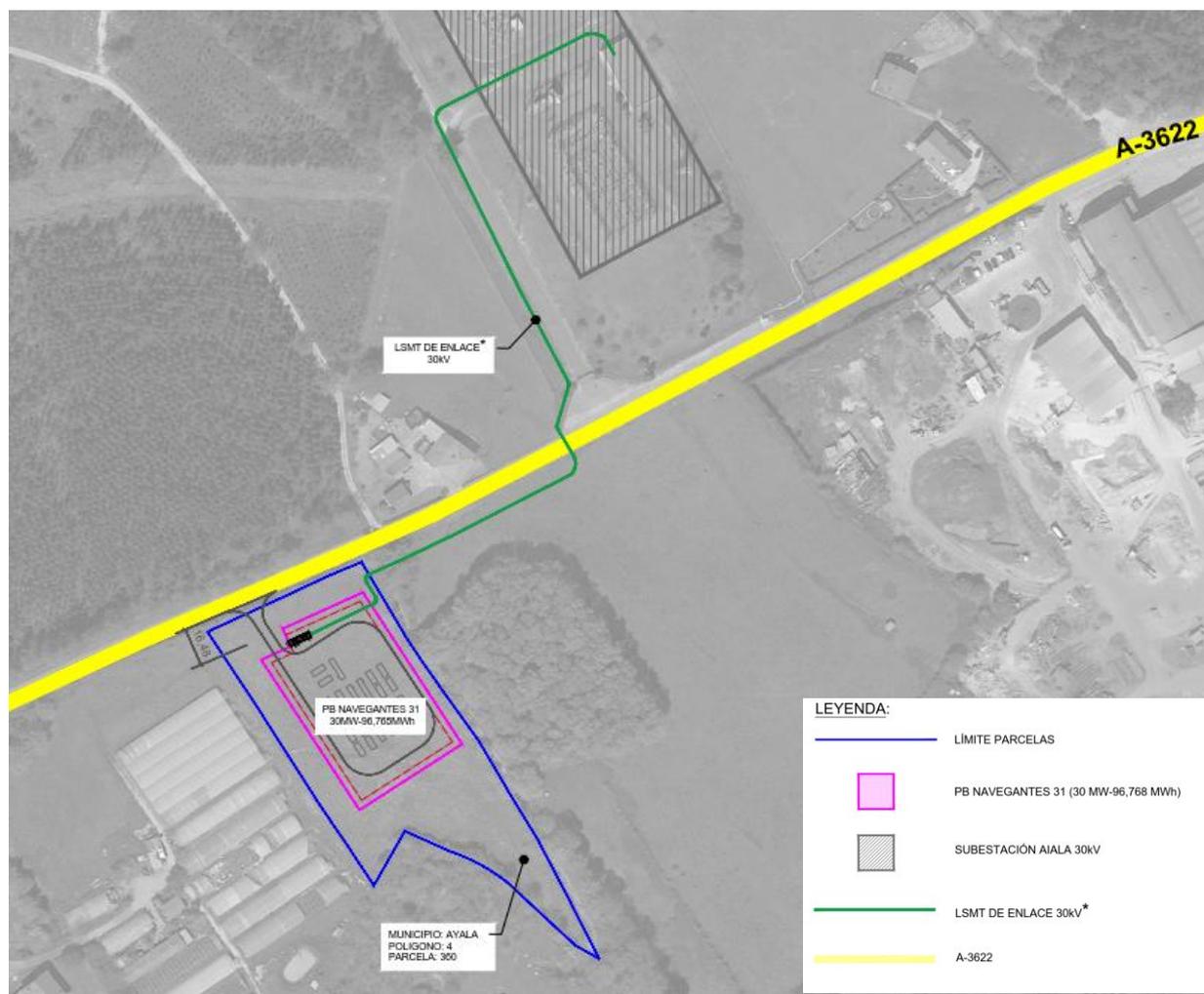
No se producirá afección alguna por la implantación a las calles públicas en los alrededores de la parcela.



**Figura 5: Afecciones a Linderos y caminos públicos.**

### 3.5.2. Carreteras

La carretera más cercana a la planta BESS es la carretera provincial A-3622, carretera de acceso a la planta, esta discurre colindando al norte de parcela de implantación quedándose siempre a una distancia mínima de 16 metros del vallado de la planta, por lo que no tendría alguna afección sobre la misma.

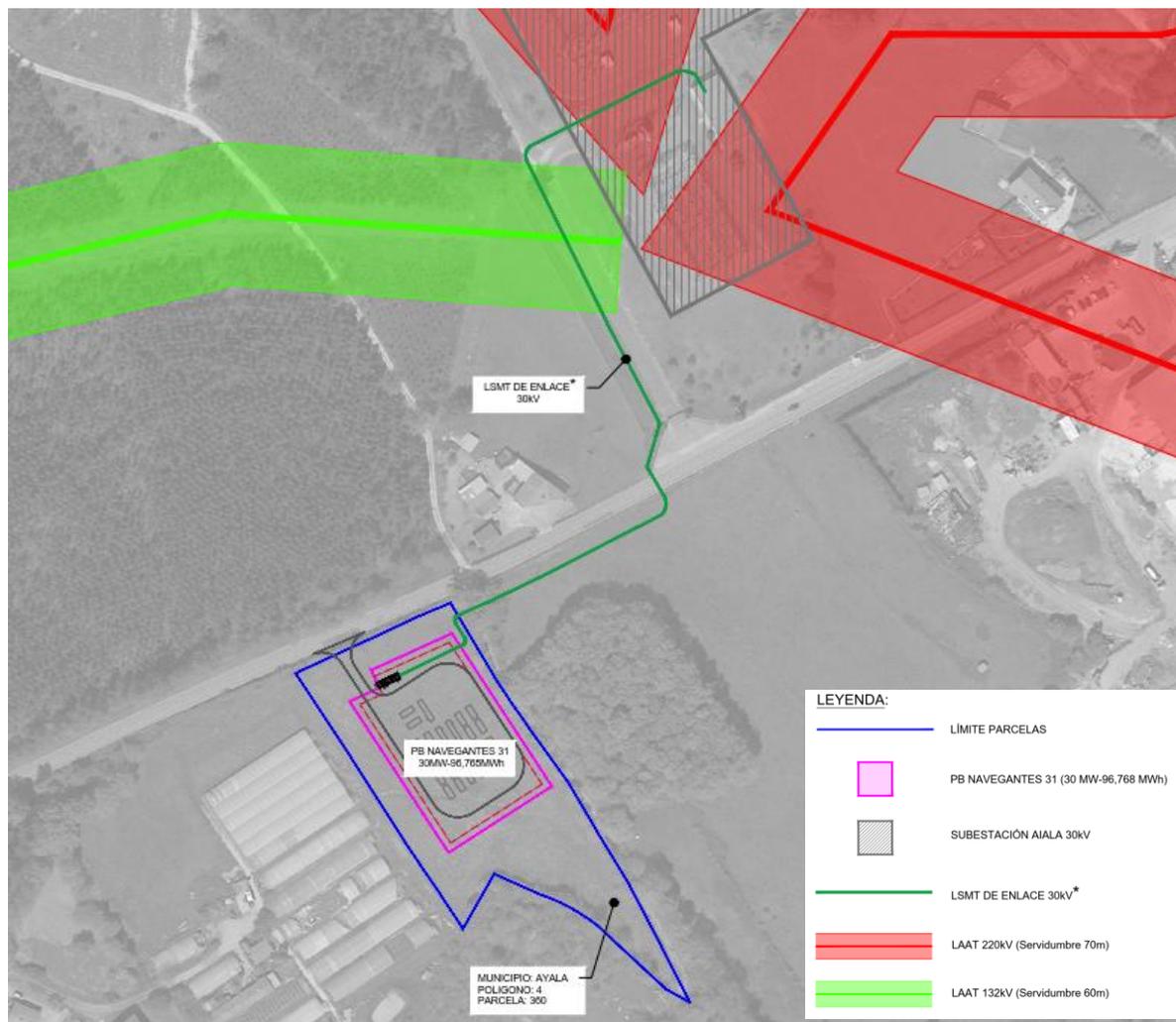


**Figura 6: Afecciones de Carreteras.**

### 3.5.3. Líneas Eléctricas

Se localizan diferentes líneas aéreas eléctricas de alta tensión en las inmediaciones de la Planta BESS. Para el estudio de posibles afecciones al proyecto se han examinado las líneas más cercanas a la parcela de implantación.

Se ha considerado una zona de servidumbre de 70 metros para las líneas de 220 kV y de 60 metros para las de 132 kV, como se puede apreciar en la Figura 7, el vallado y las instalaciones de almacenamiento quedan fuera de dichas zonas de servidumbre.



**Figura 7: Afecciones a Líneas de Alta Tensión.**

### 3.5.4. Hidrología

La zona de implantación de la planta BESS se localiza dentro de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental, concretamente en la cuenca de captación del río Nervión.



**Figura 8: Hidrología. Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental.**

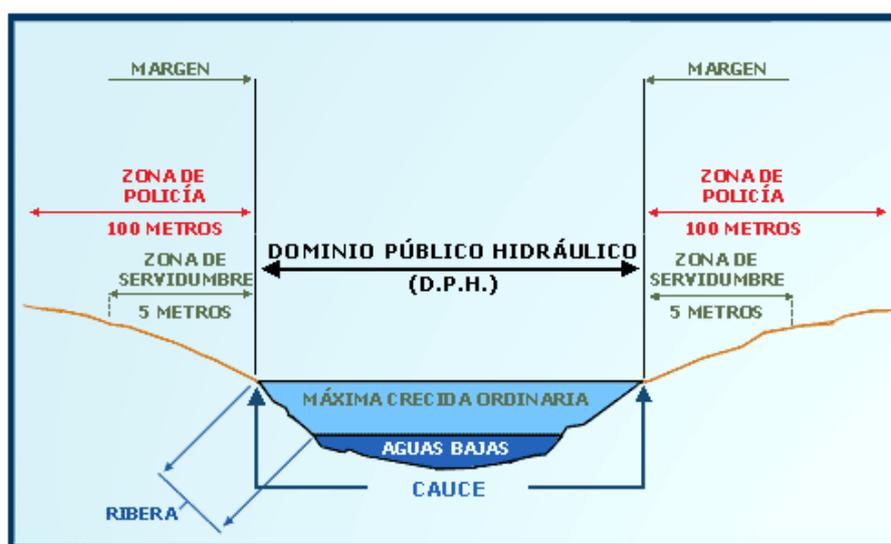
A continuación, se muestra la red hidrográfica de la zona de estudio.



**Figura 9: Red Hidrográfica Zona de Estudio.**

Según el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas, se dejará una distancia de servidumbre de 5 metros desde el Dominio Público Hidráulico (DPH) y una zona de policía de 100 metros desde la misma zona.

- **Zona de Servidumbre:** corresponde a la franja de cinco metros que linda con el cauce, dentro de la zona de policía, y que se reserva para usos de vigilancia, pesca y salvamento.
- **Zona de Policía:** es la constituida por una franja lateral de 100 m de anchura a cada lado, contados a partir de la línea que delimita el cauce, en la que se condiciona el uso del suelo y las actividades que en él se desarrollen. Su tamaño se puede ampliar hasta recoger la zona de flujo preferente, la cual es la zona constituida por la unión de la zona donde se concentra preferentemente el flujo durante las avenidas y de la zona donde, para la avenida de 100 años de periodo de retorno, se puedan producir graves daños sobre las personas y los bienes, quedando delimitado su límite exterior mediante la envolvente de ambas zonas.

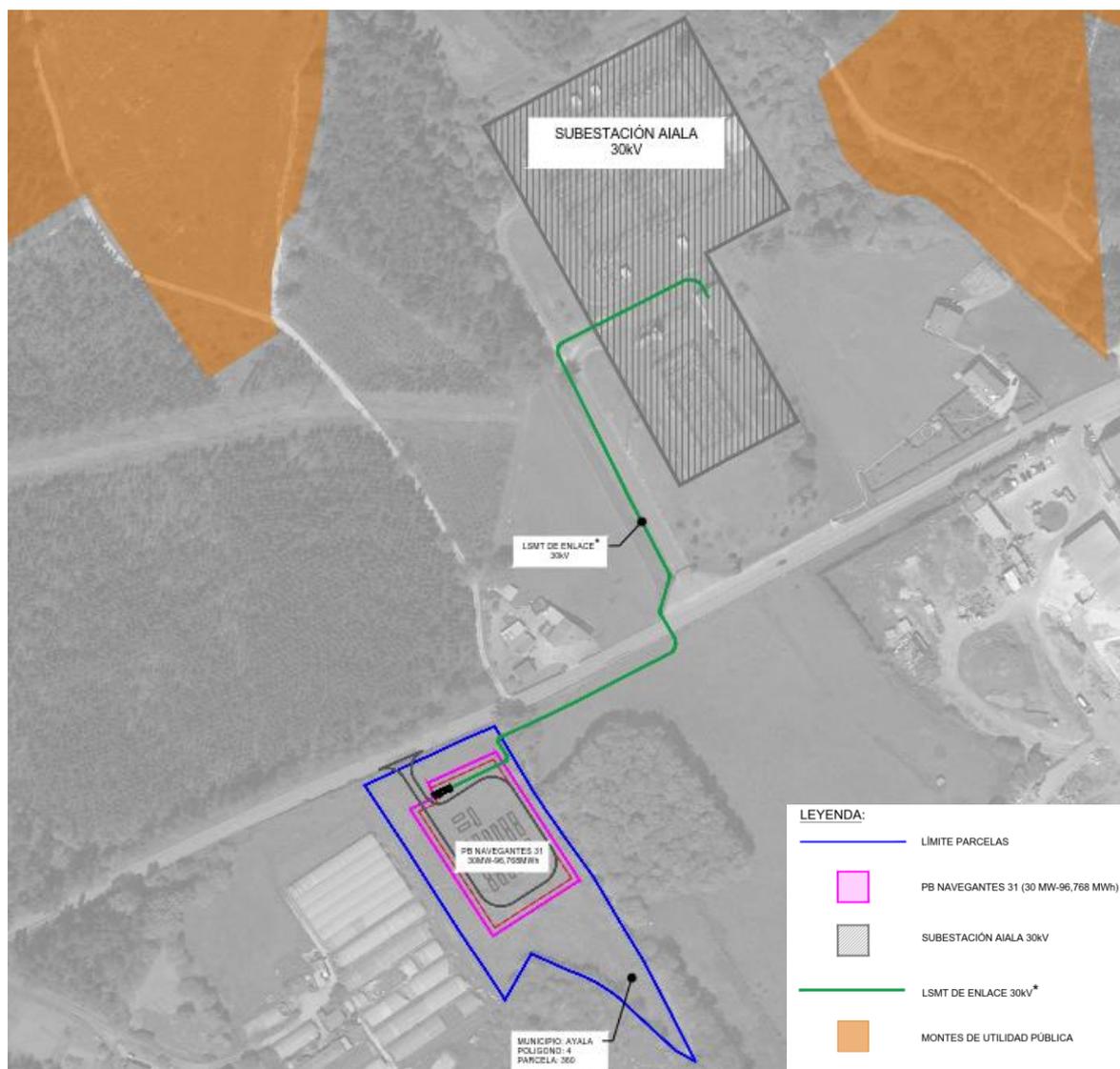


**Figura 10: Zonificación del espacio fluvial (Ministerio para la Transición ecológica y el reto Demográfico)**

En el emplazamiento de la Planta BESS no existe afección de ningún cauce.

### 3.5.5. Montes de utilidad pública

Como se puede apreciar en la Figura 12, cerca de la parcela de implantación de la planta BESS hay partes del territorio identificadas como Montes de Utilidad Pública. Sin embargo, al quedar la más cercana a una distancia aproximada de 230 metros del vallado de las instalaciones de almacenamiento, no hay afecciones sobre estas.



**Figura 11: Afecciones de Montes de Utilidad Pública.**

### 3.5.6. Tuberías

En la parcela de implantación se localiza una tubería propiedad de "Urbide", esta pasa por el sur de la parcela, pero sin afectar a la Planta BESS. La distancia mínima es de 18 metros del vallado de la planta, por lo que no tendría alguna afección sobre la misma.

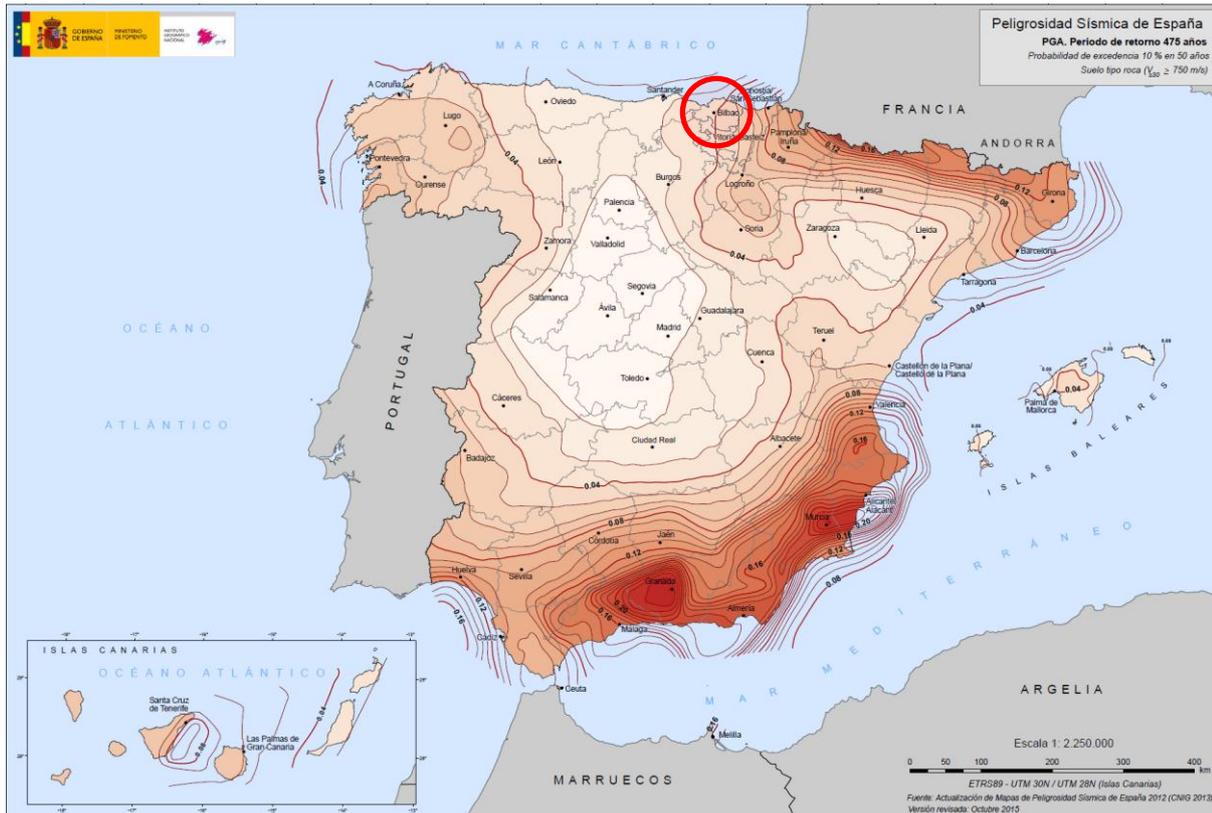


**Figura 12: Afecciones a Tuberías.**

### 3.5.7. Riesgo sísmico

La peligrosidad sísmica del territorio nacional se define por medio del mapa de peligrosidad sísmica. Dicho mapa suministra, expresada en relación al valor de la gravedad (g), la aceleración sísmica básica (ab), un valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno, y el coeficiente de contribución K, que tiene en cuenta la influencia de los distintos tipos de terremotos esperados en la peligrosidad sísmica de cada punto.

La figura que se muestra a continuación ilustra la evaluación de los riesgos sísmicos y volcánicos en la zona de actuación del proyecto, que como se puede observar, están clasificados de riesgo medio (aceleración de 0,04g).

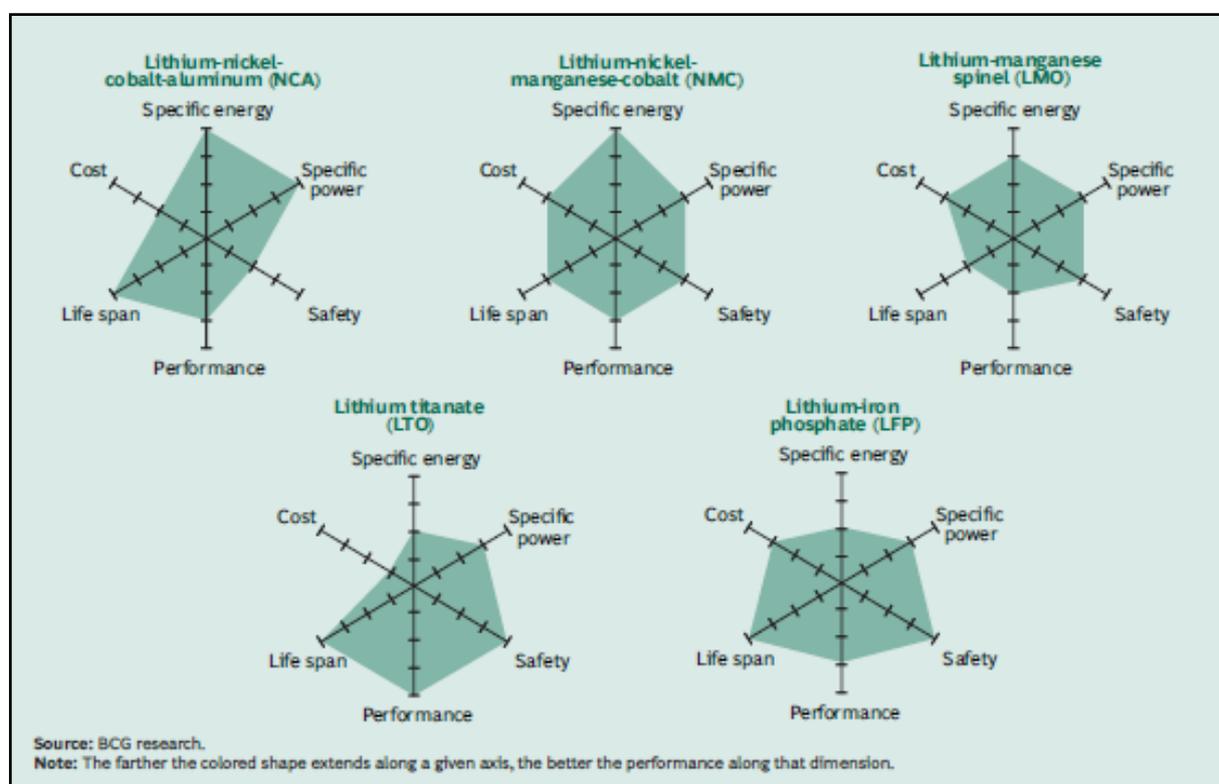


**Figura 13: Mapa Riesgo sísmico.**

## 4. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE UN SISTEMA BESS

### 4.1. Componentes de un Sistema BESS Conectado a la Red

Un sistema de almacenamiento con baterías (BESS de sus siglas en inglés Battery Management Storage System) es un sistema de acumulación de energía basado en almacenamiento electroquímico. Para este Proyecto se ha seleccionado la tecnología Ion-Litio, teniendo en cuenta que es el tipo de baterías que a día de hoy presenta una mejor relación entre prestaciones, madurez tecnológica y precio. No obstante, dentro de la tecnología de Ion-Litio, existen diferentes químicas según la composición del cátodo y sus características. En la siguiente figura se muestran las principales características (energía específica, potencia específica, seguridad, rendimiento, vida útil y coste) de los diferentes tipos de baterías de Ion-litio en función de su composición química:



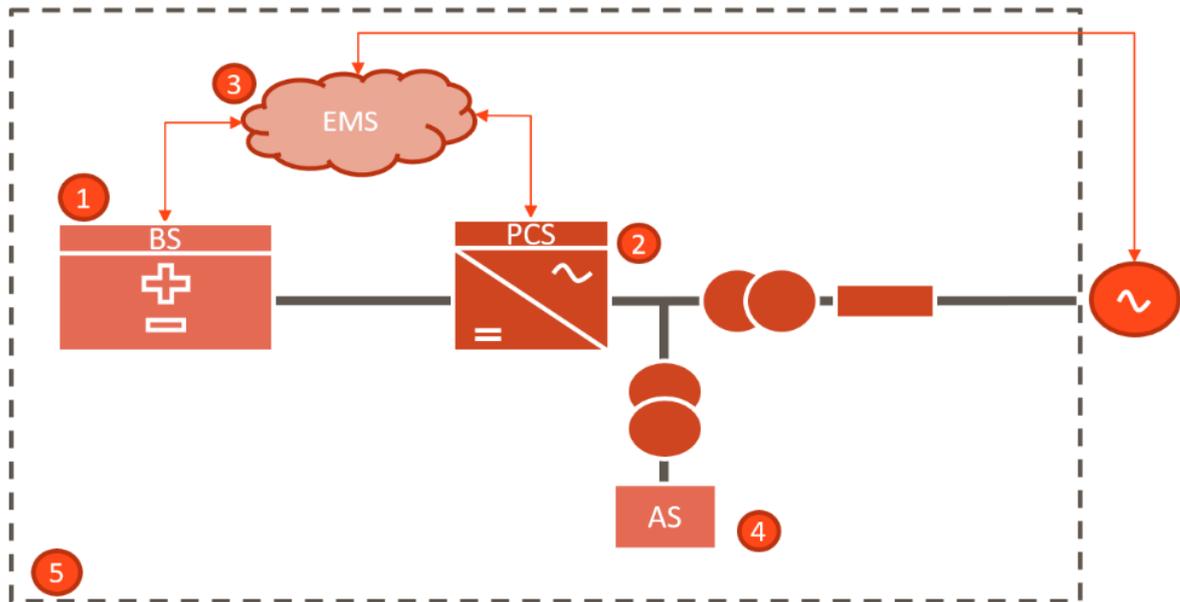
**Figura 14: Principales características de Tecnologías Ion-Litio**

En adelante, se describirá la configuración típica de un sistema BESS. Independientemente de la tecnología de baterías empleada, un sistema BESS se compone de los siguientes subsistemas:

1. Sistema de baterías
2. Sistema de conversión de energía

3. Sistema de gestión de la energía
4. Sistemas auxiliares
5. Envolvertes e interconexiones

En la siguiente Figura, puede observarse la configuración típica de un sistema BESS y la conexión de los subsistemas enumerados:



**Figura 15: Configuración típica de un sistema BESS**

Sistema de Baterías: Representa el núcleo del sistema BESS ya que es el sistema encargado de acumular la energía. Se compone principalmente de:

- Racks de baterías: Suelen componerse de los módulos de baterías conectados en serie hasta alcanzar la tensión de bus de corriente continua. Los módulos de batería a su vez constan de celdas conectadas en configuración serie-paralelo. Los racks de baterías además suelen disponer de un módulo de control y protección. Los racks pueden ser de instalación interior o exterior y disponer de refrigeración propia por aire o líquido.
- Sistema de control y monitorización de batería (BMS de sus siglas en inglés *Battery Management System*). Normalmente es una tarjeta electrónica que se encarga de monitorizar todas las variables del sistema como temperaturas, tensión de celda, corrientes, estado de carga (SOC) y de salud de las baterías (SOH). Además, ejerce una función de protección software ante sobretensiones o sobrecargas indeseadas en la operación de las baterías.

Sistema de Conversión de Potencia (PCS de sus siglas en inglés *Power Converter System*): El PCS es un sistema de electrónica de potencia encargado de cargar y descargar las baterías y de adecuar la tensión de



corriente continua de las mismas a la tensión de salida. Dependiendo de la configuración del Proyecto puede ser:

- Convertidor bidireccional CA/CC
- Convertidor CC/CC bidireccional

La mayoría de los PCS típicos son convertidores CA/CC a no ser que el sistema BESS se acople a una planta renovable en CC. Similares a los inversores fotovoltaicos a nivel de hardware, convierten la energía de las baterías a la red y viceversa cumpliendo con los modos de operación requeridos y los requisitos de códigos de red, y permitiendo un control desacoplado tanto de la potencia activa (P) como de la potencia reactiva (Q).

Sistema de gestión de energía (EMS de sus siglas en inglés Energy Management System): El EMS es el sistema de control encargado de gestionar el BESS. Sus funciones son:

- Integrar los requisitos del Código de red
- Monitorización del BESS (SCADA)
- Realizar los controles necesarios en el punto de conexión
- Comunicarse con el operador del sistema
- Gestión del PCS y la BMS
- Gestión del SOC de baterías
- Supervisar la degradación del sistema (SOH)

Suele constar de:

- Hardware y software para ejecutar algoritmos de control, normalmente un PLC.
- SCADA para monitorear el BESS. Normalmente un software integrado en un PC industrial.

En el caso de plantas híbridas con baterías y generación renovable suele ser habitual que el EMS gobierne la planta completa, aunque también puede ser un esclavo del sistema de control de la planta renovable, en cuyo caso sus funciones estarían limitadas a la gestión propia del BESS, y sería el control de la planta FV el encargado de gestionar la energía a nivel global.

Sistemas auxiliares: Los sistemas auxiliares son los encargados de mantener la seguridad y el rendimiento del sistema. Es una parte no menor, ya que su diseño y control pueden ser claves para mantener el rendimiento y seguridad del sistema. Principalmente constan de sistemas de refrigeración (HVAC), de detección y extinción de incendios (PCI) y sistemas de respaldo o SAIs.

Envolventes: Existen diferentes tipos dependiendo del integrador y tipo de sistema. La configuración más común es integrar los racks de baterías y sistemas auxiliares en contenedores marítimos de 40 pies e integrar los PCS en Skids outdoor o incluso contenedores. En ocasiones se emplean edificios y cada vez es más



extendido el uso de racks de baterías outdoors o integrados en pequeños contenedores. Para este Proyecto la envolvente de las baterías y del PCS son distintas. Ya que la envolvente de las baterías es de BYD y la envolvente del PCS es de Ingeteam.

Finalmente, a continuación, se enumeran los principales parámetros que caracterizan a un sistema BESS:

- Potencia nominal
- Energía nominal
- Relación entre Potencia y Energía:  $P_{rate}$
- Profundidad de descarga (DOD de sus siglas en inglés Depth of Discharge)
- Estado de carga (SOC de sus siglas en inglés State of Charge)
- Estado de Salud (SOH de sus siglas en inglés State of Health)
- Eficiencia de carga y descarga (RTE de sus siglas en inglés Round Trip Efficiency)

## 5. CRITERIOS DE DISEÑO

### 5.1. Consideraciones de Partida

Para el diseño del sistema BESS, se ha considerado un dimensionamiento de la energía a principio de vida útil (BoL de sus siglas en inglés *Begining of Life*).

Elemento	Parámetro	Unidad	
Rack de batería	Fabricante	-	BYD
	Tecnología	-	Ion-Litio (LFP)
	Potencia	kW	166,66 kW
	Energía	kWh	537,6 kWh
Envolvente de Baterías	Tipo	-	20 pies
	Fabricante	-	BYD
	Índice de Protección	-	IP 55
	Nº de racks de baterías/Unidad bat.	Qty.	10
	Nº unidad de baterías/Proyecto	Qty.	18
PCS	Tipo	-	Central
	Fabricante	-	Ingeteam
	Potencia AC	kW	3.333,33
Parámetros de Diseño	Tª de diseño	°C	30
	Potencia AC	MW	30
	Energía AC	MWh	96,768

**Tabla 4: Consideraciones de Partida**

### 5.2. Dimensionamiento de la Planta

El dimensionamiento del sistema BESS se lleva a cabo con el objetivo de cumplir con la potencia y energía entregada en el punto de conexión atendiendo a las siguientes consideraciones:

- Aplicación y ciclo de trabajo
- Mantenimiento de capacidad y duración del Proyecto
- Tecnología de baterías
- Degradación de las baterías
- Profundidad de descarga o DoD (%)
- Eficiencia del sistema, tanto a nivel de pérdidas como de consumo de auxiliares

En base a estas consideraciones se determina la potencia y energía instalada del sistema.



A continuación, se procede a determinar el número de unidades de conversión de potencia y unidades de baterías, para lo que se tendrá en cuenta en cada caso.

#### Determinación de unidades de conversión de potencia (PCS):

- Cumplimiento del código de red: curvas de capacidad PQ, función de:
  - Tensión CC
  - Tensión CA
  - Impedancia del transformador de conexión
- Rango de tensión admisible del PCS y rango de tensión de las baterías
- Curvas de derating: en función de la tensión CC, temperatura y altura.
- Curvas de eficiencia en función de la carga y la temperatura.

#### Determinación de las unidades de baterías:

- Configuración atendiendo al rango de tensión admisible del PCS
- Número de racks admisible con contenedor o envolvente
- Balance de unidades de energía y potencia

Finalmente, se establece la configuración final del sistema BESS que determina a su vez la disposición de sistemas y diseño eléctrico básico.

### **5.3. Diseño Eléctrico**

- La pérdida de potencia máxima BT-DC de los tramos de cable en condiciones nominales.
- La pérdida de potencia máxima BT-AC de los tramos de cable en condiciones nominales.
- La pérdida de potencia en BT, compuesta por las dos componentes anteriores, será, en todas las tiradas, inferior al 1,5%.
- Los componentes eléctricos de BT deberán ser capaces de soportar la tensión máxima de funcionamiento del equipo de CC (1500 Vcc).
- La red de media tensión que conecta las estaciones de potencia con el Centro de Seccionamiento y este con la Subestación se realizará con cableado de aluminio, teniendo en cuenta los criterios de intensidad nominal y cortocircuito; y en ningún caso sobrepasando una pérdida de potencia inferior al 0,5%.



- El nivel de tensión considerado para la red de media tensión interna de la Planta es de 30 kV.
- El cableado de aluminio seleccionado para la red de media tensión serán conductores unipolares que irán directamente enterrados en zanjas y bajo tubo cuando se ejecute un cruzamiento con caminos o carreteras existentes.
- La conexión de la red de media tensión será en líneas-antenas y no en anillo.
- Los consumos auxiliares asociados a refrigeración se realizarán directamente de las propias baterías, mientras que el resto de los consumos (control y supervisión, seguridad, luminarias...) serán alimentados desde el centro de seccionamiento.
- Instalación de elementos de protección tales como el interruptor automático de la interconexión o interruptor general manual que permita aislar eléctricamente la Instalación del resto de la red eléctrica.
- Se asegurará un grado de aislamiento eléctrico como mínimo de tipo básico Clase II en lo que afecta a equipos y al resto de materiales (conductores, cajas, armarios de conexión...).
- Se dispondrá de los equipos de medida de energía necesarios con el fin de medir, tanto mediante visualización directa, como a través de la conexión vía módem que se habilite, la energía aportada a la red en la descarga y consumida en la Planta en la carga.

## 5.4. Diseño Civil

- Se ha considerado la limpieza de todo el recinto de la parcela.
- Se ha considerado el despeje y desbroce de todas las áreas donde se instalen los racks de baterías.
- Se ha considerado losas de hormigón para apoyar las unidades de almacenamiento, transformadores y centros de seccionamiento.
- Se ha considerado una red de drenaje perimetral y otra red de drenaje interior en forma de cuneta en el lado de los viales internos donde se recoja el agua de escorrentía.
- Se ha tenido en cuenta unas distancias óptimas entre las unidades de baterías para la correcta maniobra y control del sistema.
- Los cables de BT-CC son integrados internamente en las unidades modulares de baterías por el fabricante hasta el propio PCS integrado en la unidad.
- Los cables de BT-CA desde los PCS de las unidades de baterías hasta los transformadores de potencia serán enterrados directamente en las zanjas de baja tensión (BT).
- El cableado de MT entre los transformadores y las celdas de MT situadas en los centros de seccionamiento serán enterradas directamente en zanja de acuerdo con la normativa y estándares de aplicación.



- El cableado perimetral del sistema de seguridad será diseñado enterrado bajo tubo en zanja de acuerdo con la normativa y estándares de aplicación.
- El sistema de puesta a tierra de la Planta conectará los elementos metálicos a tierra de: unidades de almacenamiento, transformadores, sistema de seguridad, vallado perimetral, etc. llevando el cable directamente enterrado en las zanjas de baja y media tensión.



## 6. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL SISTEMA BESS

### 6.1. Características Principales

En esta sección se describirán en detalle cada uno de los componentes de un sistema BESS particularizando en las tecnologías y fabricantes preseleccionados para este Proyecto.

Respecto al sistema BESS, en la siguiente tabla se muestran sus características principales:

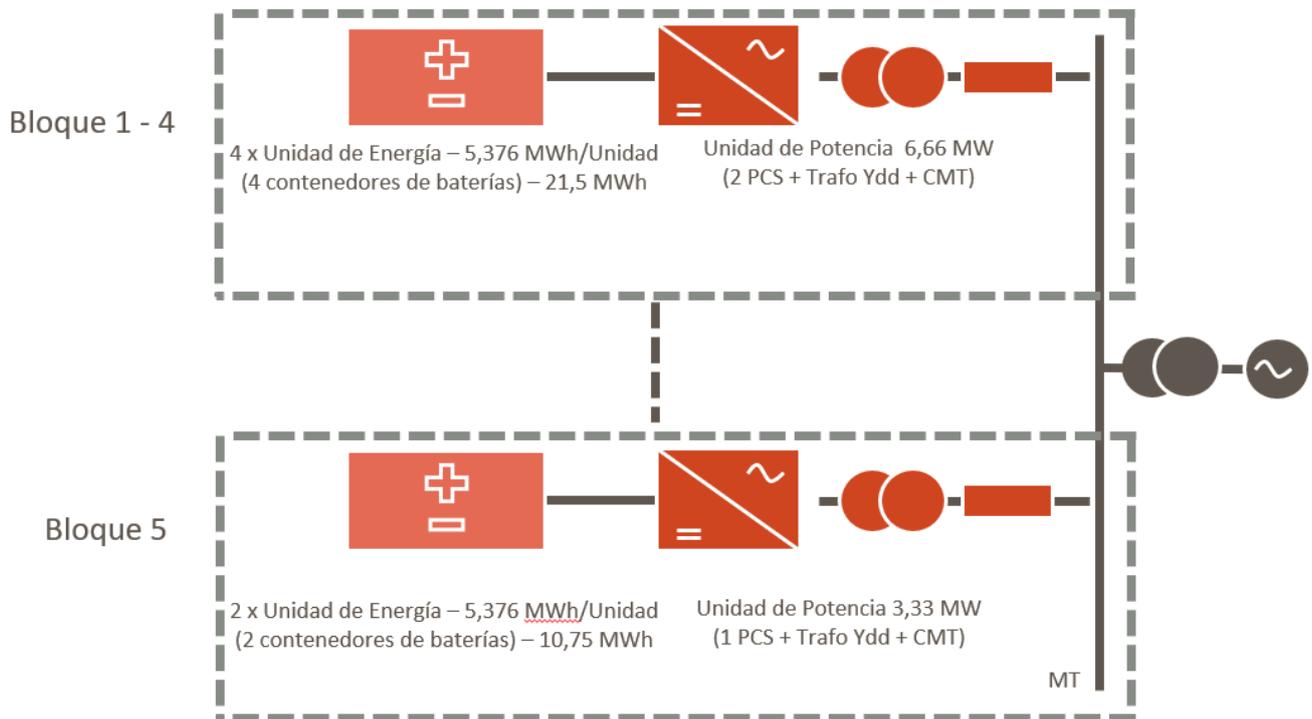
Elemento	Parámetro	Unidad	
<b>Configuración Sistema BESS</b>	Potencia	MW	30,00
	Energía	MWh	96,768
	Nº de PCS	Qty.	9
	Nº de Transformadores	Qty.	5
	Nº de racks de baterías/Unidad Alm.	Qty.	10
	Unidades de Almacenamiento	Qty.	18

*Tabla 5: Configuración General del sistema BESS*

### 6.2. Configuración Eléctrica

La conexión del sistema BESS se realizará en la subestación de conexión, de modo que la planta BESS tendrán un medidor independiente y un punto de interconexión.

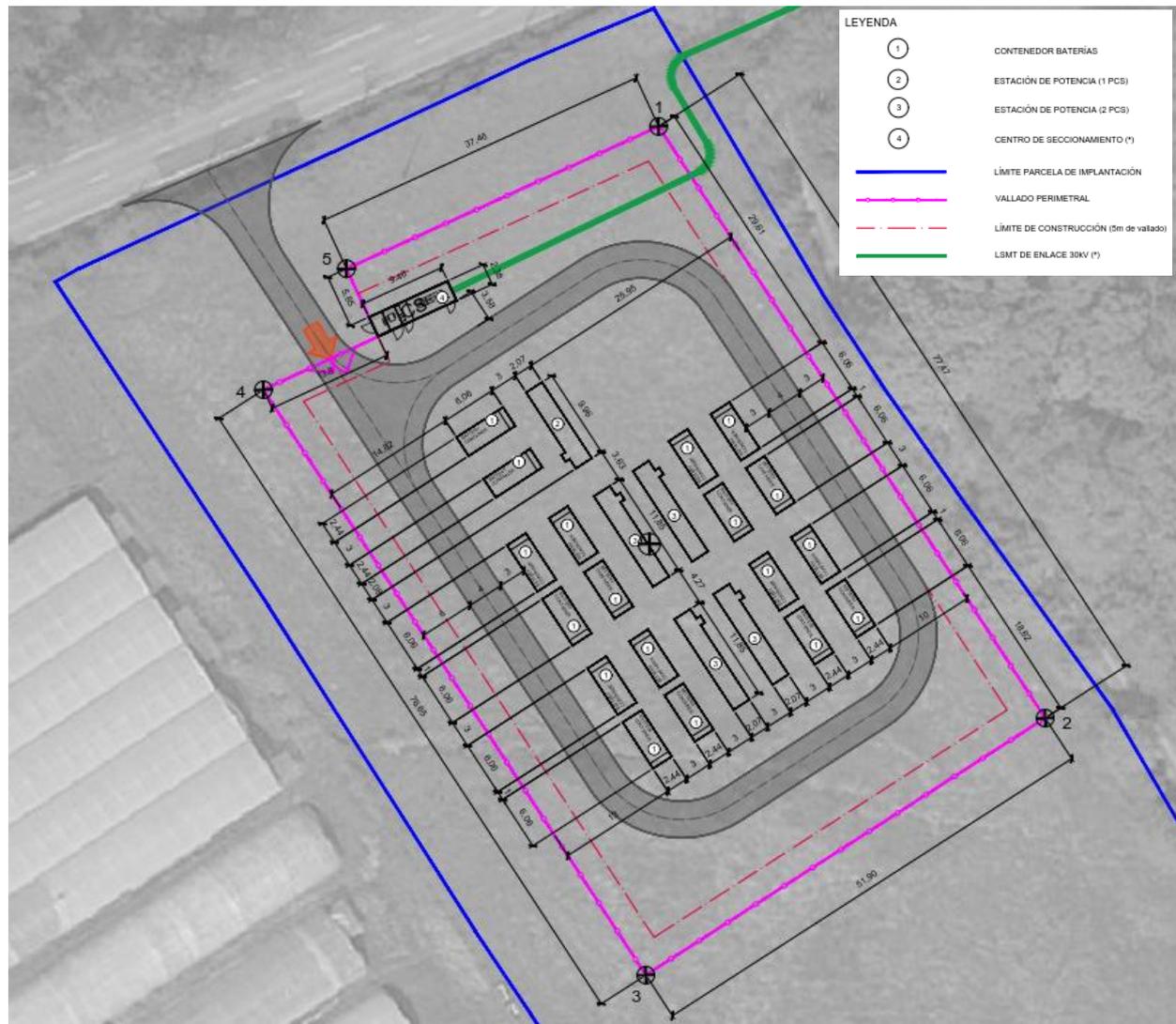
El sistema BESS se compone de 5 bloques en total, 4 bloques de 6,66 MW – 21,5 MWh y 1 bloque de 3,33 MW – 10,75 MWh. A continuación, se muestra el esquema conceptual del BESS:



**Figura 16: Esquema conceptual del sistema BESS**

### 6.3. Layout Planta

La siguiente imagen ilustra el layout propuesto para el sistema BESS:



**Figura 17: Layout del sistema BESS**

## 6.4. Sistema de Baterías

El dimensionamiento del sistema BESS se lleva a cabo con el objetivo de cumplir con la potencia en el punto de conexión. Un sistema de baterías es un conjunto de acumuladores de energía que a través de un proceso electroquímico son capaces de almacenar energía eléctrica.

El Sistema de Baterías consta fundamentalmente de las propias baterías y de un sistema de control y monitorización (BMS de sus siglas en inglés, Battery Management System).

La unidad más pequeña e indivisible de una batería se denomina celda, dentro de la cual se producen las reacciones químicas. Las celdas se conectan mediante configuraciones eléctricas serie-paralelo dentro de módulos para alcanzar un nivel de tensión y energía determinada. Dichos módulos cuentan con sensores de

tensión, corriente y temperatura para monitorizar el estado de las celdas. Los módulos, a su vez, se conectan en serie dentro de armarios denominados comúnmente racks de baterías hasta alcanzar el nivel de tensión de corriente continua del sistema deseado a nivel de diseño, ya que, a su vez, los racks de baterías se conectarían siempre en paralelo, presentando todos ellos el mismo nivel de tensión.

Dependiendo de la tecnología, de la configuración del rack, y del estado de carga de las baterías, esta tensión puede llegar a alcanzar los 1.500V.

Las siguientes ilustraciones muestran las tres unidades de batería según el nivel de integración: celda, módulo y rack de baterías.



**Figura 18: Celda, módulo y Racks de baterías.**

Explicada la composición de un rack de baterías, estos se pueden entender como la unidad básica de un sistema de baterías, ya que es el elemento que normalmente suministran los fabricantes de baterías junto con el BMS del sistema.

Los racks de baterías contienen además un módulo adicional de control y protección. Este módulo lleva incorporada protección hardware a través de un interruptor automático o contactor más fusible para proteger por sobrecorriente o cortocircuito y una tarjeta electrónica BMS que controla y monitoriza el rack de forma individual. Dicha BMS monitoriza las principales variables como tensiones, corrientes y temperaturas, tanto a nivel de los módulos que contiene el rack, como de celda.

Además, la estructura o envoltente de los racks de baterías pueden ser de:

- Interior: Estructura Metálica. El sistema de refrigeración suele estar a cargo del integrador del sistema. Normalmente refrigeración por aire, aunque está empezando a ser habitual refrigeración por líquido. En caso de refrigeración por aire, el proveedor de la batería solo los suministra con ventiladores en el caso de un sistema de alta potencia.
- Exterior: Estructura Metálica normalmente con IP65. Refrigeración líquida interna. Bomba a cargo del proveedor de baterías o integrador de sistemas según proyecto.



Finalmente, se describe a continuación el sistema BMS. Normalmente es un sistema embebido en tarjetas electrónicas y sus funciones fundamentales son:

- Equilibrar el sistema. Todas las celdas del sistema deben estar equilibradas y mantener siempre el mismo nivel de energía.
- Monitorizar todas las variables: temperaturas, voltaje, corriente, SOC, SOH.
- Autoprotección en caso de funcionamiento anormal del EMS.

Como se ha anticipado anteriormente, el BMS se encuentra en varios niveles del sistema, siguiendo una estructura jerárquica de control:

- Tarjeta Master BMS: Controla y monitorea el sistema completo.
- Tarjetas BMS a nivel de rack: Controla y monitorizan cada rack. Es típico en algunos fabricantes que una de las BMS de rack, actúe como Master del sistema completo.
- Tarjetas BMS a nivel de módulo: Dependiendo del fabricante, suelen existir tarjetas BMS a nivel de módulo.

Cada Master BMS y el número de racks que es capaz de controlar, valor que depende del fabricante, determina el número de sistemas de baterías dentro de un sistema BESS. Este número también viene a veces determinado por la propia disposición física de los racks dentro de un contenedor.

Una vez explicado en detalle la composición de un sistema de baterías, se indican las principales características. Para este Proyecto, se han seleccionado baterías de Ion-Litio de tecnología LFP del fabricante BYD aunque podrán utilizarse otros fabricantes con características técnicas similares. A continuación, se muestran las características de las baterías:

<b>Características del Rack de Baterías</b>	
<b>Fabricante</b>	BYD
<b>Tecnología</b>	ION LITIO (LFP)
<b>Número</b>	10 RACKS / UNIDAD DE BATERÍA
<b>Energía</b>	537,6 kWh
<b>Eficiencia de carga y descarga</b>	96,37%
<b>Tensión mínima CC</b>	1.081,6 V
<b>Tensión máxima CC</b>	1.497,6 V

**Tabla 6: Características del Rack de Baterías seleccionado**

## 6.5. Envolverte

Los sistemas de baterías, dependiendo de la tecnología y fabricante empleado, pueden instalarse al exterior o alojados en contenedores o edificios. En este Proyecto, el sistema de baterías se integrará en contenedores de 20 pies:

Características del Contenedor de Baterías	
Fabricante	BYD
Número racks	10
Potencia	1.666,6 kW
Energía Instalada	5.376 kWh
Grado de Protección	IP55
Sistema de Refrigeración	Líquido
Dimensiones (W x D x H)	6.058 x 2.438 x 2.896 mm

**Tabla 7: Características del Contenedor de Baterías seleccionado**

La siguiente ilustración muestra el sistema de baterías de BYD con su envolverte:

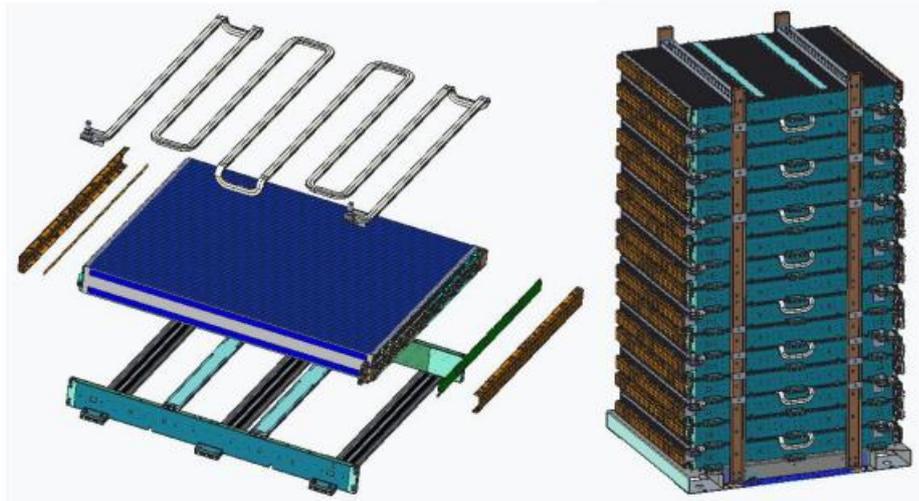


**Figura 19: Unidad de almacenamiento**

## 6.6. Sistemas auxiliares

Es el conjunto de sistemas encargado de mantener la seguridad y el rendimiento del sistema de baterías. Para alimentar a los sistemas auxiliares, se hará uso de un transformador de SSAA de 1.400 kVA alojado en el Centro de Seccionamiento. Los sistemas auxiliares se componen de los siguientes elementos:

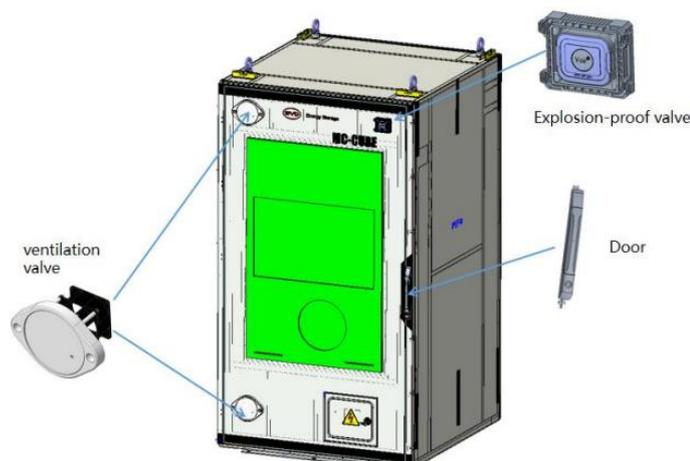
- Sistema de climatización / refrigeración HVAC. El sistema de gestión térmica de las unidades de baterías es un sistema de refrigeración líquida. Este sistema adopta tubos de refrigeración en forma de S (amplía el área de disipación de calor) para evacuar correctamente el calor de las baterías. Cada Rack de batería tiene 16 pisos de módulos de baterías; 2 pisos comparten un tubo de refrigeración, lo que significa un total de 8 pisos de refrigeración.



**Figura 20: Sistema de Refrigeración del contenedor BESS**

- PCI: sistema de detección y extinción de incendios. Los fabricantes recomiendan varios agentes extintores. En este caso el sistema de detección y extinción de incendios constará de sensores para detectar el humo, la concentración de hidrógeno y los niveles de temperatura. Al detectar un aumento significativo en alguno de esos 3 parámetros, se envía una señal al sistema de detección de incendios y este libera el agente gaseoso extintor. El agente extintor gaseoso reduce la concentración de oxígeno en la sala a un nivel seguro, lo que apaga el fuego. Este proceso no daña las baterías ni deja residuos químicos.

Cada Rack de baterías del BESS contará con detección de gas inflamable y válvula de ventilación, como se muestra en la figura:



**Figura 21: Sistema de extinción de incendios**

- SAI: sistema de respaldo para abastecer las cargas esenciales del sistema de baterías en caso de ausencia de red o para realizar un apagado seguro. Normalmente alimentará al sistema de control, es decir a todas las tarjetas BMS y en caso de disponer de ellos, al sistema de refrigeración interna de los racks de baterías, esto es, los ventiladores de los racks.
- Sistemas de Comunicación y Control: Estos sistemas permiten la integración del sistema de almacenamiento de baterías en la red eléctrica, lo que permite un control más preciso y la capacidad de responder a las necesidades de la red.

## 6.7. Sistema de Conversión de Potencia

El sistema de conversión de potencia (PCS de sus siglas en inglés Power Converter System) es un dispositivo de electrónica de potencia que permite transformar la energía eléctrica almacenada en forma de corriente continua por las baterías en corriente alterna y viceversa ejecutando el control de corriente adecuado para descargar y cargar las baterías. Es un sistema muy similar a un inversor fotovoltaico a nivel de hardware, salvo por su condición de funcionamiento bidireccional, del hecho de disponer de un sistema control del control de carga y descarga de las baterías en lugar de sistema MPPT, y de integrar protecciones de mayor calibre en corriente continua debido a que la corriente de cortocircuito es mayor que la de los módulos.

La operación de los PCS estará gobernada por el sistema de control EMS, recibiendo consignas de potencia activa y reactiva del mismo y controlando la corriente y tensión del bus de corriente continua para realizar las operaciones de carga y descarga. Aunque el EMS sería el sistema encargado de comunicar con el BMS de las baterías y con el PCS, suele ser habitual que además el PCS también tenga programada la máquina de estados de las baterías en su control de carga por seguridad en la operación.



Se propone un PCS del fabricante Ingeteam HV C730.

A continuación, se muestran las características de los PCS seleccionados en la siguiente tabla:

<b>Características del PCS</b>	
<b>Potencia (KW)</b>	3.333,33
<b>Eficiencia</b>	98,90 %
<b>Tensión Nominal (V)</b>	730
<b>Frecuencia (Hz)</b>	50 HZ / 60 HZ

**Tabla 8: Características del PCS**

Los convertidores PCS cumplen con lo dispuesto en los siguientes estándares:

- Compatibilidad Electromagnética: EN 61000-6-1, EN 61000-6-2, EN 61000-6-4, EN 61000-3-11, EN 61000-3-12.
- Seguridad y confiabilidad de los convertidores: EN 62109-1, EN 62109-2, IEC 62103, EN 50178.
- Requisitos de conexión: Orden Ministerial TED/749/2020, por la que se establecen los requisitos técnicos para la conexión a la red.

En virtud de lo anterior, cabe mencionar los siguientes factores:

- Características de la señal generada: La señal generada por el PCS está perfectamente sincronizada con la red respecto a frecuencia, tensión y fase a la que se encuentra conectado, cumpliendo con los requisitos máximos de armónicos de señal de intensidad y tensión.
- Protecciones
- De acuerdo en lo establecido en la Orden TED/749/2020, los PCS disponen de la capacidad de mantenerse conectados a la red dentro de los rangos establecidos de seguridad de tensión y frecuencia ante un periodo de tiempo determinado, dando el soporte necesario en cada caso, y se desconectarán de la misma por seguridad en caso de que dichos umbrales sean superados.
- Los PCS incluyen interruptor automático en la salida CA, así como interruptor de corte en carga y fusible en la entrada de CC.
- El polo positivo y negativo de los PCS se mantienen flotantes y aislados de tierra.
- Los PCS estarán conectados a tierra tal y como se exige en el reglamento de baja tensión. La toma de tierra es única y común para todos los elementos.

Además, los PCS serán provistos del software de aplicación para la configuración de los equipos y extracción de datos, otorgando plenos derechos al administrador e incluyendo el acceso a sus parámetros funcionales. Además,

los PCS irán acompañados de planos de cableado, manuales de instalación, operación y mantenimiento, incluyendo lista de parámetros, valores, tolerancias de alarma / advertencia y funcionamiento, en español.

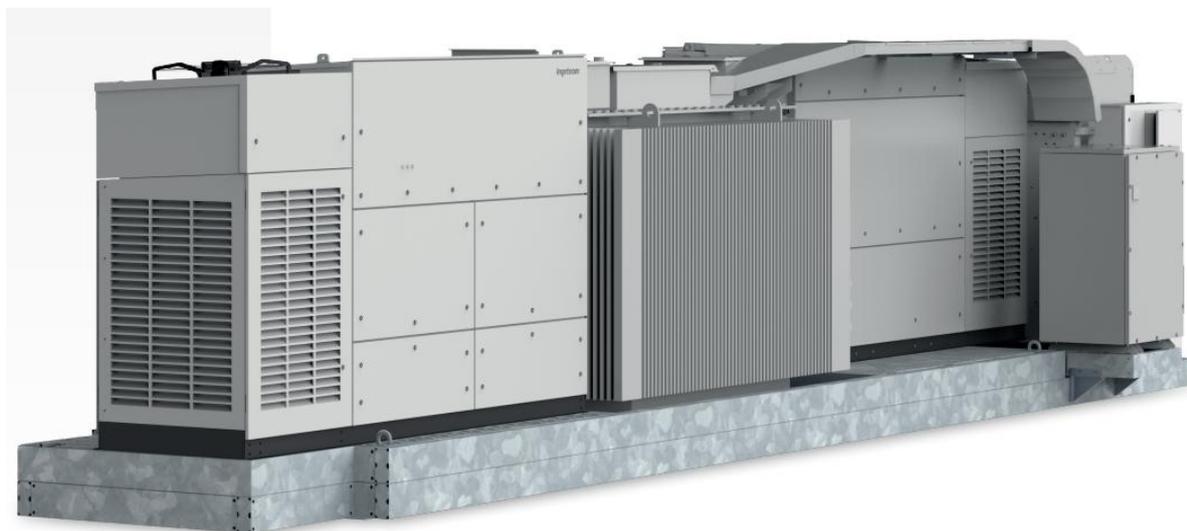
## 6.8. Estaciones de potencia

La Estación de Potencia (Skid MT) está compuesta por los PCS y la estación transformadora, encargada de elevar la tensión de salida de los PCS hasta la de la red de Media Tensión de la Instalación.

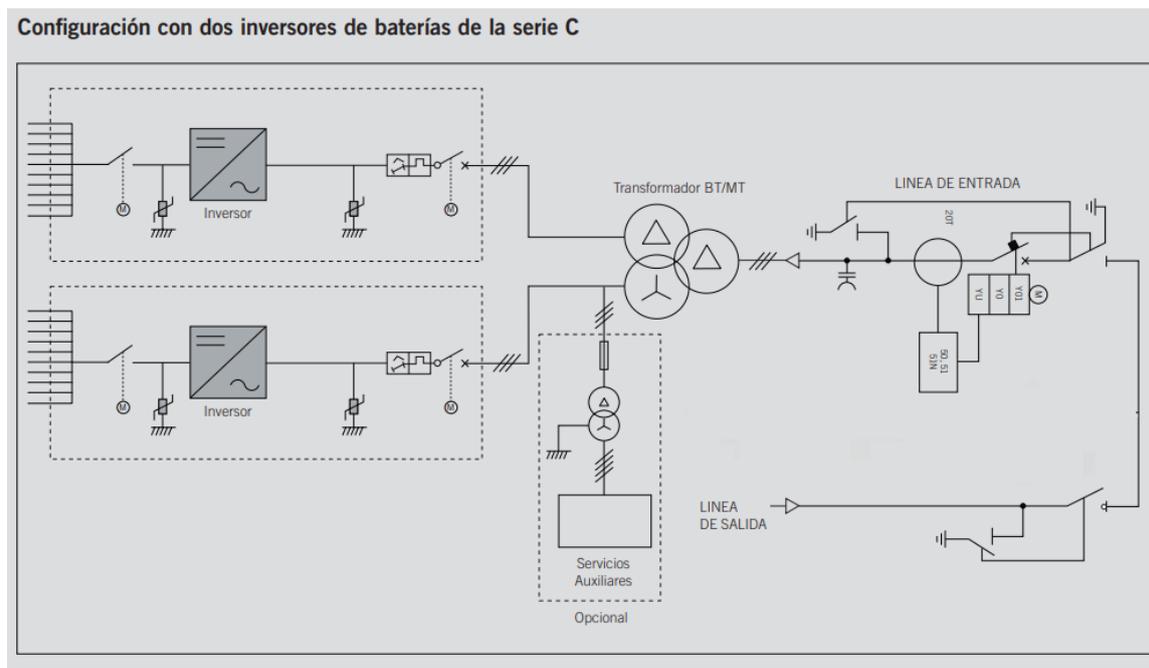
Para el presente Proyecto se ha elegido la Estación de Potencia Ingeteam FSK Serie C, con 2 PCS instalados en 4 estaciones de potencia y 1 PCS instalado en la última estación de potencia.

Las EP integran todos los componentes necesarios para el conexionado a la red de media tensión en un conjunto compacto que integra un transformador de potencia y las celdas de MT. Cada estación de potencia contará también con un cuadro y un transformador destinado a servicios auxiliares (SSAA) además de una UPS.

A continuación, se muestra una imagen de la EP, así como de su esquema unifilar.



**Figura 22: Imagen de la estación de potencia**



**Figura 23: Esquema Unifilar de la Estación de Potencia.**

A continuación, se muestran las características técnicas de los transformadores y celdas de MT:

Características del Transformador	
Potencia nominal (kW)	6.666
Tensión BT/MT (kV)	0,730/30
Configuración	Yd
Refrigeración	Aire Natural
Características de la Celda de MT	
Tipo	ENTRADA, SALIDA Y PROTECCIÓN
Protección	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO

**Tabla 9: Características del transformador y celda de MT**

## 6.9. Instalación Eléctrica de Baja Tensión (BT)

Las instalaciones que comprenden esta parte de la instalación son las que se describen a continuación:

- Circuitos entre los módulos de baterías y PCS (CC).
- Circuitos de alimentación de auxiliares (CA).



Como se ha comentado anteriormente el sistema BESS consta de 18 unidades de almacenamiento y 5 estaciones de potencia. Cada unidad de almacenamiento consta de 10 racks de baterías y 4 estaciones de potencia contienen 2 PCS y una estación de potencia contiene 1 PCS, un transformador de potencia y la celda de media tensión. Todos los módulos de baterías se conectan con su PCS correspondiente a través de CC. La instalación de CC está diseñada por el propio fabricante de baterías y el nivel de tensión será hasta 1.500 V.

La evacuación de la energía generada en el sistema BESS se efectuará en Vac a 730 V (salida de los PCS) y se conectará al lado de baja tensión del transformador alojado en la estación de potencia.

A su vez, cada salida de cada PCS alimenta el consumo de auxiliares de las unidades de baterías a través de una fuente de alimentación que convierte la corriente de CC a CA.

Se utilizarán cables unipolares con aislamiento de 1,5 KV para el cableado entre las unidades de almacenamiento y los transformadores, con las siguientes características:

<b>Características de los cables de CA</b>	
Tipo	XZ1-AL
Tensión DC	1,5 - 3 kV
Conductor	Aluminio
Secciones	185 - 300 mm <sup>2</sup>

**Tabla 10: Características del de los cables de CA**

### Conductores

Para el cálculo de la sección de los conductores empleados en las diferentes partes de la instalación se ha tenido en cuenta, además de lo establecido por el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus ITC complementarias (REBT), los criterios de intensidad máxima admisible por el cable y la caída de tensión (1,5%), además de la adecuada protección de los cables contra sobrecargas y cortocircuitos mediante fusibles clase gPV o interruptores magnetotérmicos.

Los cables irán en canalizaciones subterráneas directamente enterrados desde las salidas de los Skids de Potencia hasta los transformadores.

Los conductores de la instalación serán fácilmente identificables. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. El conductor neutro se identificará por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. A efectos de identificación los cables serán marcados con su designación correspondiente mediante etiquetas inertes fijadas a los cables con fijadores de plástico. Se dispondrá una etiqueta cada 10 m en cables enterrados y cada 20 m en instalación aérea.



En ningún caso se permitirá la unión de conductores mediante conexiones y/o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión. Siempre deberá realizarse en el interior de cajas de empalme y/o de derivación. Los conductores deberán conectarse por medio de terminales adecuados, de forma que las conexiones no queden sometidas a esfuerzos mecánicos.

El acoplamiento y sellado entre cables y equipos se efectuará por medio de prensaestopas. Estas serán las adecuadas en tipo y diámetro con objeto de asegurar una sujeción mecánica y estanqueidad adecuada.

Los cables serán manejados cuidadosamente para evitar erosiones y deterioro en sus aislamientos. Los radios de curvatura nunca serán menores de los recomendados por el fabricante.

## 6.10. Instalación Eléctrica de Media Tensión (MT)

La instalación eléctrica de Media tensión (MT) tiene el fin de cargar/descargar la energía del sistema BESS desde el transformador de potencia hasta el Centro de Seccionamiento (propiedad del promotor y objeto de otro proyecto). La red eléctrica de MT de la instalación será en corriente alterna (CA). Cada uno de los skids de potencia existentes salen a media tensión, 30kV, de manera que se enlazan entre sí a través de las celdas de MT, de manera que se evita una conexión para cada skid con la celda del centro de Seccionamiento.

El transformador del último skid de potencia se enlaza mediante líneas de MT con un Centro de seccionamiento de MT de 30 kV, que consistirá en una línea subterránea constituida por una terna de cables unipolares. La configuración de la red interna de media tensión se resume en la siguiente tabla:

Línea	Inicio	Fin	Longitud (m)	Potencia (kW)
1	Skid 5	Centro de Seccionamiento	38	30.000

**Tabla 11: Distribución Líneas de MT**



**Figura 24: Enumeración de Estaciones de potencia y cableado de MT**

El cableado de MT al centro de seccionamiento será AI XLPE 18/30 kV 2x240 mm<sup>2</sup>, con aislamiento dieléctrico seco directamente enterrado, depositado en el fondo de zanjas tipo, sobre lecho de arena, a una profundidad mínima de 0,8 m. Las zanjas se repondrán compactando el terreno de manera apropiada.

El cableado de unión entre skids se realiza a través de las celdas de MT, con aislamiento dieléctrico seco directamente enterrado, depositado en el fondo de zanjas tipo, sobre lecho de arena, a una profundidad mínima de 0,8 m. Las zanjas se repondrán compactando el terreno de manera apropiada. La sección de los conductores de unión entre skids, considerando 9,006 kA, es la siguiente:

Línea	Inicio	Fin	Longitud (m)	Potencia (kW)	Conductores (mm <sup>2</sup> )
1	Skid 1	Skid 2	9	6.666,67	3x(1x240)
2	Skid 2	Skid 3	25	13.333,33	3x(1x240)
3	Skid 3	Skid 4	9	20.000,00	3x(1x240)
4	Skid 4	Skid 5	4	26.666,66	3x(2x240)

**Tabla 12: Sección cableado MT**



El dimensionado de la instalación será tal que la pérdida de potencia máxima en la parte de la instalación de MT no supere 0,50%, es decir, desde la salida del transformador hasta su conexión en las celdas de MT del Centro de Seccionamiento.

## 6.11. Protecciones

Las protecciones eléctricas en la interconexión entre el sistema BESS y la red eléctrica aseguran una operación segura, tanto para las personas como para los equipos que participan en todo el sistema.

El sistema BESS deberá cumplir los requisitos establecidos por la normativa nacional en materia de protecciones eléctricas y la normativa internacional en el caso de que no existieran normas nacionales relacionadas.

De esta manera, todos los equipos de la Planta estarán provistos de elementos de protección, algunos de los cuales se exponen a continuación:

- Los conductores de CC del sistema BESS estarán dimensionados para soportar, como mínimo el 125% de la corriente de máxima potencia en condiciones STC sin necesidad de protección.
- Los conductores de corriente alterna estarán protegidos mediante fusibles e interruptores magnetotérmicos para proteger el sistema contra sobreintensidades.
- Los PCS dispondrán de un sistema de aislamiento galvánico o similar que evite el paso de corriente continua al lado de corriente alterna de manera efectiva. Asimismo, los PCS incorporarán al menos las siguientes protecciones: frente a cortocircuitos, contra tensiones y frecuencia de red fuera de rango e inversión de polaridad.
- La conexión a tierra ofrece una buena protección contra sobrecargas atmosféricas, además de garantizar una superficie equipotencial que previene contactos indirectos.
- Los equipos accionados eléctricamente estarán provistos de protecciones a tierra e interruptores diferenciales.

## 6.12. Puesta a Tierra

El objetivo de las puestas a tierra (p.a.t.) es limitar la tensión respecto a tierra que puedan presentar las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados, disminuyendo lo máximo posible el riesgo de accidentes para personas y el deterioro de la propia instalación.

La p.a.t. es la unión directa de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo mediante una toma de tierra con un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo.



Mediante la instalación de p.a.t. se deberá conseguir que en el conjunto de la instalación no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La instalación de puesta tierra cumplirá con lo dispuesto en el artículo 15 del R.D. 1699/2011 sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

### 6.12.1. Puesta a Tierra de Protección

La puesta a tierra de protección une con tierra los elementos metálicos de la instalación accesibles al contacto de personas que normalmente están sin tensión pero que pueden estarlo debido a averías, descargas atmosféricas o sobretensiones. Ejemplos de estos elementos serían: la envolvente de la celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasas de los transformadores o armaduras de los edificios.

Se dispondrán las siguientes puestas a tierra de protección interconectadas:

- Red General de Puesta a Tierra: Estará formada por un mallado de conductor de cobre desnudo de 35 mm<sup>2</sup> que discurrirá enterrado por el fondo de las canalizaciones de BT y MT de la Instalación, a una profundidad no menor de 0,6 m.

## 6.13. Armónicos y Compatibilidad Electromagnética

Las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el artículo 16 del R.D. 1699/2011 sobre armónicos y compatibilidad electromagnética en instalaciones conectadas a la red de baja tensión.

## 6.14. Sistema de Monitorización y Control

El sistema de monitorización y control de la Planta estará basado en productos abiertos del mercado e incluirá el SCADA y el sistema de control de la Planta, así como todos los equipos necesarios para comunicar con el resto de los sistemas de la Instalación.

SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition, es decir, Supervisión, Control y Adquisición de Datos) no es una tecnología concreta sino un tipo de aplicación. Cualquier aplicación que obtenga datos operativos acerca de un "sistema" con el fin de controlar y optimizar ese sistema es una aplicación SCADA.

El sistema integra la información procedente de los componentes suministrados por diferentes contratistas, permitiendo la operación y monitorización global del funcionamiento de la Planta, la detección de fallos y modificaciones del funcionamiento de los distintos componentes.



El sistema de Control y Monitorización permitirá supervisar en tiempo real la producción de la Planta, permitiendo atender de forma inmediata cualquier incidencia que afecte o pueda afectar a la producción y permitiendo la optimización de la capacidad productiva al operador. Para ello se basa en los datos que obtiene de los distintos componentes, entre otros:

- PCS: Envían al sistema de control las variables de entrada y salida del convertidor, las cuales permiten evaluar el funcionamiento del equipo.
- Remotas de Adquisición de E/S de cada Estación de Potencia.
- Remotas de Adquisición de E/S en el Centro de Seccionamiento.
- Medidores de Facturación.
- Sistema de seguridad.

Los datos se presentarán en forma de medias horarias. El sistema de monitorización será fácilmente accesible por el usuario. En principio se encontrará integrado en los inversores, si bien se dispondrá de un sistema adicional centralizado de monitorización de toda la Planta BESS ubicado en el centro de control.

El SCADA debe estar preparado para comunicar por Ethernet con terceras partes mediante el Protocolo IEC-60870-5-104 (perfil de interoperabilidad). Debe existir más de una tarjeta de red para facilitar el acceso de datos a distintos equipos / subredes.

Para el listado de señales a trabajar, los estados deben tratarse como señales dobles; asimismo debe tenerse en cuenta que la comunicación con el otro extremo es con equipos redundantes, dos IPs con las cuales comunicar.

El SCADA debe permitir realizar control remoto sobre el mismo desde cualquier lugar con conexión con la Planta a través de los programas convencionales (p. ej., VNC). Además, debe permitir mostrar los esquemas unifilares y posibilitar la realización de mandos, y permitir la visualización del registro histórico, de la lista de alarmas activas y de la pantalla de mantenimiento. También deberá poder realizar la comunicación directa con los equipos y relés a nivel de "protección" para análisis de eventos, informes de faltas, ajuste de señales/oscilaciones y pruebas de disparos.

### **6.14.1.PCS**

Todos convertidores contarán con un software de monitorización que permita monitorizar y controlar las variables de funcionamiento internas de los equipos en tiempo real a través de Internet.

### **6.14.2.Contador de Energía**

El punto de medida principal de la energía generada por la Planta se encontrará en las celdas de media tensión de la Subestación "ST AIALA 30 kV" (propiedad del promotor y objeto de otro proyecto)



Adicionalmente, en el cuadro de control del Centro de Seccionamiento se instalará un contador electrónico trifásico bidireccional para la medida en MT de la energía generada por el Sistema BESS, ajustado a la normativa metrológica vigente, al Reglamento de Puntos de Medida y a sus instrucciones técnicas complementarias.

El contador será de clase de precisión 0,2 s, y dispondrá de puerto óptico local y puerto remoto serie. El contador también dispondrá de un display para la visualización de todos los datos que registra el equipo, tales como potencia activa y reactiva, tensión, intensidad y factor de potencia por fases, energía absoluta generada por tarifa, etc.

La comunicación será mediante protocolo Modbus/TPC o Modbus/RTU.

Todos los elementos integrantes del equipo de medida, tanto a la entrada como a la salida de energía, serán precintados por la empresa distribuidora.

## 7. DESCRIPCIÓN GENERAL LSMT 30 KV

### 7.1. Introducción

A continuación, se describe la información general de la línea de evacuación subterránea comprendida entre la Estación de Potencia y el Centro de Seccionamiento.

En los siguientes apartados se indicarán y justificarán las características generales de diseño, cálculos y construcción que debe atender la misma.

Línea Evacuación	Tramo Subterráneo
Denominación de línea	LSMT 30kV PB Navegantes 31
Tipo de línea	Subterránea
Nivel de Tensión (kV)	30
Categoría	Tercera
Inicio de la Línea	Skid 5
Fin de la Línea	Centro de Seccionamiento
Longitud (m)	38

**Tabla 13: Información General de la Línea de Evacuación LSMT 30 kV**

### 7.2. Situación y emplazamiento

A continuación, se indican las coordenadas (ETRS89/UTM30N) aproximadas del inicio y fin de la línea:

Emplazamiento LSMT	Inicio de Línea	Fin de Línea
Abscisa (X)	499.003,10 m E	498.985,30 m E
Norte (Y)	4.769.889,91 m N	4.769.907,07m N

**Tabla 14: Localización de la Línea de Evacuación**

El trazado de la línea discurrirá por completo dentro de la parcela de estudio hasta el Centro de Seccionamiento.

Municipio	Entidad	Polígono	Parcela	Superficie (m <sup>2</sup> )
AIARA	MURGA	4	360	9.950

**Tabla 15: Parcelas afectadas**

El inicio de la línea se encuentra en la celda de MT de la Estación de Potencia más cercana al Centro de Seccionamiento 30 kV, y el fin de la línea en el mismo Centro de Seccionamiento 30 kV como se puede ver en la siguiente figura:



Figura 25: Localización LSMT

## 7.3. Características de la instalación

### 7.3.1. Descripción de los materiales

El conductor a utilizar será AI RHZ1-OL 18/30 kV 1xZZ mm<sup>2</sup>, siendo ZZ 240 mm<sup>2</sup> Hersatene de General Cable, con las siguientes características:

Características Conductor	
Tipo Constructivo	Unipolar
Conductor	Aluminio, semirrígido clase 2 según UNE-EN 60228
Aislamiento	Polietileno Reticulado, XLPE
Nivel de Aislamiento U <sub>0</sub> /U (Um)	18/30 kV
Semiconductora Externa	Capa extrusionada de material conductor separable en frío
Pantalla Metálica	Cinta(s) de cobre colocadas helicoidalmente
Temperatura Máx.Admisible en el Conductor en Servicio Permanente	90°C
Temperatura Máx.Admisible en el Conductor en Régimen De Cc	250°C
Sección	240 mm <sup>2</sup>
Peso Aproximado	2.100 kg/km

Características Conductor	
Diámetro Nominal Aislamiento	36,36 mm
Diámetro Nominal Exterior	44 mm
Intensidad Máxima Admisible Directamente Enterrado (Tª Aire = 30 °C Tª Terreno = 20 °C, 1 Km/W)	428 A
Radio de Curvatura	0,572 m
Fuerza de tracción máxima (daN)	720

**Tabla 16: Características del Conductor LSMT.**

Además, la configuración de línea LSMT 30 kV será mediante dos conductores por fase 2x(3x1x2400 mm<sup>2</sup>).

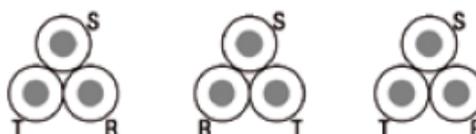
Las características del cable de comunicación serán:

Características Cable Comunicaciones	
Tipo Constructivo	PKP Cable Holgado Multitubo
Nº Fibras	48
Fibras por Tubos	12
Total de Tubos	2
Tubos Activos	2
Cubierta Interior	Polietileno-Negro
Elementos de Tracción	Hilaturas de Aramida
Cubierta Exterior	Polietileno-Negro
Peso (Kg/Km)	113
Diámetro Exterior (mm)	12,6
Máxima Tracción (N)	1000 (Operación) / 1800 (Instalación)
Aplastamiento (N/100mm)	2500 (IEC 60794-1-21 E3)
Rango Temperaturas	-40°C a +70°C (IEC 60794-1-22 F1)
Radio Curvatura Mín. (mm):	20. Diámetro Exterior (IEC 60794-1-21 E11)

**Tabla 17. Características del Conductor de Comunicación Subterráneo.**

### 7.3.2. Disposición de montaje

Los cables se agruparán en tresbolillo, en ternas dispuestas en un nivel, siguiendo el esquema de colocación de fases siguiente:



**Figura 26: Colocación de cables en tresbolillo.**

La instalación de los conductores a lo largo de todo el trazado se llevará a cabo directamente enterrado.



### 7.3.3. Accesorios

Los accesorios serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Las terminaciones deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.)

La ejecución y montaje de los accesorios de conexión se realizarán siguiendo el Manual Técnico correspondiente cuando exista, o en su defecto, las instrucciones del fabricante.

#### 7.3.3.1. Terminaciones

Los terminales serán de composite y para la tensión nominal que se requiera. Estos terminales tienen el aislador de composite cementado en una base metálica de función que a su vez está soportada por una placa metálica. Esta placa está montada sobre aisladores de pedestal los cuales se apoyan en una estructura metálica. En el externo superior, el arranque del conector está protegido por una pantalla contra las descargas parciales.

Se emplea un cono deflector elástico preformado para el control del campo en la terminación del cable, que queda instalado dentro del aislador. El aislador se rellena de aceite de silicona, que no requiere un control de la presión del mismo.

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

La conexión de los conductores a su conector se realiza por manguitos de conexión a presión. La conexión está diseñada para resistir los esfuerzos térmicos y electromecánicos durante su funcionamiento normal y en cortocircuito.

Las pantallas se conectan a la base metálica, de donde se deriva a conexión a tierra.

#### 7.3.3.2. Empalmes

Los empalmes serán adecuados para el tipo de conductores empleados y aptos igualmente para la tensión de servicio. En general se utilizarán siempre empalmes contráctiles en frío, tomando como referencia las normas UNE: UNE211027, UNE-HD629-1 y UNE-EN 61442.

### 7.3.4. Sistema de puesta a tierra

Se conectarán a tierra las pantallas de todas las fases en cada uno de los extremos y en los empalmes intermedios. Esto garantiza que no existan grandes tensiones inducidas en las cubiertas metálicas.



**Figura 27: Puesta a tierra de cubiertas metálicas.**

No será necesario realizar trasposición de fases dado que las ternas se montarán en tresbolillo.

### 7.3.5. Derivaciones

Las derivaciones de este tipo de líneas se realizarán desde las celdas de línea situadas en centros de transformación o reparto desde líneas subterráneas haciendo entrada y salida.

### 7.3.6. Ensayos eléctricos después de la instalación

Una vez que la instalación ha sido concluida, es necesario comprobar que el tendido del cable y el montaje de los accesorios (empalmes, terminales, etc.), se ha realizado correctamente.

### 7.3.7. Canalización

La zanja ha de ser de la anchura suficiente para permitir el trabajo de un hombre, salvo que el tendido del cable se haga por medios mecánicos. Sobre el fondo de la zanja se colocará una capa de arena o material de características equivalentes de espesor mínimo 5 cm y exenta de cuerpos extraños. Los laterales de la zanja han de ser compactos y conforme a la normativa de riesgos laborales. Por encima del tubo se dispondrá otra capa de 10 cm de espesor, como mínimo, que podrá ser de arena o material con características equivalentes.

Para proteger el cable frente a excavaciones hechas por terceros, los cables deberán tener una protección mecánica que en las condiciones de instalación soporte un impacto puntual de una energía de 20 J y que cubra la proyección en planta de los cables, así como una cinta de señalización que advierta la existencia del cable eléctrico de A.T. Se admitirá también la colocación de placas con doble misión de protección mecánica y de señalización.

Y, por último, se terminará de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación, debiendo de utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos.



### **7.3.7.1. Arquetas**

Se evitará, en lo posible, los cambios de dirección, en los puntos donde se produzcan, para facilitar la manipulación de los cables se dispondrán arquetas con tapas registrables o no. Con objeto de no sobrepasar las tensiones de tiro indicadas en las normas aplicables a cada tipo de cable en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro en aquellos casos que lo requieran. En la entrada de las arquetas las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

Se colocarán arquetas, como máximo, cada 200 m, adicionalmente se instalarán en aquellas partes del trazado de la línea que presenten giros pronunciados, y antes y después de cruzamientos con afecciones.

### **7.3.7.2. Medidas de señalización y seguridad**

Las zanjas se realizarán cumpliendo todas las medidas de seguridad personal y vial indicadas en las Ordenanzas Municipales, Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Código de la Circulación, etc.

Todas las obras deberán estar perfectamente señalizadas y balizadas, tanto frontal como longitudinalmente (chapas, tableros, valla, luces, etc.). La obligación de señalizar alcanzará, no sólo a la propia obra, sino aquellos lugares en que resulte necesaria cualquier indicación como consecuencia directa o indirecta de los trabajos que se realicen.

## **7.4. Distancias reglamentarias a afecciones**

### **7.4.1. Cruzamientos**

Los cables subterráneos deberán cumplir los requisitos señalados en el apartado 5.2 de la ITC-LAT 06 y las condiciones que pudieran imponer otros órganos competentes de la Administración o empresas de servicios, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos de MT.

#### **7.4.1.1. Calles, caminos y carreteras**

Los cables se colocarán en canalizaciones entubadas hormigonadas en toda su longitud. La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie no será inferior a 0,6 metros. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.



#### **7.4.1.2. 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 rebasarán las vías férreas en 1,5 metros por cada extremo.

#### **7.4.1.3. Otros cables de energía eléctrica**

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de alta tensión discurren por debajo de los de baja tensión.

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. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 metro. 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 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

#### **7.4.1.4. Cables de telecomunicación**

La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,2 metros. La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicación, será superior a 1 metro. Cuando no puedan mantenerse 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 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

#### **7.4.1.5. Canalizaciones de agua**

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua será de 0,2 metros. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua, o de los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1 metro 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 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

#### 7.4.1.6. 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. 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.).

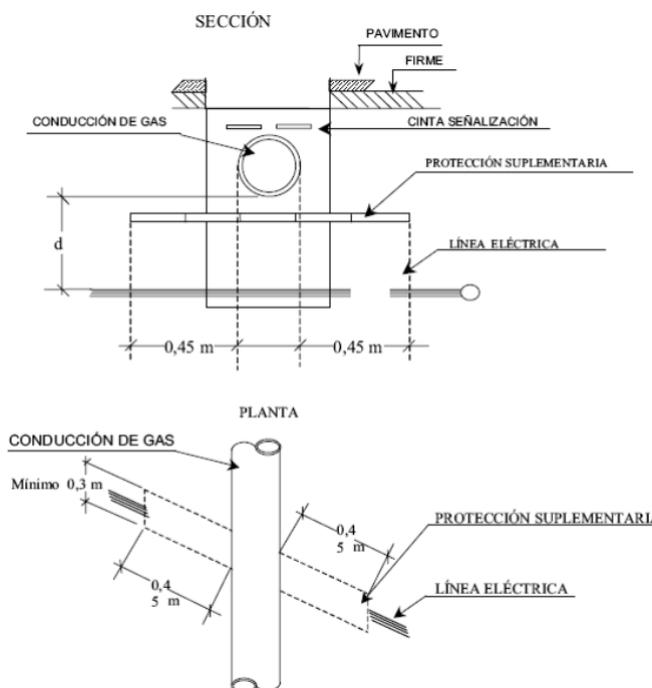
En los casos en que no se pueda cumplir con la distancia mínima establecida con protección suplementaria y se considerase necesario reducir esta distancia, se pondrá en conocimiento de la empresa propietaria de la conducción de gas, para que indique las medidas a aplicar en cada caso.

	Presión de la instalación de gas	Distancia mínima (d) sin protección suplementaria	Distancia mínima (d) con protección suplementaria
Canalizaciones y acometidas	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,40 m	0,25 m
Acometida interior*	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,20 m	0,10 m

\* Acometida interior: Es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de acometida de la compañía suministradora (sin incluir ésta) y la válvula de seccionamiento existente en la estación de regulación y medida. Es la parte de acometida propiedad del cliente.

**Figura 28: Distancias en cruzamientos con canalizaciones de gas (Tabla 3 ITC-LAT 06).**

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.



**Figura 29: Detalles de cruzamiento y conducciones (ITC-LAT 06).**

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.

## 7.4.2. Proximidades y paralelismos

Los cables subterráneos deberán cumplir los requisitos señalados en el apartado 5.3 de la ITC-LAT 06 y las condiciones que pudieran imponer otros órganos competentes de la Administración o empresas de servicios, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos de MT.

### 7.4.2.1. 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.

#### **7.4.2.2. Cables de telecomunicación**

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 metros. Cuando no puedan mantenerse estas distancias, 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.

#### **7.4.2.3. 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.

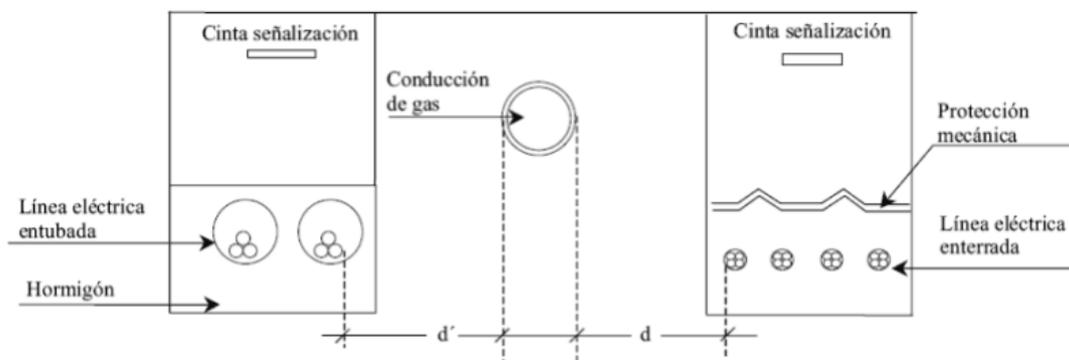
#### **7.4.2.4. Canalizaciones de gas**

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. 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.

	Presión de la instalación de gas	Distancia mínima (d) sin protección suplementaria	Distancia mínima (d) con protección suplementaria
Canalizaciones y acometidas	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤ 4 bar	0,25 m	0,15 m
Acometida interior*	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤ 4 bar	0,20 m	0,10 m

\* Acometida interior: Es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de acometida de la compañía suministradora (sin incluir ésta), y la válvula de seccionamiento existente en la estación de regulación y medida. Es la parte de acometida propiedad del cliente.

**Figura 30: Distancias en paralelismos con canalizaciones de gas (Tabla 4 ITC-LAT 06).**



**Figura 31: Detalles de paralelismo y conducciones (ITC-LAT 06).**

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

#### 7.4.2.5. 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 perfecta.

## 8. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS

### 8.1. Trabajos Previos

#### 8.1.1. Instalaciones Provisionales

Incluye los trabajos de preparación y adecuación de las instalaciones provisionales. Se denominarán instalaciones provisionales a aquellas que sean necesarias para poder llevar a cabo, con las debidas condiciones de seguridad y salud, los trabajos para la construcción de la Planta BESS, y que una vez que hayan sido realizados, serán retiradas en un período de tiempo definido, generalmente corto. Estas instalaciones provisionales, también conocidas como campamento de obra/faenas o site camp, son:

- Área de Oficinas, que incluye:
  - Oficinas de obra: Se habilitarán contenedores metálicos prefabricados o similar de diferentes dimensiones de acuerdo con las necesidades de los contratistas. Incluirán salas de reuniones.
  - Centro de Primeros Auxilios.
  - Vestuarios y áreas de aseo: Incluyen baños y aseos para el personal de obra habilitados en contenedores metálicos prefabricados o similar.
  - Comedor con cocina: Se habilitarán contenedores metálicos prefabricados o similar de diferentes dimensiones en función del número de trabajadores y las exigencias de la normativa nacional.
  - Áreas de descanso.
- Estacionamientos: para vehículos y maquinaria de obra.
- Área de control a los accesos al área de campamento.
- Zonas de descarga de material.
- Almacén de materiales y herramientas / taller de trabajo: Para el acopio y almacenamiento de pequeña herramienta y material de obra y oficina, así como para realizar pequeños trabajos de carpintería y enfierradura.
- Zonas de acopio: Se dimensionarán varias zonas de acopio de materiales al aire libre. Entre los materiales a almacenar se incluyen, por ejemplo, gasolina para los vehículos de obra y agua para la construcción. Para los materiales que lo necesiten se diseñarán zonas de almacenamientos con



contenedores metálicos prefabricados. Además, quedarán previstas zonas de acopio de residuos clasificados en función de su peligrosidad y separados por su propio vallado perimetral.

- Área para grupo electrógeno.
- Suministro de agua y energía: Incluye los trabajos necesarios para dotar de una red de abastecimiento de agua y energía eléctrica temporal a la zona instalaciones temporales.

Además, los campamentos contarán con las siguientes infraestructuras, levantadas según normativa internacional y local:

- Sistema de detección y contra incendios.
- Sistema de iluminación exterior e interior.
- Sistema de aire acondicionado.
- Sistema de puesta a tierra.
- Sistema de protección contra rayos.
- Sistema de agua sanitaria.
- Sistema de vigilancia.

Los frentes de trabajo serán móviles, y se irán materializando de acuerdo al desarrollo de las obras. Básicamente los frentes de trabajo corresponden a los puntos donde se llevarán a cabo las obras de la Planta BESS, y en la práctica, podrán existir varios frentes operando en forma simultánea.

En los frentes de trabajo se contará con las instalaciones sanitarias requeridas, para lo cual se considera la habilitación de baños químicos, servicio a cargo de terceros que cuenten con las autorizaciones sanitarias correspondientes. En general, cualquiera sea el tipo de instalación requerida por las empresas contratistas, ya sea en la Instalación provisionales o frentes de trabajo, el Titular exigirá que dichas instalaciones cumplan con las exigencias en las leyes nacionales de aplicación. Además, el Titular se compromete a gestionar el envío de la documentación (copia) que acredite que los residuos de los baños químicos fueron depositados en lugares autorizados para su disposición final.

### **8.1.2. Vallado de Instalaciones Provisionales**

El cerramiento de las instalaciones provisorias será una de las primeras actividades a realizar para evitar el paso de personas ajenas a la misma y daños a terceros.

Para independizar la Obra y las Instalaciones provisionales de la normal operación de la Planta, el Contratista deberá considerar la construcción de un cerco metálico protegido con sus respectivos accesos peatonales y vehiculares.



La altura mínima de los cerramientos será de 2 metros, aunque habrá que considerar también las actividades que se vayan a desarrollar en la obra, puesto que pueden existir situaciones, que obliguen a colocar vallados de alturas mayores, marquesinas, etc.

El Real Decreto 1627/97 establece a este respecto, como obligación del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, la de adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a ella. La dirección facultativa, asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de coordinador.

Además, se define que los accesos y el perímetro de obra deberán señalizarse y destacarse de manera que sean claramente visibles e identificables.

### **8.1.3. Acceso a las Instalaciones Provisionales**

En cuanto al acceso del personal, debe situarse de forma separada al de vehículos. Debe situarse en zona próxima a la puerta de entrada a la planta y locales destinados a higiene y bienestar.

Es recomendable que las zonas de paso se señalicen y se mantengan limpias y sin obstáculos, pero si las circunstancias no lo permiten, como sería el caso de producirse barro, hay que disponer pasarelas con un ancho mínimo de 60 cm y a ser posible por zonas, que no tengan que ser transitadas por vehículos.

### **8.1.4. Requerimientos Sanitarios**

Se requerirá de instalaciones higiénicas para atender los requerimientos sanitarios de los trabajadores, para ello se implementarán baños químicos. La cantidad y disposición de los baños se desarrollará cumpliendo los requisitos señalados por el Ministerio de Salud (Real Decreto 1627/1997 y Real Decreto 486/1997).

Los locales de aseo contarán con espejos, lavabos con agua corriente, caliente si es necesario, jabón y toallas individuales u otro sistema de secado con garantías higiénicas. Estos locales serán tipo cabina temporal o baños químicos. Se dispondrán de retretes, dotados de lavabos, situados en las proximidades de los puestos de trabajo, de los locales de descanso, de los vestuarios y de los locales de aseo, cuando no estén integrados en estos últimos.

No se dispondrán duchas ya que no se realizarán habitualmente trabajos sucios, contaminantes o que originen elevada sudoración.

La implementación de los baños químicos será encargada a una empresa que se encuentre autorizada por la Delegación Provincial de Salud.



### **8.1.5. Suministro de Energía**

La energía eléctrica que se requiere para la construcción será suministrada mediante generadores diésel. Se considera la utilización de generadores diésel distribuidos entre la Instalaciones provisionales y frentes de trabajo.

Estos equipos estarán declarados ante Delegación de Industria, por un instalador eléctrico autorizado y de clase correspondiente. Los cálculos de cargas y el dimensionamiento de los mismos serán recogidos en el proyecto eléctrico de las zonas provisionales que se declarará en Industria.

Los equipos estarán ubicados en una zona delimitada, protegida y debidamente señalizada. La superficie se tratará con una capa impermeable para evitar infiltraciones de combustible al suelo. Esta superficie debe tener una extensión suficiente para el buen manejo del personal que manipule el equipo, para la entrada del vehículo de recarga y para contener bolsas de arena en previsión de posibles derrames de combustibles. También se colocará un extintor en el interior de la zona delimitada.

### **8.1.6. Abastecimiento de Agua Potable**

Para el uso de las instalaciones de higiene se considera un consumo estimado de 5 m<sup>3</sup>/día de agua, considerando un consumo promedio de 62 litros/persona/día.

El agua necesaria será provista mediante un camión cisterna y almacenada en un estanque o depósito habilitado para este fin y se asegurará su potabilidad mediante procesos de cloración.

Además, los trabajadores deberán disponer de agua potable para bebida, tanto en los locales que ocupen, como cerca de los puestos de trabajo.

El agua de bebida será proporcionada mediante bidones sellados, etiquetados y embotellados por una empresa autorizada.

### **8.1.7. Abastecimiento de Agua Industrial**

El uso de agua industrial será destinado preferentemente para humectar los materiales que puedan producir material particulado, previo a su transporte.

Es importante indicar que el abastecimiento de agua industrial se realizará mediante camiones aljibes que lo suministrarán desde el exterior, por lo que no será necesaria ningún tipo de instalación auxiliar.

Se considera un consumo estimado de 0,5 m<sup>3</sup>/día de este material.



### **8.1.8. Oficinas de Obra**

Se utilizarán contenedores metálicos o panel sándwich para dar servicio a la constructora, contratista, la administración competente y la inspección técnica de obra, incluyendo al menos dos puestos de trabajo por oficina y aire acondicionado.

Las instalaciones eléctricas provisionales que darán servicio a estas casetas contarán con sus respectivos fusibles, canalizaciones, cableados y conexiones. Cada contenedor deberá ser aterrizado mediante barra cooper o barra de cobre. Además, se realizará la provisión de muebles en cantidad necesaria para un desempeño cómodo.

### **8.1.9. Taller de Trabajo**

En este recinto se dispondrán las herramientas, accesorios de trabajo e instalaciones eléctricas necesarias para la realización de trabajos de carpintería y enfierradora. Serán instalaciones menores dado que la mayor parte de los materiales empleados en la construcción no necesitarán ser conformados en obra.

### **8.1.10. Almacén de Materiales**

Para el acopio y almacenamiento de la pequeña herramienta y material de obra y materiales de oficina, se colocarán contenedores marítimos o bodegas modulares metálicas de 20 pies, en la cantidad que se estime conveniente para sus propósitos.

Se debe tener especial cuidado con las Instalaciones Eléctricas las cuales deben contar con sus respectivos fusibles, canalizaciones, cableados y conexiones. Cada contenedor deberá ser aterrizado mediante barra cooper o barra de cobre.

Dado que podría haber materiales inflamables, o de fácil combustión, deberá contar con extinguidores "ad hoc" los cuales serán revisados por personal de Prevención de Riesgos del Contratista.

### **8.1.11. Vestuarios**

Se instalarán vestuarios provistos de asientos y de armarios o taquillas individuales con llave, que tendrán capacidad suficiente para guardar la ropa y el calzado. Los armarios o taquillas para la ropa de trabajo y para la de calle estarán separados cuando ello sea necesario por el estado de contaminación, suciedad o humedad de la ropa de trabajo. Se instalarán un local de aseo por cada 10 trabajadores.

Las dimensiones de los vestuarios, de los locales de aseo, así como las respectivas dotaciones de asientos, armarios o taquillas, lavabos e inodoros, deberán permitir la utilización de estos equipos e instalaciones sin dificultades o molestias.



### 8.1.12.Comedor

El comedor estará dotado con mesas y sillas con cubierta de material lavable y piso de material sólido y de fácil limpieza, contará con sistemas de protección que impidan el ingreso de vectores, además se dispondrá cercano a los lavatorios con agua potable para el aseo de manos y cara.

En el comedor no se instalará cocina debido a que la comida será facilitada desde el exterior de la Planta debidamente preparada para su transporte por una empresa contratada para tal efecto.

Durante el invierno, se procurará establecer algún sistema de calefacción. La edificación estará debidamente aislada del suelo y protegida contra los cambios bruscos de temperatura.

### 8.1.13.Estacionamientos

Para facilitar el acceso a las instalaciones temporales de los distintos contratistas y técnicos autorizados que vayan a trabajar en la Instalación se habilitará aparcamiento para vehículos en plazas de 2,5 x 5 metros.

Dado el alto riesgo que representa la circulación de vehículos dentro de las instalaciones de faena, se exigirá una señalización mínima que indique, al menos, lo siguiente: estacionamiento, sentido de circulación, ingreso y salida.

### 8.1.14.Zonas de Deposición de Residuos

Los residuos de construcción serán almacenados temporalmente en un patio de residuos conformado por una plataforma compactada, debidamente cercada. Esta área se encontrará delimitada, sectorizada y debidamente señalizada.

#### 8.1.14.1. Residuos Domiciliarios o Asimilables

Destacar dos tipos:

- Residuos orgánicos: estos residuos son los restos de alimentos, considerado como residuos domésticos.
- Residuos reciclables: los residuos reciclables generados en la etapa de construcción corresponden a cartones, vidrios y plásticos procedentes de envoltorios de los materiales y equipos suministrados. Se estima que será posible reciclar un 70 % de los residuos industriales generados, para lo cual serán separados en diferentes contenedores según su composición.



Los residuos sólidos domésticos serán recogidos en bolsas de basura o en recipientes cerrados para luego ser dispuestos en tambores debidamente rotulados, los que se mantendrán tapados para evitar la generación de malos olores y atracción y proliferación de vectores.

Se habilitará un sector o patio de residuos, el cual poseerá un sector especial para la acumulación transitoria de los residuos domiciliarios que se generen durante la fase de construcción.

Desde los frentes de trabajo, los residuos serán llevados diariamente hasta el patio de residuos, donde finalmente serán retirados semanalmente.

Una empresa especializada y autorizada será encargada de llevar un registro escrito de control para verificar que los residuos sólidos sean dispuestos en lugares autorizados, y será encargada del traslado a un vertedero autorizado.

#### **8.1.14.2. Residuos Industriales No Peligrosos**

Los residuos definidos como Residuos Industriales no Peligrosos corresponden a escombros (áridos, hormigón), restos de madera, clavos, despuntes de hierros, etc.

Estos se generarán de manera relativamente constante durante toda la etapa de construcción y serán acopiados en un área especial dentro de las instalaciones provisionales que consta de 2 unidades de módulos prediseñados RCA1A donde serán clasificados por tipo y calidad para posteriormente ser llevados a un vertedero autorizado.

Las medidas serán de 6 x 2,4 x 2,6 m y suelo de aluminio estirado. El diseño de los módulos debe garantizar una ventilación adecuada mediante el uso de rejillas de ventilación. Presentarán Puerta metálica de 1,6 x 2,06 m con rampa metálica debidamente reforzada.

Instalación eléctrica 380/220 V<sub>ac</sub> incluyendo alimentación y circuito de emergencia además de Sistemas de detección y extinción de incendios.

Durante toda la etapa de construcción, se llevará un registro escrito de control para verificar que los residuos sólidos sean dispuestos en lugares autorizados.

#### **8.1.14.3. Residuos Industriales Peligrosos**

Estos residuos corresponden a grasas, aceites y/o lubricantes bien sea impregnado en paños o en material arenoso.



Para las sustancias y los residuos peligrosos manejados durante la etapa de construcción, el Titular se compromete a mantener un registro actualizado de estos, de manera de estar disponibles para cuando la autoridad los solicite.

Los residuos peligrosos serán almacenados en forma segregada al interior de un área especialmente habilitada, la que contará con un cierre perimetral y demarcación interior para las áreas donde se acumularán los distintos tipos de residuos.

Sus características principales son las siguientes:

- Tamaño 6 x 2,4 x 2,6 m.
- Suelo: 30.30.30-2mm Tramex en cubo de 1000 litros con salida de tubería de drenaje. Cubo y Tramex fabricados en acero galvanizado.
- El diseño de los módulos debe garantizar una ventilación adecuada mediante el uso de rejillas de ventilación de aluminio.
- Puerta metálica de 1,6 x 2,06 m con rampa metálica debidamente reforzada.
- Instalación eléctrica 380/220 Vac que incluye alimentación y circuito de emergencia.

### **8.1.15. Contratación de Servicios**

Respecto a la contratación de servicios, tales como el suministro y mantenimiento de baños químicos, la seguridad (guardia), el transporte de personal, las telecomunicaciones y el retiro y disposición de residuos industriales y domésticos serán contratados a empresas especializadas y que cuenten con las autorizaciones respectivas.

Una vez realizados los trabajos de construcción correspondientes a la primera etapa de la Planta, se procederá a dejar el terreno que se destinó para el montaje de las instalaciones provisionales tal cual se encontraba previo a su utilización. Esto quiere decir que se eliminarán todo tipo de restos de fundaciones provisionales, posteos eléctricos, restos de construcción y escombros, los cuales serán conducidos a sus respectivos destinos finales autorizados por el servicio de salud ambiental.

### **8.1.16. Transporte del Personal y Jornada Laboral**

En la planificación de las obras no se considera la instalación de campamentos dormitorio para alojamiento del personal, sino que éste residirá en las localidades cercanas, por lo cual se contará con transporte diario facilitado por el contratista principal hacia el lugar de instalaciones provisionales.

La jornada laboral será de 8 horas al día de lunes a viernes, para un total de 40 horas semanales.



El transporte del personal hacia y desde el sitio en que pernocta se hará mediante una flota de buses o vehículos equivalentes. Además, durante la construcción se deberá transportar personal entre los diferentes puntos de la Instalación para ejercer sus funciones. Este transporte se hará mediante camionetas para uso permanente.

El transporte de los materiales de Proyecto se llevará a cabo mediante camiones que serán despachados bajo la responsabilidad del almacén, los cuales repartirán en los puntos especificados para su destino los diferentes materiales.

Los materiales y servicios serán abastecidos por subcontratos otorgados a terceros con circulación diaria de vehículos a lo largo de la construcción. Entre ellos se pueden citar: distribución de agua potable, distribución de combustibles, mantenimiento y traslado de baños químicos, etc.

En las zonas del Proyecto en que se realice carga/descarga y transporte de materiales de excavación, los camiones transitarán a una velocidad máxima de 30 km/h. Los materiales transportados se cubrirán con lonas debidamente atadas, que cubran toda la carga, para mantener los materiales libres de polvo y evitar la caída del material. Como medida de prevención contra choques y atropellos, los camiones circularán en todo momento con las luces bajas encendidas.

### **8.1.17. Primeros Auxilios**

En todos los lugares en los que las condiciones de trabajo lo requieran, se dispondrá de material de primeros auxilios, debidamente señalizado y de fácil acceso.

Una señalización claramente visible, deberá indicar la dirección y el número de teléfono del servicio de urgencias más próximo. Se movilizará al afectado al recinto asistencial más cercano y para ello habrá siempre una camioneta disponible para el traslado.

### **8.1.18. Señalización**

Toda actividad y procedimiento en obra será señalizada de acuerdo a la normativa vigente.

En las charlas diarias de seguridad se reforzará el significado de las señalizaciones que pudiesen no tener un claro entendimiento visual, a fin de que el trabajador sea consciente de posibles peligros por desconocimiento de estas.

La delimitación de aquellas zonas de los locales de trabajo a las que el trabajador tenga acceso, en las que se presenten riesgos de caída de personas, caída de objetos, choques o golpes, se realizará mediante un color de seguridad.



La señalización por color referida anteriormente se efectuará mediante franjas alternas amarillas y negras. Las franjas deberán tener una inclinación aproximada de 45° y ser de dimensiones similares de acuerdo con el siguiente modelo:

Desde que se comienza una obra de construcción se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- Colocar la señal adecuada, en el lugar adecuado y justo el tiempo necesario.
- Comprobar que es posible cumplir y hacer cumplir con lo que indica la señal.
- Cuidar y mantener las señales en condiciones limpias.

## 8.2. Topografía

Los trabajos de topografía comprenden el replanteo inicial de la Instalación sobre el terreno para delimitar los límites de la Planta, los viales de acceso, vallado y ubicación de las cimentaciones de los contenedores de baterías y estación de potencia.

El replanteo topográfico del terreno será aprobado por el contratista principal antes del inicio de los trabajos y servirá de base topográfica para la cuantificación de estos; dichas aprobaciones se sucederán en los inicios y finales de las fases de desbroce, excavación y rellenos.

La realización del levantamiento se basará en las coordenadas de al menos dos vértices geodésicos o antenas "Global Navigation Satellite System" (GNSS) para la determinación de sus tres coordenadas del sistema oficial de referencia. Para determinar las alturas ortométricas, se deben conectar a al menos otros dos niveles de puntos, si no se proporciona un modelo gravitacional que asegure una precisión absoluta "H" menor de 10 cm.

Estas bases se presentarán en los planes de levantamiento y se construirá de manera que se asegure su permanencia y que no estén colocadas en terrenos agrícolas o en lugares con riesgo de desaparición o cualquier tipo de movimiento. Se debe asegurar que las bases estén ubicadas en un área protegida de daños mecánicos y perturbaciones electromagnéticas, donde prevalecerá el patrón de sostenibilidad.

## 8.3. Obra Civil

La obra civil necesaria para la construcción y posterior explotación de la Planta BESS se describe a continuación:

- Preparación del terreno y Movimientos de Tierra.
- Viales interiores de la Instalación y acondicionamiento de los accesos.
- Sistema de drenaje.



- Vallado perimetral.
- Zanjas y canalizaciones para los cables de potencia y control.
- Cimentaciones de los contenedores de baterías y las estaciones de potencia.

### 8.3.1.Preparación del Terreno y Movimientos de Tierra

La preparación del terreno consistirá en una limpieza y desbroce del terreno para eliminar la capa vegetal existente. Para esto se procederá de forma que se extraigan y retiren de las zonas indicadas todos los árboles, tocones, plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basura o cualquier otro material indeseable según el Proyecto o a juicio de la dirección de obra. Estos trabajos serán los mínimos posibles y los suficientes para la correcta construcción del Proyecto.

La ejecución de esta operación incluye las operaciones siguientes:

- Remoción de los materiales objeto de desbroce.
- Retirado y extendido de los mismos en su emplazamiento definitivo.
- Demolición de edificios o posibles estructuras existentes en el terreno y posterior transporte de los escombros a vertedero.
- Remoción de los primeros 10 – 30 cm de terreno de la capa superficial.

De esta forma se realizará la extracción y retirada en las zonas designadas, de todas las malezas y cualquier otro material indeseable a juicio de la dirección de obra.

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

Los trabajos de sustracción se efectuarán con las debidas precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad y así evitar daños en las construcciones próximas existentes. Todos los tocones o raíces mayores de diez centímetros (10 cm) de diámetro serán eliminados hasta una profundidad no inferior a setenta y cinco centímetros (75 cm) por debajo de la rasante.

Todos los huecos causados por la extracción de tocones y raíces se rellenarán con material procedente de los desmontes de la obra o de los préstamos, según está previsto en el estudio de movimientos de tierras necesarios en la obra.

Todos los pozos y agujeros que queden dentro de la explanación se rellenarán conforme a las instrucciones de la dirección de obra.

Todos los productos o subproductos forestales no susceptibles de aprovechamiento serán eliminados de acuerdo con lo que ordene la dirección de obra sobre el particular.



Una vez finalizada la preparación del terreno, a partir del plano topográfico del terreno, y evitando lo máximo posible el desplazamiento de tierras, se hará el movimiento de tierras según corresponda. Distinguir entre los movimientos de tierra necesarios para:

- Plataforma de área de instalaciones provisionales.
- Adecuación de las áreas de los contenedores de baterías y estaciones de potencia de acuerdo a los límites establecidos en el apartado 3.4.
- Adecuación menor de movimiento de tierras en áreas destinadas a los contenedores de baterías, estaciones de potencia, así como de otras zonas que lo pudieran requerir.

### 8.3.2. Viales

La Instalación contará con una red de viales interiores que darán acceso a las diferentes Estaciones de Potencia que conforman la Planta, así como al área de campamento de faenas.

Todas las Estaciones de Potencia deberán estar en una plataforma ligeramente elevada y conectada a los caminos internos.

Los viales de la Planta serán de 4 m de ancho, y estarán compuestos por una capa base de suelo seleccionado compactado de material para llegar a un módulo de deformación  $Md=800 \text{ Kg/cm}^2$  con un espesor mínimo de 0,15 m, y una capa superficial de compactación de material para llegar a un módulo de deformación  $Md=1000 \text{ Kg/cm}^2$  con un espesor mínimo de 0,25 m. El trazado de los viales se diseñará considerando un radio de giro mínimo de 12 m, y respetando una distancia mínima entre los seguidores y el borde del camino de 2 m.

La pendiente máxima de los caminos se establece en un 10%, y aquellos tramos en los que presenten pendientes mayores, si los hubiera, se hormigonarán consecuentemente.

Los viales deberán soportar un tráfico ligero durante la fase de operación de la Planta BESS, reducido a vehículos todo terreno y vehículos de carga para labores de mantenimiento y reparación. De forma puntual el acceso de vehículos pesados podrá ser necesario para el transporte de equipos como los transformadores.

En aquellos puntos de cruces de cables y zanjas enterradas con los caminos, se instalarán tubos corrugados embebidos en hormigón para posterior instalación de los cables a través de dichos tubos.

Respecto a los caminos de acceso a la Planta BESS, se adecuarán en aquellos tramos en los que sea necesario para garantizar el paso de vehículos de carga durante la fase de obras. Se les proporcionará un ancho mínimo de 4 metros y se construirán sobrecanchos en curvas para asegurar el paso de camiones y/o maquinaria.



### 8.3.3. Sistema de Drenaje

De acuerdo a lo dispuesto en el Estudio Hidrológico del emplazamiento, se definirán las áreas de exclusión hidrológica en las que la instalación de equipos no es posible. Estas áreas serán tanto las zonas de servidumbre de cauces fluviales en las que la legislación pertinente prohíba la instalación de equipos como las áreas con niveles de inundación superiores a los permitidos.

En caso de que la construcción en dichas áreas sea requerida, la Planta deberá contar con un sistema de drenaje que permita evacuar, controlar, conducir y filtrar todas las aguas pluviales hacia los drenajes naturales del área ocupada por la Instalación.

Se deberá asegurar que el sistema de drenaje da continuidad al drenaje natural del terreno.

Se diferencian tres tipologías diferentes que se detallan a continuación:

- Drenaje longitudinal de tipo 1 (cuneta) como medida de protección perimetral de la Planta y de los viales internos. Captarán el agua de escorrentía y la conducirán hacia los puntos de menor cota.
- Drenaje longitudinal de tipo 2 (paso salvacunetas) para permitir el cruce entre caminos (interior o de acceso a la Planta) y las obras de drenaje de tipo 1, con el fin de garantizar el regular flujo entre el agua pluvial recolectada en la cuneta frente a un evento con un tiempo de retorno de 25 años.
- Obra de Drenaje Transversal (ODT) para permitir el cruce caminos y las ramblas/cauces existentes, con el fin de garantizar el regular flujo de escorrentías frente a un evento con un tiempo de retorno de 100 años. Se colocarán tubos salva cunetas que crucen bajo los caminos, con rejillas a la entrada para evitar el atarramiento de los tubos. Se evitarán los diámetros pequeños, empleando como mínimo el diámetro Ø400 mm, y empleando tubos con capacidad mecánica suficiente para soportar el paso de los vehículos. En caso de que los cauces sean muy poco pronunciados o el desnivel del terreno sea insuficiente para permitir la instalación de tubos como ODT, se recurrirá a la ejecución de vados hormigonados, protegiendo el camino de la socavación y restituyendo el flujo natural del agua.

También se realizarán las acciones necesarias para evitar afecciones por las posibles aguas de escorrentía provenientes de las parcelas colindantes al Proyecto.

En función del estudio de la pluviometría de la zona, se calculan la escorrentía superficial y las precipitaciones máximas sobre la parcela. Las dimensiones de las canalizaciones de evacuación de aguas a construir se dimensionarán en función de los datos pluviales y la normativa nacional relacionada.

### 8.3.4. Vallado Perimetral

Todo el recinto de la Instalación estará protegido para evitar el ingreso de personal no autorizado a la Planta, así como para evitar el ingreso de fauna y para delimitar las instalaciones, con un cerramiento cinegético de

mallas metálicas anudadas galvanizadas tipo 200-17-30. El cerramiento así pues tendrá una altura de 2 m y el ancho de los huecos será de 0,30 m. Adicionalmente, se valorará la posibilidad de utilizar pantallas vegetales a lo largo de todo el perímetro de la Planta con objeto de reducir su posible impacto visual.

La malla irá fijada sobre postes tubulares de acero galvanizado colocados cada 3,5 m. Adicionalmente se incluirán cada 35 m, es decir cada 10 postes tubulares verticales, unos postes tubulares que servirán de refuerzo de unos 2 m de longitud y una inclinación de 60°. La instalación de los postes tubulares se realizará mediante hincado directo o dados de 400x400x500 mm de HM-20.



**Figura 32: Ejemplo de Vallado Cinagético.**

Se instalará una puerta metálica, galvanizada, de 6x2 m, en cada uno de los accesos a la Instalación. La puerta se podrá abrir tanto manualmente, como automáticamente de forma remota. Las cimentaciones serán de hormigón de 400x400x600 mm de dimensión.

## 8.3.5. Canalizaciones

### 8.3.5.1. Canalizaciones de Baja Tensión

Para las canalizaciones de Baja Tensión se han distinguido dos tipos de zanjas:

- Zanja compartida por cables que conectan los contenedores de baterías con las estaciones de potencia, denominado Cable BT de CC y el cableado de BT de CA de la alimentación auxiliar.
  - El cableado BT irá directamente enterrado a un mínimo de 0,70 m de profundidad, con un máximo de 8 circuitos separados 0,25 m.

En el lecho de la zanja se colocará una capa de arena de unos 0,10 m de espesor sobre la que se depositará la primera fila de cables. Posteriormente se dejará una capa de 0,25 m de arena para separar las filas de



cables, y sobre la fila superior se dejará otra capa de 0,20 m de arena. Encima de lo anterior se colocará una capa de 0,30 m de tierra compactada procedente de la excavación de las zanjas, sobre la cual se colocará una cinta de protección mecánica y señalización. Para finalizar, se colocará una última capa de 0,20 m de tierra compactada.

Aparte de estos dos tipos de zanjas, en caso de que aplique, distinguir los tramos de zanjas que discurren bajo caminos, carreteras, cauces, oleoductos y otros elementos que puedan discurrir por la zona de implantación del Proyecto. En estos tipos de zanjas se sustituirán las capas de arena por hormigón, los circuitos irán enterrados bajo tubo de polietileno de alta densidad (PEAD), con un circuito por tubo, y, dependiendo del elemento bajo el que discurren, su profundidad y distribución variará para cumplir con las diferentes normativas aplicables.

El trazado será lo más rectilíneo posible, y a poder ser separados lo máximo posible de las cimentaciones de los contenedores. Asimismo, deberán tenerse en cuenta los radios de curvatura mínimos de los cables, a respetar en los cambios de dirección.

#### **8.3.5.2. Canalizaciones de Media Tensión**

Los circuitos de MT discurrirán directamente enterrados en zanjas de un mínimo de 0,80 m de profundidad con una separación de 0,25 m entre los ejes de cada circuito. En el lecho de la zanja se colocará una capa de arena de unos 0,05 m de espesor sobre la que se depositará la fila de cables que vaya a mayor profundidad. Posteriormente se añadirá una capa de unos 0,20 m de arena y se colocará la siguiente fila de cables. Sobre la fila de cables superior se dejará una capa de unos 0,30 m de arena. Encima se colocará una capa de 0,60 m de tierra compactada procedente de la excavación de las zanjas, sobre la cual se colocará una cinta de protección mecánica y señalización. Para finalizar se colocará una última capa de 0,20 m de tierra compactada.

Además de lo anterior, señalar que en los tramos de canalizaciones que discurren bajo caminos, carreteras y arroyos, los cables irán enterrados bajo tubo de polietileno de alta densidad (PEAD), con un circuito por tubo, y las capas de arena se sustituirán por hormigón. El cableado irá a una profundidad mínima de 0,80 m.

#### **8.3.5.3. Canalizaciones de Red de Tierras**

La zanja destinada a la red de tierras del BESS será aquella en la que el conductor de tierra sea el único que discurre por la misma.

Para la zanja de red de tierras, en el lecho de la zanja se colocará una capa de arena de unos 0,10 m de espesor sobre la que se depositará el conductor de tierra. Posteriormente se dejará una capa de unos 0,40 m de arena. Encima se colocará una capa de 0,30 m de tierra compactada procedente de la excavación de



las zanjas, sobre la cual se colocará una cinta de protección mecánica y señalización. Para finalizar de colocará una última capa de 0,20 m de tierra compactada.

#### **8.3.5.4. Canalizaciones de Comunicaciones**

La zanja destinada a las comunicaciones del BESS será aquella en la que los conductores de comunicaciones sean los únicos que discurren por la misma. Este tipo de zanja estará principalmente destinado a los conductores de fibra óptica provenientes de los contenedores y del sistema de cámaras de seguridad (CCTV) que envuelve al Proyecto, por lo que este tipo de zanja discurrirá principalmente por el perímetro de la implantación.

Para la zanja de red de tierras, en el lecho de la zanja se colocará una capa de arena de unos 0,10 m de espesor sobre la que se depositarán los tubos de Policloruro de Vinilo (PVC) por cuyo interior discurrirán los conductores de fibra óptica. Por cada zanja habrá dos tubos separados 0,15m. Posteriormente se dejará una capa de unos 0,40 m de arena. Encima se colocará una capa de 0,30 m de tierra compactada procedente de la excavación de las zanjas, sobre la cual se colocará una cinta de protección mecánica y señalización. Para finalizar de colocará una última capa de 0,20 m de tierra compactada.

#### **8.3.6. Cimentaciones**

Estos trabajos incluirán la realización de las cimentaciones los contenedores de baterías, de las estaciones de potencia (MT) y del Centro de Seccionamiento.

Las Estaciones de Potencia tendrán una cimentación cuyas dimensiones deberán ser definidas conforme a la tensión admisible del terreno que se obtendrá del Estudio Geotécnico que se deberá realizar previo a la construcción.

Respecto a la cimentación del centro de control, esta debe permitir el paso del cableado y de las canalizaciones de agua hacia el interior del edificio. De acuerdo con el espacio requerido para la canalización, las aberturas serán realizadas con tuberías de PVC, tubos corrugados o conductos embebidos en el hormigón.

A la hora de la de ejecutar las cimentaciones se cumplirá con las siguientes fases y características:

- Preparación del Terreno: En primer lugar, remoción de los primeros 10-30 cm de terrenos. Posteriormente, excavación debajo de la capa superficial (dependerá del nivel final al cual se quiere dejar el contenedor de baterías y de los resultados de los distintos estudios (Hidrológico, Geotécnico, etc)). Finalmente, compactación de terreno para llegar a un nivel de deformación  $M_d=300 \text{ kg/cm}^2$
- Capa Base: Se realizará con un material con un diámetro máximo de 70mm y se compactará para llegar a un nivel de deformación  $M_d=800 \text{ Kg/cm}^2$ . La capa tendrá un espesor mínimo de 20 cm.



- Hormigón: La cimentación del contenedor de baterías será una losa de hormigón reforzado. La losa tendrá un espesor mínimo que depende del nivel final al cual se quiere dejar el contenedor de baterías y de los resultados de los distintos estudios (Hidrológico, Geotécnico, etc).
- Capa Superficial: Se realizará con un material con un diámetro máximo de 30mm y se compactará para llegar a un nivel de deformación  $Md=1000 \text{ Kg/cm}^2$ . La capa tendrá un espesor mínimo de 10 cm por arriba del hormigón y será aplicado también alrededor del contenedor de baterías.

## 8.4. Suministro de Equipos

El suministro de equipos incluye la recepción, acopio y reparto de los materiales de construcción.

En este sentido, previo al montaje electromecánico de la Planta se realizará la recepción, acopio y almacenamiento de materiales en el lugar destinado a tal efecto. Todos los materiales para el montaje de la planta se entregarán en obra debidamente paletizados. La descarga desde el camión hasta la zona de acopios se realizará mediante el uso de grúas pluma.

También es importante hacer un buen control de la llegada de este material (recepción) para comprobar que el material ha llegado completo y en correcto estado. Habrá que evitar al máximo los imprevistos.

## 8.5. Montaje Mecánico

### 8.5.1. Montaje de contenedores de baterías.

Los contenedores o unidades de baterías tan solo necesitarán la adecuación del terreno donde se instalarán y su correcto posicionamiento. Además de la adecuación del terreno se necesitará una losa de hormigón para nivelar correctamente los contenedores que albergan las baterías. Estos criterios han sido definidos en el apartado de cimentaciones.

### 8.5.2. Montaje de Estaciones de Potencia

Para la instalación de las Estaciones de Potencia, solo necesitaremos la adecuación del terreno donde se ubicarán y su correcto posicionamiento en la parcela.

Para el posicionamiento de las estaciones de potencia en el campo, se han tenido en cuenta lo descrito previamente prestando especial atención a lo incluido en el capítulo anterior "Cimentaciones".



## 8.6. Montaje Eléctrico

El montaje eléctrico de las unidades de baterías, PCS, transformadores y celdas de MT para la tecnología empleada en este Proyecto se detalla a continuación.

Las unidades de baterías, compuestas por racks conectados en paralelo, se conectan a los convertidores bidireccionales (PCS) para obtener una tensión alterna a la salida del convertidor.

La salida del PCS en CA en BT se conecta a los transformadores de potencia que elevarán la tensión para igualarla a la de la SET.

Por tanto, se procederá con el montaje eléctrico de:

- Montaje líneas BT en CC de hasta 1497,6 V, entre unidades de almacenamiento y embarrado de continua de los PCS, por medio de canalizaciones subterráneas
- Montaje líneas de BT en CA de 730 V, entre PCS y transformadores de potencia, por medio de canalizaciones subterráneas.
- Montaje líneas de BT en CA de 400 V, de los sistemas auxiliares de la planta, por medio de canalizaciones subterráneas.
- Montaje líneas de MT de 30 KV desde los transformadores hasta las celdas de MT ubicadas en el Centro de Seccionamiento a través de canalizaciones enterradas.

## 8.7. Trabajos de la Línea de Evacuación

Para la ejecución de la Línea de Evacuación subterránea serán de aplicación los trabajos anteriormente detallados relacionados con la red enterrada de media tensión de la Planta BESS.

En particular, cabe destacar lo siguiente:

- Con respecto a la obra civil, lo incluido en el apartado referente a la excavación de zanjas, canalización eléctrica, etc.
- Para la instalación eléctrica y características de los materiales, lo incluido en el apartado referente a las instalaciones de MT.



Proyecto para Autorización Administrativa Previa  
Planta BESS "PB Navegantes 31"  
con conexión a ST AIALA 30 kV  
Aiara, Álava, España

---



# ANEXO I: CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN



---

## Índice

1. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN BESS .....	3
---------------------------------------	---



# 1. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN BESS

MES		1				2				3				4				5			
#	SEMANA	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<b>Proyecto PB Navegantes 31</b>																					
<b>1</b>	<b>Trabajos Previos</b>	█	█	█	█	█	█														
1.1	Ingeniería de detalle	█	█	█	█	█	█														
1.2	Desbroce			█	█																
1.3	Vallado perimetral				█	█															
<b>2</b>	<b>Obra Civil</b>					█	█	█	█												
2.1	Movimientos de tierras					█	█														
2.2	Acceso y viales internos						█	█													
2.3	Sistema de drenaje							█													
2.4	Zanjas de BT y MT								█												
2.5	Losa de hormigón para equipos principales									█											
<b>3</b>	<b>Instalación Mecánica y Eléctrica</b>									█	█	█	█	█							
3.1	Posicionamiento contenedores baterías y SKID PS									█	█										
3.3	Instalación y conexión eléctrica de BT (DC y AC)										█	█									
3.5	Instalación y conexión eléctrica de MT											█	█								
3.6	Instalación y conexión sistema de control												█	█							
3.8	Sistema de seguridad y videovigilancia													█	█						
<b>4</b>	<b>Puesta en Marcha</b>														█	█	█	█	█		
4.1	Pruebas en frío														█						
4.2	Puesta en marcha															█	█	█	█		
4.3	Pruebas en caliente																█	█			



Proyecto para Autorización Administrativa Previa  
Planta BESS "PB Navegantes 31"  
con conexión a ST AIALA 30 kV  
Aiara, Álava, España



# ANEXO II: MEMORIA DE CÁLCULO



## Índice

<b>1. OBJETO</b> .....	<b>4</b>
<b>2. DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA BESS</b> .....	<b>5</b>
<b>3. CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN</b> .....	<b>7</b>
3.1. OBJETO .....	7
3.2. NORMATIVA APLICABLE .....	7
3.3. CABLEADO DE BAJA TENSIÓN DEL SISTEMA BESS .....	7
3.4. CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN.....	9
3.5. METODOLOGÍA DE CÁLCULO.....	9
3.6. SISTEMA DE PROTECCIONES.....	11
3.7. RESULTADOS DE CÁLCULO .....	12
<b>4. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE MEDIA TENSIÓN</b> .....	<b>13</b>
4.1. OBJETO .....	13
4.2. NORMATIVA APLICABLE .....	13
4.3. CABLEADO DE MEDIA TENSIÓN .....	13
4.4. CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN.....	13
4.5. METODOLOGÍA DE CÁLCULO.....	14
4.6. SISTEMA DE PROTECCIONES.....	17
4.7. RESULTADOS DE CÁLCULO .....	17
<b>5. ESTUDIO DE PUESTA A TIERRA</b> .....	<b>18</b>
5.1. OBJETIVO Y ALCANCE .....	18
5.2. NORMATIVA APLICABLE .....	18
5.3. DATOS DE PARTIDA.....	18
5.4. RED DE TIERRA DE PROTECCIÓN .....	19
<b>6. CAMPOS MAGNÉTICOS</b> .....	<b>23</b>
6.1. OBJETO .....	23
6.2. NORMATIVA APLICABLE .....	23
6.3. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN Y DATOS DE CÁLCULO .....	25
6.4. RESULTADOS .....	25
<b>ANEXO I: CÁLCULO DE CABLES DE BAJA TENSIÓN SISTEMA BESS</b> .....	<b>26</b>



---

CABLEADO DE BT CC DE INTERCONEXIÓN ENTRE UNIDADES DE ENERGÍA Y PCS .....	26
CABLEADO DE BT CA DE ALIMENTACIÓN DE SERVICIOS AUXILIARES DE CADA UNIDAD DE ENERGÍA.....	26
<b>ANEXO II: CÁLCULO DE CABLES DE MEDIA TENSIÓN SISTEMA BESS.....</b>	<b>27</b>
CABLEADO DE MT DEL SISTEMA BESS.....	28



## 1. OBJETO

Se redacta la siguiente Memoria de Cálculo para dar justificación a los datos de diseño que se han considerado para la elaboración del Proyecto de Autorización Administrativa Previa del Sistema BESS Stand Alone Navegantes 31.



## 2. DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA BESS

El dimensionamiento del sistema BESS se lleva a cabo con el objetivo de cumplir con la potencia y energía entregada en el punto de conexión (30 MW – 96,768 h) atendiendo a las siguientes consideraciones:

- Aplicación y ciclo de trabajo
- Mantenimiento de capacidad y duración del Proyecto
- Tecnología de baterías
- Degradación de las baterías
- Profundidad de descarga o DoD (%)
- Eficiencia del sistema, tanto a nivel de pérdidas como de consumo de auxiliares

En base a estas consideraciones se determina la potencia y energía instalada del sistema.

A continuación, se procede a determinar el número de unidades de conversión de potencia y unidades de baterías, para lo que se tendrá en cuenta en cada caso.

### Determinación de unidades de conversión de potencia (PCS):

- Cumplimiento del código de red: curvas de capacidad PQ, función de:
  - Tensión CC
  - Tensión CA
  - Impedancia del transformador de conexión
- Rango de tensión admisible del PCS y rango de tensión de las baterías
- Curvas de derating: en función de la tensión CC, temperatura y altura.
- Curvas de eficiencia en función de la carga y la temperatura.

### Determinación de las unidades de baterías:

- Configuración atendiendo al rango de tensión admisible del PCS
- Número de racks admisible con contenedor o envolvente
- Balance de unidades de energía y potencia

Finalmente, se establece la configuración final del sistema BESS que determina a su vez la disposición de sistemas y diseño eléctrico básico. A continuación, se muestran los cálculos del dimensionamiento del sistema BESS proporcionados por el fabricante asumiendo los criterios de dimensionamiento mencionados.



Elemento	Parámetro	Unidad	
Configuración Sistema BESS	Potencia	MW	30,00
	Energía	MWh	96,768
	Nº de PCS	Qty	9
	Nº de Transformadores	Qty	5
	Nº de racks de baterías/Unidad Alm.	Qty	10
	Unidades de Almacenamiento	Qty	18

*Figura 1: Criterios de Dimensionamiento de la Planta BESS*



## 3. CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN

### 3.1. Objeto

En este apartado se definen los criterios de diseño para el dimensionamiento del cableado y protecciones de baja tensión del Sistema BESS.

### 3.2. Normativa Aplicable

Los cálculos son conformes a las normativas indicadas a continuación:

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC).
- UNE-HD 60364-5-52: Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 5: Selección e instalación de equipos eléctricos.
- UNE-HD 60364-7-712: Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 7-712: Requisitos para instalaciones o emplazamientos especiales. Sistemas de alimentación solar fotovoltaica.
- UNE-EN 60296-6: Fusibles de baja tensión. Parte 6: Requisitos suplementarios para los cartuchos fusibles utilizados para la protección de sistemas de energía solar fotovoltaica
- IEC 61442: International Standard of the International Electrotechnical Commission- Testing for cable accessories with voltage between 6 and 36 kV.

### 3.3. Cableado de Baja Tensión del Sistema BESS

El cableado de baja tensión engloba:

- Cables de interconexión de CC de las unidades de energía a las estaciones de potencia.
- Cables de interconexión de CA de los sistemas auxiliares de la planta.

#### 3.3.1. Cables de interconexión de CC de las unidades de energía a las estaciones de potencia

Como se ha indicado, existen 18 unidades de baterías o contenedores, los cuales se interconectan a los convertidores de electrónica de potencia integrados en las estaciones de potencia. De las cinco estaciones de potencia del proyecto, cuatro integran dos PCS y la última solo integra un PCS. Cada PCS tendrá



conectado dos contenedores de baterías. Por tanto, cada PCS se conectará con las baterías a través de dos líneas de CC, teniendo un total en la planta BESS de 18 líneas de CC de características y longitudes similares.

Tipo de Interconexión	Nº hilos	Nº fases	P (MW)	V (V)	Longitud (m)
1	4	2	1,275	1081	11
2	4	2	1,275	1081	16
3	4	2	1,275	1081	11
4	4	2	1,275	1081	16
5	4	2	1,275	1081	11
6	4	2	1,275	1081	16
7	4	2	1,275	1081	11
8	4	2	1,275	1081	16
9	4	2	1,275	1081	11
10	4	2	1,275	1081	16
11	4	2	1,275	1081	11
12	4	2	1,275	1081	16
13	4	2	1,275	1081	11
14	4	2	1,275	1081	16
15	4	2	1,275	1081	11
16	4	2	1,275	1081	16
17	4	2	1,275	1081	8
18	4	2	1,275	1081	4

**Tabla 1. Características del cableado de BT (CC) de conexión de las unidades de baterías – Estaciones de potencia**

### 3.3.2. Cables de interconexión de CA de los sistemas auxiliares de la planta

Las cargas auxiliares en CA de las unidades de baterías son el objeto de definición de este apartado. Los contenedores de baterías tienen un consumo de auxiliares de 76 kW cada uno. Es por ello que el transformador de SSAA de la planta BESS, que se encontrará en el Centro de Seccionamiento, tendrá una potencia cercana a los 1,5 MVA. Se plantean 18 líneas desde el Centro de Seccionamiento hacia cada contenedor, por lo que cada línea lleva la Potencia necesaria para cubrir los Servicios Auxiliares de un contenedor.

Tipo de Interconexión	Nº hilos	Nº fases	P SSAA (kW)	V (V)	Max. Longitud (m)
1	1	3	76	400	65
2	1	3	76	400	60
3	1	3	76	400	48
4	1	3	76	400	43



Tipo de Interconexión	Nº hilos	Nº fases	P SSAA (kW)	V (V)	Max. Longitud (m)
5	1	3	76	400	65
6	1	3	76	400	60
7	1	3	76	400	48
8	1	3	76	400	43
9	1	3	76	400	48
10	1	3	76	400	43
11	1	3	76	400	32
12	1	3	76	400	26
13	1	3	76	400	48
14	1	3	76	400	43
15	1	3	76	400	32
16	1	3	76	400	26
17	1	3	76	400	26
18	1	3	76	400	20

**Tabla 2. Características del cableado de alimentación de los servicios auxiliares**

### 3.4. Condiciones de la Instalación

Para el cálculo de la instalación eléctrica de baja tensión se han considerado las condiciones:

- Temperatura del terreno: 25°C
- Resistividad media del terreno: 1,5 K·m/W
- Profundidad de enterramiento: 0,6 m – 1,0 m
- Agrupación de circuitos: separación de 0,25 m entre circuitos tanto vertical como horizontal.

Notas:

- Dado que no se ha llevado a cabo un estudio geotécnico para analizar las características del suelo, se considera una resistividad térmica del suelo de 1,5 K·m/W según la UNE 21144-3-1.
- Cuando el trazado de los cables cruce caminos, éstos irán siempre entubados.

### 3.5. Metodología de Cálculo

El cálculo de las secciones y tipo de conductores se realizará mediante la aplicación de dos criterios diferentes:

- Densidad de corriente.
- Caída de tensión.

Para la comprobación de cada uno de estos criterios será necesario conocer previamente los siguientes datos para cada circuito:

- Intensidad nominal de diseño.
- Longitud de la línea.
- Intensidad de cortocircuito.
- Caída de tensión máxima admisible.
- Intensidad máxima admisible para cada conductor.
- Nivel de aislamiento requerido al conductor.

### 3.5.1. Cálculo por Densidad de Corriente

Para el dimensionado del cableado conforme al criterio de densidad de corriente, en todo momento se debe cumplir que:

$$I_b < I_z$$

Donde:

- $I_z$  es la corriente admisible por el conductor en las condiciones de instalación
- $I_b$  es la corriente que transporta el conductor (intensidad nominal de diseño).

De acuerdo con la UNE-HD 60364-7-712, la intensidad calculada será maximizada un 25%:

$$I_b = 1,25 \cdot I_{sc}$$

Por otro lado, la intensidad admisible por el conductor en las condiciones de instalación se obtiene a través de la siguiente expresión:

$$I_z = I_o \cdot K$$

Donde:

- $I_z$  es la corriente admisible por el conductor en las condiciones de instalación.
- $I_o$  es la corriente nominal admisible del conductor.
- $K$ : Factor de corrección en función de las condiciones de la instalación.

Nota: el factor de corrección será el resultado del producto de varios factores de corrección referentes a la temperatura, agrupación de circuitos, resistividad térmica del terreno, etc. Los factores de corrección para las distintas condiciones, así como la corriente nominal de los conductores están tabulados en la norma UNE-HD 60364-5-52.

### 3.5.2. Cálculo por Caída de Tensión

Para el cálculo de la caída de tensión entre fases se aplica la expresión:



Parámetros	Circuitos Monofásicos	Circuitos Trifásicos
$\Delta V$	$\Delta V = I \cdot L \cdot (R \cdot \cos\varphi + X \cdot \sin\varphi)$	$\Delta V = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R \cdot \cos\varphi + X \cdot \sin\varphi)$

**Tabla 3. Fórmulas para cálculo de caída de tensión**

Donde:

- $\Delta V$  es la caída de tensión (V)
- $I$  es la intensidad circulante (A)
- $L$  es la longitud del conductor (m)
- $R$  es la resistencia por metro de conductor ( $\Omega/m$ )
- $X$  es la reactancia por metro de conductor ( $\Omega/m$ )
- $\cos\varphi$  es el factor de potencia

## 3.6. Sistema de Protecciones

Se debe disponer de un sistema de protecciones bien diseñado y adecuadamente coordinado para asegurar que el sistema eléctrico de potencia opere dentro de los requerimientos y parámetros previstos.

### 3.6.1. Protección Contra Sobreintensidades

La protección contra sobrecorrientes se realizará mediante fusibles o interruptores y deberá cumplir los establecido en la ITC-BT-22 del REBT y en la norma UNE-EN 60269-6.

Las condiciones que deben cumplir los fusibles son las siguientes:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$1,45 \cdot I_n \leq 1,45 \cdot I_z$$

Siendo:

- $I_b$ : Corriente de diseño ( $I_b = 1,25 \cdot I_{sc}$ ) [A]
- $I_n$ : Corriente nominal del fusible [A]
- $I_z$ : Corriente admisible por el conductor [A]
- $I_{sc}$ : Corriente de cortocircuito [A]

A continuación, se indican los diferentes niveles de protección y tipo empleados en la instalación del Sistema BESS, todos pertenecientes a cada uno de los subsistemas, ya sean PCS o unidades de energía.

PCS. Cada PCS dispone de las siguientes protecciones:



- Interruptor automático a la salida de CA de cada PCS
- Contactor más fusible en la entrada de CC de cada PCS

Unidades de Energía. Cada unidad de energía o contenedor de baterías dispone de las siguientes protecciones:

- Interruptor de corte en carga motorizado más fusible en cada cuadro de CC de alimentación al conjunto de racks de baterías alojados en el contenedor.
- Interruptor automático motorizado de acometida de alimentación del transformador de servicios auxiliares.
- Interruptores magnetotérmicos de protección de cada una de las líneas de alimentación de servicios auxiliares.

### 3.6.2. Protección Contra Sobretensiones

Además de la protección contra sobrecorrientes, los circuitos estarán protegidos contra sobretensiones mediante descargadores de sobretensión que deben cumplir con los requisitos establecidos en la UNE-EN 61643-11.

Los descargadores de sobretensión serán de tipo I+II, con  $U_n=1.500$  V y estarán instalados en las cabinas de protección tanto de las baterías como en el centro de seccionamiento.

Además, el PCS está equipado con un descargador de sobretensiones tanto en el lado de CC como en el lado de CA.

## 3.7. Resultados de Cálculo

En el "Anexo I. Cálculo de cables de Baja Tensión Sistema BESS" se reflejan tabulados los resultados del cálculo de los cables de baja tensión (CA y CC).

## 4. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE MEDIA TENSIÓN

### 4.1. Objeto

En este apartado se definen los criterios de diseño para el dimensionamiento del cableado y protecciones de la instalación de media tensión (30 kV) del Sistema BESS.

### 4.2. Normativa Aplicable

Los cálculos son conformes a las normativas indicadas a continuación:

- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en las líneas eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se 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.
- UNE-EN 60865-1: Corrientes de cortocircuito. Cálculo de efectos. Parte 1: Definiciones y métodos de cálculo.
- IEC 60502-2: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV ( $U_m=1,2$  kV) up to 30 kV ( $U_m=36$  kV).
- IEC 60228: Conductors of insulated cables.

### 4.3. Cableado de Media Tensión

El cableado de media tensión engloba todos los circuitos de media tensión empleados en la conexión del Sistema BESS. En este caso solo tendremos una línea, cosiendo todas las celdas de MT de salida, de cada una de las estaciones de potencia, para reducir el número de líneas.

### 4.4. Condiciones de la Instalación

El Proyecto presenta las siguientes condiciones para la instalación de media tensión:

- Temperatura del terreno: 25°C
- Resistividad media del terreno: 1,5 Km/W



- Profundidad de enterramiento: la primera fila mínimo a 0,8 m y la segunda fila mínimo a 1,15 m.
- Agrupación de circuitos: 1 línea de cable aluminio unipolar directamente enterrado.

Notas:

- Dado que no se ha llevado a cabo un estudio geotécnico para analizar las características del suelo, se considera una resistividad térmica del suelo de 1,5 K·m/W según la UNE 21144-3-1.
- Cuando el trazado de los cables cruce caminos, éstos irán siempre entubados.

## 4.5. Metodología de Cálculo

El cálculo de las secciones y tipo de conductores se realizará mediante la aplicación de tres criterios diferentes:

- Densidad de corriente.
- Caída de tensión.
- Intensidad máxima de cortocircuito

Para la comprobación de cada uno de estos criterios será necesario calcular previamente en cada línea:

- Intensidad nominal para la que debe ser diseñada.
- Longitud de la línea.
- Intensidad de cortocircuito que puede aparecer en la línea.
- Caída de tensión máxima admisible.
- Intensidad máxima admisible para cada conductor.
- Nivel de aislamiento requerido al conductor.

### 4.5.1. Cálculo por Densidad de Corriente

La intensidad para la que será calculada cada uno de los circuitos se establecerá a partir de la potencia que deba transportar cada una de los mismos, la tensión nominal y el factor de potencia ( $\cos \varphi$ ), mediante las siguientes expresiones:

$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I$$
$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$$
$$Q = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \sin \varphi$$

Por otro lado, la intensidad admisible por el conductor en las condiciones de instalación se obtiene a través de la siguiente expresión:

$$I_z = I_o \cdot K$$

Donde:

- $I_z$  es la corriente admisible por el conductor en las condiciones de instalación.
- $I_o$  es la corriente nominal del conductor.
- K: Factor de corrección en función de las condiciones de la instalación.

Nota: factor de corrección será el resultado del producto de varios factores de corrección referentes a la temperatura, agrupación de circuitos, resistividad térmica del terreno, etc. Los factores de corrección para las distintas condiciones, así como la corriente nominal de los conductores están tabulados en la normativa IEC 60502-2. Cuando alguna medida no esté tabulada se escogerá el siguiente valor más restrictivo para asegurar que el cable cumplirá con el criterio

Para el dimensionado del cableado conforme al criterio de densidad de corriente, en todo momento se debe cumplir que:

$$I < I_z$$

#### 4.5.2. Cálculo por Caída de Tensión

Para el cálculo de la caída de tensión entre fases se aplica la expresión:

$$\Delta V = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R \cdot \cos\varphi + X \cdot \sin\varphi)$$

Donde:

- $\Delta V$  es la caída de tensión (V)
- $I$  es la intensidad circulante (A)
- $L$  es la longitud del conductor (m)
- $R$  es la resistencia por metro de conductor ( $\Omega/m$ )
- $X$  es la reactancia por metro de conductor ( $\Omega/m$ )
- $\cos\varphi$  es el factor de potencia

#### 4.5.3. Cálculo por Intensidad de Cortocircuito

La norma IEC-60685 introduce la siguiente expresión para el cálculo de la sección de cable de acuerdo a la corriente de cortocircuito:

$$I_{cc}^2 \cdot t_{cc} = k^2 \cdot S^2 \cdot \ln\left(\frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta}\right)$$

Donde:

- $I_{cc}$  es la corriente de cortocircuito (A)
- $t_{cc}$  es la duración del cortocircuito (s)
- $S$  es la sección del conductor (mm<sup>2</sup>)
- $\beta$  es la inversa del coeficiente de variación de la resistencia con la temperatura
- $\theta_f$  es la temperatura final del cortocircuito (°C)
- $\theta_i$  es la temperatura inicial del cortocircuito (°C)
- $k$  es una constante dependiente del material conductor

Las constantes de la formulación anterior son:

Material	k	$\beta$
Cobre	226	234,5
Aluminio	148	228

**Tabla 4. Constantes dependientes del material**

Aislamiento	$\theta_i$	$\theta_f$
PVC	70	160
XLPE/EPR	90	250

**Tabla 5. Constantes dependientes del aislamiento**

Teniendo en cuenta estos valores, la expresión se puede simplificar a:

$$I_{cc} \cdot \sqrt{t_{cc}} = K \cdot S$$

Siendo  $K$ :

Material y Aislamiento	$K$
Cobre y PVC	115
Aluminio y PVC	74
Cobre y XLPE/EPR	143
Aluminio y XLPE/EPR	92

**Tabla 6. Valor de la constante  $K$**



## 4.6. Sistema de Protecciones

El circuito de la instalación de MT se protegerá en la celda compacta de 30 kV del centro de seccionamiento mediante un interruptor automático y relés, cuyas características serán:

Parámetro	Valor
Tensión nominal (kV)	30 kV
Intensidad nominal en servicio continuo (A)	630 A
Poder de corte (kA)	20 kA

**Tabla 7. Protecciones MT**

## 4.7. Resultados de Cálculo

En el "Anexo II. Cálculo de cables de Media Tensión Sistema BESS" se reflejan tabulados los resultados de los cables de media tensión.

## 5. ESTUDIO DE PUESTA A TIERRA

### 5.1. Objetivo y Alcance

El propósito de esta sección es calcular el sistema de puesta a tierra de la Planta BESS, que estará compuesto por el sistema de tierra general.

Para ello, se verifica que las tensiones de paso y contacto que se pudieran alcanzar no superen los respectivos valores máximos admisibles.

### 5.2. Normativa Aplicable

Los cálculos son conformes a las normativas indicadas a continuación:

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC). ITC-BT-18.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23. ITC-RAT-13.
- IEEE-80: Guía de seguridad en la puesta a tierra de CA de subestaciones.
- IEC 60909-3 ed3.0: Short-circuit currents in three-phase AC systems – Part 3: Currents during two separate simultaneous line-to-earth short circuits and partial short-circuit currents flowing through earth.

### 5.3. Datos de Partida

#### 5.3.1. Corriente de Cortocircuito

La potencia de cortocircuito que se ha considerado para el dimensionamiento de la red de puesta a tierra es la máxima corriente de cortocircuito monofásica, que se produce en la Subestación STA Aiala 30.000 kV, que según dato de I-DE es de 468 MVA. Considerando una tensión de 30kV, la corriente de cortocircuito considerada es de:

$$I_{1cc} = 9,006 \text{ kA}$$

Además, se asume la hipótesis que las faltas a tierra serán despejadas en un tiempo máximo de 0,5 segundos.



### 5.3.2. Resistividad del Terreno

Al tratarse de un proyecto de autorización previa, no se dispone de un estudio geotécnico de la parcela donde se ubica la Planta BESS. Por lo tanto, se considera una resistividad del terreno de  $200 \Omega \cdot m$ , acorde a la tabla 3 del ITC-BT 18.

Por otro lado, la Planta BESS se cubrirá en su totalidad con grava. Se ha considerado un valor para la resistividad superficial del terreno de  $8535 \Omega \cdot m$ , proveniente del software de simulación ETAP.

## 5.4. Red de Tierra de Protección

Las redes de tierra de protección estarán compuestas por la red de tierra general y la red de tierra de los Skid de Media Tensión, interconectadas entre ellas.

La red de tierra general de la parcela estará compuesta con un conductor de cobre desnudo de  $35 \text{ mm}^2$  que discurrirá por las canalizaciones de BT y MT enterrado a una profundidad mínima de 1,05 m. La sección es mayor que lo necesario según los cálculos del ITC-BT-18 que se indican a continuación, pero es necesaria de cara al cumplimiento de las condiciones de tensión de paso y de contacto.

La red de tierra de las Estaciones de Potencia estará compuesta por cuatro picas de cobre enterradas y un anillo a lo largo del perímetro de la base de la estación de potencia de un conductor de cobre desnudo de  $35 \text{ mm}^2$  enterrado a una profundidad mínima de 1,05 m, y estará unida a la red de tierra general.

### 5.4.1. Cálculo de la Sección de los Conductores de Puesta a Tierra

La sección mínima del conductor de la malla de tierra se calcula de la siguiente manera de acuerdo con la ITC-BT-18:

$$S = \frac{\sqrt{I^2 t}}{k} = 26,31 \text{ mm}^2$$

Donde  $S$  se refiere a la sección mínima del conductor de tierra en  $\text{mm}^2$ ,  $I$  a la intensidad de cortocircuito considerada en amperios,  $t$  al tiempo máximo de despeje de falta, y  $k$  es una constante que, para un conductor de cobre,  $k = 242$ .

Según la IEEE-80, la sección mínima del conductor de tierra enterrado se calcula conforme a la siguiente ecuación:

$$A = \frac{I_f \cdot \sqrt{t_c \cdot \alpha_r \cdot \rho_r \cdot 10^4}}{\sqrt{TCAP} \cdot \ln\left(\frac{k_0 + T_m}{k_0 + T_a}\right)} = 22,53 \text{ mm}^2$$

Donde:

- $A$  es la sección mínima del conductor de cobre (mm<sup>2</sup>)
- $I_f$  es la intensidad de la falta a tierra (9,006 kA)
- $T_m$  es la máxima temperatura admisible (1.084 °C)
- $T_a$  es la temperatura ambiente (30 °C)
- $TCAP$  es la capacidad térmica por unidad de volumen (3,42 J/cm<sup>3</sup>·°C)
- $\alpha_r$  es el coeficiente térmico de resistividad a 20°C (0.00381 °C<sup>-1</sup>)
- $t_c$  es el tiempo máximo de despeje de la falla (0,5 s)
- $k_0 = 1/\alpha_0$  (242 °C)
- $\rho_r$  es la resistividad del conductor de puesta a tierra (1,78 Ω·m)

Se consideran los siguientes valores para el cálculo, conforme al estándar IEEE-80.

Material	$\alpha_r$ a 20°C (°C <sup>-1</sup> )	$K_0$ a 0°C (°C)	$T_m$ (°C)	$T_a$ (°C)	$\rho_r$ a 20°C (μΩ·m)	TCAP (J/cm <sup>3</sup> ·°C)
Cu	0,00381	242	1084	40	1,78	3,42

**Tabla 8. Características conductor de cobre**

Se podría tomar como sección normalizada mínima para el conductor de la red de tierra enterrada Conductor de Cobre de 35 mm<sup>2</sup>. Sin embargo, como se ha indicado anteriormente, se tomará una sección mayor para el cumplimiento de las condiciones de tensión de paso y contacto.

## 5.4.2. Tensión de Paso y Contacto Máximas Admisibles

Las tensiones de paso y contacto máximas admisibles se calculan de acuerdo con la ITC-RAT-13 para ambas Sistemas de Protección de Tierra.

$$U_p = 10U_{ca} \left(1 + \frac{2R_{a1} + 2R_{a2}}{2Z_B}\right) = 93.290,73 \text{ V}$$

$$U_c = U_{ca} \left(1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2 \cdot Z_B}\right) = 2.485,27 \text{ V}$$

Donde:

- $U_p$  es la tensión de paso admisible (V)

- $U_c$  es la tensión de contacto admisible (V)
- $U_{ca}$  es la tensión de contacto máxima admisible para un tiempo de despeje de falta de 0,5 segundos (204 V)
- $R_{a1}$  es resistencia equivalente del calzado (2000  $\Omega$ )
- $R_{a2} = 3 \cdot C_s \cdot \rho_s$  ; donde  $C_s$  es el coeficiente reductor de superficie (1) y  $\rho_s$  es la resistividad de la superficie del terreno (8534,4  $\Omega \cdot m$ )
- $Z_B$  es impedancia del cuerpo humano (1000  $\Omega$ )

### 5.4.3. Tensiones de Paso y Contacto Estimadas

Las tensiones de paso y contacto se pueden estimar para una red mallada con las siguientes ecuaciones conforme al estándar IEEE-80:

$$E_p = K_s \cdot K_i \cdot \rho \cdot \frac{I_g}{L_s} = 785,75 V$$

$$E_c = K_m \cdot K_i \cdot \rho \cdot \frac{I_g}{L_m} = 1655,55 V$$

Donde:

- $E_p$  es la tensión de paso estimada (V)
- $E_c$  es la tensión de contacto estimada (V)
- $K_s$  es el factor de diferencia de potencial a 1m (0,27)
- $K_i$  es el factor de corrección de densidad de corriente (1,68)
- $\rho$  es la resistividad del terreno (200  $\Omega \cdot m$ )
- $I_g$  es la intensidad de defecto a tierra (9,006 kA)
- $L_s$  es la longitud efectiva de conductor enterrado (1021,50)
- $K_m$  es el factor de espacio de conductores (0,78)
- $L_m$  es la longitud efectiva de conductor enterrado (1428,67 m)

Se debe tener en cuenta que estos son valores orientativos de las tensiones de paso y contacto esperadas en la Planta BESS.

### 5.4.4. Resistencia de Puesta a Tierra

La resistencia de puesta a tierra se puede estimar mediante la siguiente fórmula según la ITC-RAT-13:

$$R_g = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L} = 1,533 \Omega$$



Donde:

- $R_g$  es la resistencia de puesta a tierra ( $\Omega$ )
- $\rho$  es la resistividad del terreno ( $200 \Omega \cdot m$ )
- $L$  es la longitud total de conductor enterrado (1192 m)
- $r$  es el radio equivalente de área de malla (36,63 m)

La resistencia de puesta a tierra de la puede estimarse mediante la siguiente ecuación según el estándar IEEE-80:

$$R_g = \rho \cdot \left[ \frac{1}{L_T} + \frac{1}{\sqrt{20 \cdot A}} \cdot \left( 1 + \frac{1}{1 + h \cdot \sqrt{20 \cdot A}} \right) \right] = 1,501 \Omega$$

Donde:

- $R_g$  es la resistencia de puesta a tierra ( $\Omega$ )
- $\rho$  es la resistividad del terreno ( $200 \Omega \cdot m$ )
- $L_T$  es la longitud total de conductor enterrado (1192 m)
- $A$  es el área que ocupa la malla ( $4.216 m^2$ )
- $h$  es la profundidad de la malla (1,05 m)

### 5.4.5. Resultados

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Rg (ohm)			Tensión de Contacto (V)		Tensión de Paso (V)	
Máximo Valor de Diseño	Estimada (ITC-RAT-13)	Estimada (IEEE-80)	Admisible	Estimado	Admisible	Estimado
1	1,533	1,501	2485,27	1655,55	93290,73	785,75

**Tabla 9. Resultados y comprobación de la Puesta a Tierra**

Como se puede comprobar en la tabla anterior, la red de puesta a tierra de la Planta BESS cumple con los criterios de diseño.



## 6. CAMPOS MAGNÉTICOS

### 6.1. Objeto

El objeto de este estudio es estimar las emisiones de campo en los alrededores de la línea subterránea de 30 kV la cuál servirá como enlace desde las estaciones de potencia con el centro de seccionamiento, con el propósito de comprobar el cumplimiento de los límites establecidos por la normativa vigente.

De toda la instalación, vamos a analizar el análisis de un tramo aéreo y un tramo subterráneo, en la zona donde exista una menor distancia de separación con las zonas en las que puedan permanecer las personas o edificaciones.

El estudio comprende el cálculo de los niveles máximos del campo magnético que por razón del funcionamiento pueden alcanzarse en el entorno de la línea de evacuación, y su evaluación comparativa con los límites establecidos en la normativa vigente.

### 6.2. Normativa aplicable

Según establece el apartado 4.7. de la ITC-RAT 14 "instalaciones eléctricas de interior" del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, en el diseño de las instalaciones se adoptarán las medidas adecuadas para minimizar, en el exterior de las instalaciones de alta tensión, los campos electromagnéticos creados por la circulación de corriente a 50 Hz, en los diferentes elementos de dichas instalaciones.

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, establece unos límites de exposición máximos que se deberán de cumplir en las zonas en las que puedan permanecer habitualmente las personas.

La comprobación de que no se supera el valor establecido en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, se realizará mediante los cálculos para el diseño correspondiente, antes de la puesta en marcha de las instalaciones que se ejecuten siguiendo el citado diseño y en sus posteriores modificaciones cuando estas pudieran hacer aumentar el valor del campo magnético.

Con objeto de verificar que en la proximidad de las instalaciones de alta tensión no se sobrepasan los límites máximos admisibles, la Administración pública competente podrá requerir al titular de la instalación que se realicen las medidas de campos magnéticos por organismos de control habilitados o laboratorios acreditados en medidas magnéticas. Las medidas deben realizarse en condiciones de funcionamiento con carga, y referirse al caso más desfavorable, es decir, a los valores máximos previstos de corriente.

El Consejo de ministros de Sanidad de la Unión Europea (1999/519/CE) recomienda como restricción básica para el público, en sitios donde pueda permanecer bastante tiempo, unos niveles para el campo electromagnético de 50 Hz: 5 kV/m para el campo eléctrico y **100 µT para el campo magnético**.

A frecuencia de 50 Hz la intensidad del campo magnético decrece rápidamente con la distancia a la fuente, por ello, la medida más inmediata y eficaz adoptada es el alejamiento respecto a la fuente. Según el Real Decreto 1066/2001 y el Real Decreto 299/2016, el campo magnético deberá ser:

Intervalo frecuencias	NA (B) inferior [µT] (RMS)	NA (B) superior [µT] (RMS)	NA para exposición de las extremidades a campo magnético localizado [µT] (RMS)
1 ≤ f < 8 Hz	2,0 × 10 <sup>5</sup> /f <sup>2</sup>	3,0 × 10 <sup>5</sup> /f	9,0 × 10 <sup>5</sup> /f
8 ≤ f < 25 Hz	2,5 × 10 <sup>4</sup> /f	3,0 × 10 <sup>5</sup> /f	9,0 × 10 <sup>5</sup> /f
25 ≤ f < 300 Hz	1,0 × 10 <sup>3</sup>	3,0 × 10 <sup>5</sup> /f	9,0 × 10 <sup>5</sup> /f
300 Hz ≤ f < 3 kHz	3,0 × 10 <sup>5</sup> /f	3,0 × 10 <sup>5</sup> /f	9,0 × 10 <sup>5</sup> /f
3 kHz ≤ f ≤ 10 MHz	1,0 × 10 <sup>2</sup>	1,0 × 10 <sup>2</sup>	3,0 × 10 <sup>2</sup>

**Figura 1. Intervalo de Frecuencias y Valores Admisibles**

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/m <sup>2</sup> )
0-1 Hz		3,2 × 10 <sup>4</sup>	4 × 10 <sup>4</sup>	
1-8 Hz	10.000	3,2 × 10 <sup>4</sup> /f <sup>2</sup>	4 × 10 <sup>4</sup> /f <sup>2</sup>	
8-25 Hz	10.000	4.000/f	5.000/f	
0,025-0,8 kHz	250/f	4/f	5/f	
0,8-3 kHz	250/f	5	6,25	
3-150 kHz	87	5	6,25	
0,15-1 MHz	87	0,73/f	0,92/f	
1-10 MHz	87/f <sup>1/2</sup>	0,73/f	0,92/f	
10-400 MHz	28	0,073	0,092	2
400-2.000 MHz	1,375 f <sup>1/2</sup>	0,0037 f <sup>1/2</sup>	0,0046 f <sup>1/2</sup>	f/200
2-300 GHz	61	0,16	0,20	10

**Figura 2. Intensidad del Campo**

- Inferior a 1.000 µT para los trabajadores (medido a 200 mm de la zona de operación), elegimos el nivel inferior por ser más restrictivo.



- Inferior a 100  $\mu$ T para el público en general

### **6.3. Características de la instalación y datos de cálculo**

En el presente proyecto, vamos a analizar los tramos más próximos a edificaciones o zonas frecuentadas por personas en la línea subterránea de 30 kV que servirá como infraestructura de evacuación de las estaciones de potencia de la planta BESS hacia el centro de seccionamiento mencionadas anteriormente.

### **6.4. Resultados**

En lo relativo a la Planta de almacenamiento BESS, los equipos cumplen con los límites establecidos por la normativa vigente a nivel campos electromagnéticos

En especial, las Estaciones de Potencia están certificadas para el cumplimiento de las normas de Compatibilidad Electromagnética: EN 61000-6-1, EN 61000-6-2, EN 61000-6-4, EN 61000-3-11, EN 61000-3-12.

De acuerdo con el Resumen informativo elaborado por el Ministerio de Sanidad y Consumo con fecha 11 de Mayo de 2001, a partir del informe técnico realizado por un Comité pluridisciplinar de Expertos Independientes en el que se evaluó el riesgo de los campos electromagnéticos sobre la salud humana, se puede afirmar que, mientras los niveles de radiación permanezcan por debajo del valor de 100  $\mu$ T no se ocasionan efectos adversos para la salud, en concordancia así mismo, con las conclusiones de la Recomendación del Consejo de Ministros de Salud de la Unión Europea (1999/519/CE), relativa a la exposición del público a campos electromagnéticos de 0 Hz a 300 GHz, cuya transcripción al ámbito nacional queda recogido en el Real Decreto 1066/2001 28 de Septiembre de 2001.

# ANEXO I: CÁLCULO DE CABLES DE BAJA TENSIÓN SISTEMA BESS

## CABLEADO DE BT CC DE INTERCONEXIÓN ENTRE UNIDADES DE ENERGÍA Y PCS

El cableado de interconexión entre las unidades de energía y PCS son 18 líneas de idénticas características y longitud, por lo que se calcula una sola línea.

CABLEADO BT DC UNIDADES DE BATERÍA A PCS																							
Unidad Energía - PCS	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k0	k1	k2	k3	k4	K	Nº cond x fase	S (mm2)	lo (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Pérdidas (W)	Pérdidas (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
Unidad Energía - PCS	1182,03	1182,00	1477,50	1,081,00	1,277,770	1,00	0,96	1,28	0,75	0,97	0,89	4	240	1792	1602	92%	0,43	0,04%	0,04%	2,047,61	0,16%	OK	OK

Tabla 10. Cableado BT DC Unidades de energía a PCS

## CABLEADO DE BT CA DE ALIMENTACIÓN DE SERVICIOS AUXILIARES DE CADA UNIDAD DE ENERGÍA

Para los auxiliares se definen 18 líneas con las mismas características, pero distintas longitudes.

CABLEADO SSAA, UPS																								
	Longitud [+&-] (m)	Cable	Imp (A)	Isc (A)	Ical (A)	V (V)	P (W)	k0*k1	k2	k3	k4	K	Nº cond x fase	S (mm2)	lo (A)	Iz (A)	Ical/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Pérdidas (W)	Pérdidas (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
SSAA1	65,00	Cu/ XLPE	109,70	110,00	137,50	400,00	76.000,00	0,96	1,28	0,53	1,02	0,66	1	95	226	150	92%	1,67	0,42%	0,42%	182,96	0,24%	OK	OK
SSAA2	60,00	Cu/ XLPE	109,70	110,00	137,50	400,00	76.000,00	0,96	1,28	0,53	1,02	0,66	1	95	226	150	92%	1,54	0,38%	0,38%	168,89	0,22%	OK	OK
SSAA3	48,00	Cu/ XLPE	109,70	110,00	137,50	400,00	76.000,00	0,96	1,28	0,53	1,02	0,66	1	95	226	150	92%	1,23	0,31%	0,31%	135,11	0,18%	OK	OK
SSAA4	43,00	Cu/ XLPE	109,70	110,00	137,50	400,00	76.000,00	0,96	1,28	0,53	1,02	0,66	1	95	226	150	92%	1,10	0,28%	0,28%	121,04	0,16%	OK	OK
SSAA5	65,00	Cu/ XLPE	109,70	110,00	137,50	400,00	76.000,00	0,96	1,28	0,53	1,02	0,66	1	95	226	150	92%	1,67	0,42%	0,42%	182,96	0,24%	OK	OK
SSAA6	60,00	Cu/ XLPE	109,70	110,00	137,50	400,00	76.000,00	0,96	1,28	0,53	1,02	0,66	1	95	226	150	92%	1,54	0,38%	0,38%	168,89	0,22%	OK	OK
SSAA7	48,00	Cu/ XLPE	109,70	110,00	137,50	400,00	76.000,00	0,96	1,28	0,53	1,02	0,66	1	95	226	150	92%	1,23	0,31%	0,31%	135,11	0,18%	OK	OK
SSAA8	43,00	Cu/ XLPE	109,70	110,00	137,50	400,00	76.000,00	0,96	1,28	0,53	1,02	0,66	1	95	226	150	92%	1,10	0,28%	0,28%	121,04	0,16%	OK	OK
SSAA9	48,00	Cu/ XLPE	109,70	110,00	137,50	400,00	76.000,00	0,96	1,28	0,53	1,02	0,66	1	95	226	150	92%	1,23	0,31%	0,31%	135,11	0,18%	OK	OK
SSAA10	43,00	Cu/ XLPE	109,70	110,00	137,50	400,00	76.000,00	0,96	1,28	0,53	1,02	0,66	1	95	226	150	92%	1,10	0,28%	0,28%	121,04	0,16%	OK	OK
SSAA11	32,00	Cu/ XLPE	109,70	110,00	137,50	400,00	76.000,00	0,96	1,28	0,53	1,02	0,66	1	95	226	150	92%	0,82	0,21%	0,21%	90,07	0,12%	OK	OK
SSAA12	26,00	Cu/ XLPE	109,70	110,00	137,50	400,00	76.000,00	0,96	1,28	0,53	1,02	0,66	1	95	226	150	92%	0,67	0,17%	0,17%	73,19	0,10%	OK	OK
SSAA13	48,00	Cu/ XLPE	109,70	110,00	137,50	400,00	76.000,00	0,96	1,28	0,53	1,02	0,66	1	95	226	150	92%	1,23	0,31%	0,31%	135,11	0,18%	OK	OK
SSAA14	43,00	Cu/ XLPE	109,70	110,00	137,50	400,00	76.000,00	0,96	1,28	0,53	1,02	0,66	1	95	226	150	92%	1,10	0,28%	0,28%	121,04	0,16%	OK	OK
SSAA15	32,00	Cu/ XLPE	109,70	110,00	137,50	400,00	76.000,00	0,96	1,28	0,53	1,02	0,66	1	95	226	150	92%	0,82	0,21%	0,21%	90,07	0,12%	OK	OK
SSAA16	26,00	Cu/ XLPE	109,70	110,00	137,50	400,00	76.000,00	0,96	1,28	0,53	1,02	0,66	1	95	226	150	92%	0,67	0,17%	0,17%	73,19	0,10%	OK	OK
SSAA17	26,00	Cu/ XLPE	109,70	110,00	137,50	400,00	76.000,00	0,96	1,28	0,53	1,02	0,66	1	95	226	150	92%	0,67	0,17%	0,17%	73,19	0,10%	OK	OK
SSAA18	20,00	Cu/ XLPE	109,70	110,00	137,50	400,00	76.000,00	0,96	1,28	0,53	1,02	0,66	1	95	226	150	92%	0,51	0,13%	0,13%	56,30	0,07%	OK	OK

Tabla 11. Cableado BT de Servicios Auxiliares

## ANEXO II: CÁLCULO DE CABLES DE MEDIA TENSIÓN SISTEMA BESS

### Normativa

IEC 60502-2	Cables de tensión asignada de 19 kV a 33 kV
IEC 60228	Conductores de cables aislados.

### Datos de partida

Sumatorios Skid MT	
Modelo	NA
Potencia aparente (VA)	23.000.000
Tensión nominal de salida (V)	30.000
Corriente nominal de salida (A)	450
Otros criterios de diseño	
Caída de tensión máxima	0,50%
Máxima pérdida de potencia	0.5%-0.75%

Otros parámetros de diseño	
Cos Fi	0,95
Sin Fi	0,31

Parámetros de cortocircuito	
I <sub>cc</sub> (kA)	9,006
Tiempo (s)	0,5
K	92

Cableado de MT			
Instalación		Corriente admisible y factores de corrección	
Método de instalación	Directamente enterrado	Intensidad admisible del cable	Tabla B.3
Material y aislamiento	Aluminio, XLPE		
Topología	Tresbolillo		
Temperatura del terreno (°C)	25	k1	Tabla B.11
Resistividad térmica del suelo (K*m/W)	1,50	k2	Tabla B.14
Agrupamiento de circuitos & separación entre cables (m)	1 o 2	k3	Tabla B.19
	0,25		
Profundidad (m)	0,8	k4	Tabla B.12

Parámetros de cableado			
Sección (mm <sup>2</sup> )	R Ω/km (20°C)	R Ω/km (90°C)	X (Ω/km)
1x240mm <sup>2</sup>	0,125	0,159	0,106



## CABLEADO DE MT DEL SISTEMA BESS

Para la línea de MT del sistema BESS se calcula la única línea existente, ya que todas las estaciones de potencia serán cosidas y conectadas al centro de seccionamiento por la misma línea.

Cálculo cableado MT																												
Línea MT	Desde	Hasta	S (mm <sup>2</sup> )	Nº de conductores/fase	Material	Longitud (m)	Nº de Circuitos/Canalización	S (VA)	V (V)	I (A)	k1	k2	k3	k4	K	Io (A)	Iz (A)	I / Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Pérdidas P (W)	Pérdidas P (%)	Icc (kA)	S <sub>min</sub> para Icc (mm <sup>2</sup> )	Criterio térmico	Criterio ΔV	Criterio cortocircuito
1	CENTRO SECCINAMIENTO	Estacion de Potencia	1x240mm <sup>2</sup>	2,00	Al / XLPE	23,00	1	23.000.000	30.000	442,64	0,96	1,00	0,83	0,98	0,78	734	573,15	77%	1,62	0,01%	0,01%	1075,60	0,00%	9,006	69	OK	OK	OK

Tabla 12. Cableado MT de BESS



Proyecto para Autorización Administrativa Previa  
Planta BESS "PB Navegantes 31"  
con conexión a ST AIALA 30 kV  
Aiara, Álava, España

---



## DOCUMENTO 2: PRESUPUESTO



## Índice

1	PRESUPUESTO PLANTA BESS.....	3
2	PRESUPUESTO TOTAL .....	4



# 1 PRESUPUESTO PLANTA BESS

Código	Capítulo	Importe (€)
<b>1</b>	<b>Estudios e ingenierías</b>	<b>180.000,00 €</b>
<b>2</b>	<b>Suministro de Equipos</b>	<b>15.819.300,00 €</b>
2.1	Racks de baterías	12.579.300,00 €
2.2	Estaciones de Potencia	1.260.000,00 €
2.3	Contenedores de Baterías	1.980.000,00 €
<b>3</b>	<b>Control y Comunicaciones</b>	<b>150.000,00 €</b>
<b>4</b>	<b>EPC (Obra Civil + Montaje Eléctrico)</b>	<b>400.000,00 €</b>
	<b>Total Presupuesto de Ejecución Material</b>	<b>16.549.300,00 €</b>
	<b>Gastos generales (8%)</b>	<b>1.323.944,00 €</b>
	<b>Beneficio Industrial (6%)</b>	<b>992.958,00 €</b>
	<b>IVA (21%)</b>	<b>3.961.902,42 €</b>
<b>TOTAL Presupuesto Ejecución BESS (sin IVA)</b>		<b>18.866.202,00 €</b>
<b>TOTAL Presupuesto Ejecución BESS (con IVA)</b>		<b>22.828.104,42 €</b>



## 2 PRESUPUESTO TOTAL

El presupuesto total de ejecución del proyecto de Planta BESS que aplica al TM de Aiara se presenta en la tabla a continuación:

PRESUPUESTO TOTAL EJECUCIÓN DEL PROYECTO PLANTA BESS CON CONEXIÓN A RED EN STA AIALA 30.000 "PB NAVEGANTES 31"	
Presupuesto Planta BESS	(€)
Presupuesto de Ejecución Material	<b>16.549.300,00 €</b>
Gastos generales (8%)	1.323.944,00 €
Beneficio Industrial (6%)	992.958,00 €
IVA (21%)	3.961.902,42 €
<b>TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN DEL PROYECTO (SIN IVA)</b>	<b>18.866.202,00 €</b>
<b>TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN DEL PROYECTO (CON IVA)</b>	<b>22.828.104,42 €</b>

*Tabla 1: Total Presupuesto del Proyecto*



Proyecto para Autorización Administrativa Previa  
Planta BESS "PB Navegantes 31"  
con conexión a ST AIALA 30 kV  
Aiara, Álava, España

---

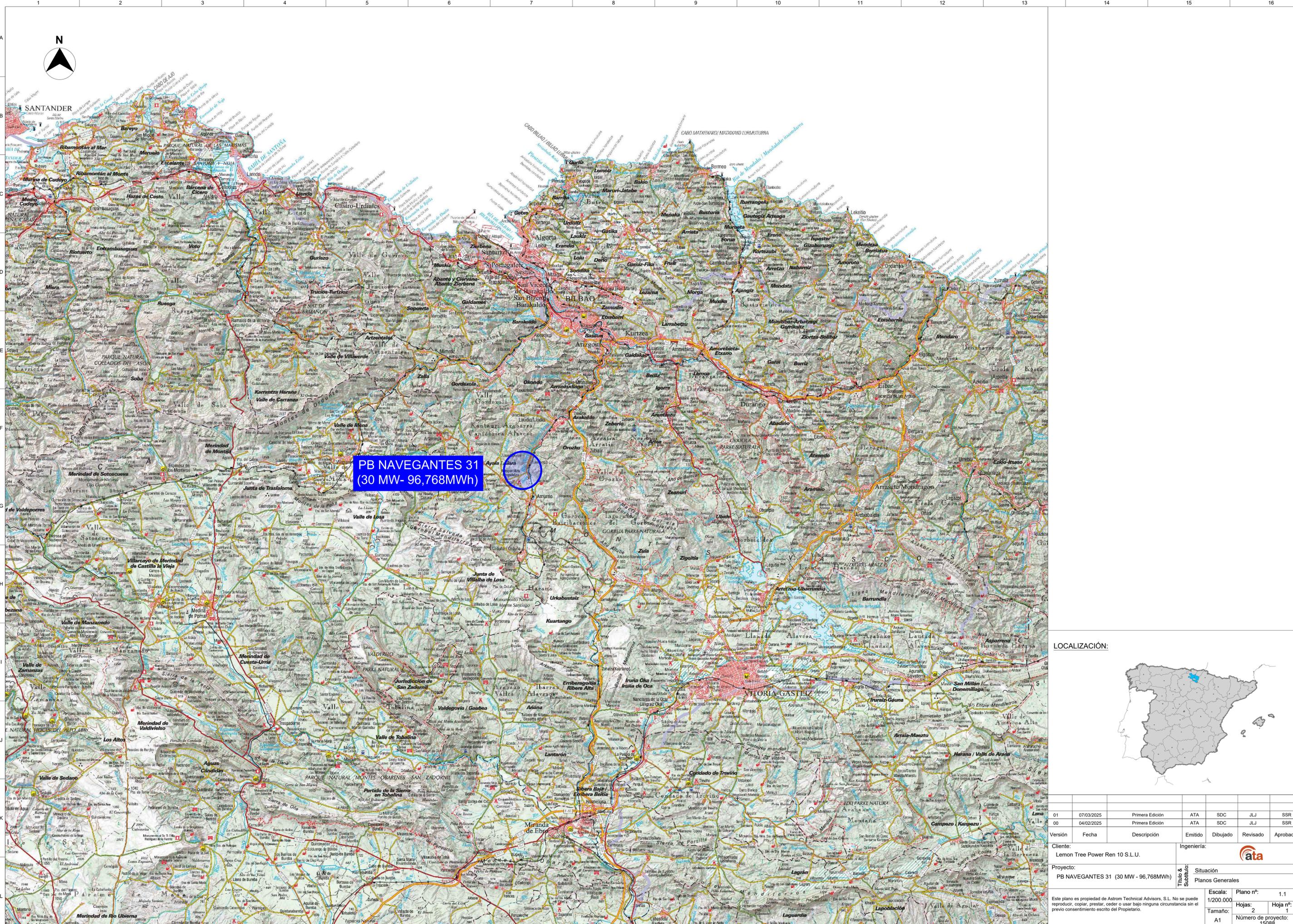


## DOCUMENTO 3: PLANOS



## Índice

1. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO
2. IMPLANTACIÓN CONJUNTO DE INSTALACIONES
3. AFECCIONES
4. LAYOUT SISTEMA BESS (IMPLANTACIÓN)
5. ESQUEMA UNIFILAR BAJA TENSIÓN
6. ESQUEMA UNIFILAR MEDIA TENSIÓN
7. PGOU
8. MOVIMIENTOS DE TIERRA
9. CAMINOS INTERIORES. SECCIONES
10. DRENAJES
11. OCUPACIÓN TEMPORAL
12. RED GENERAL DE PUESTA A TIERRA

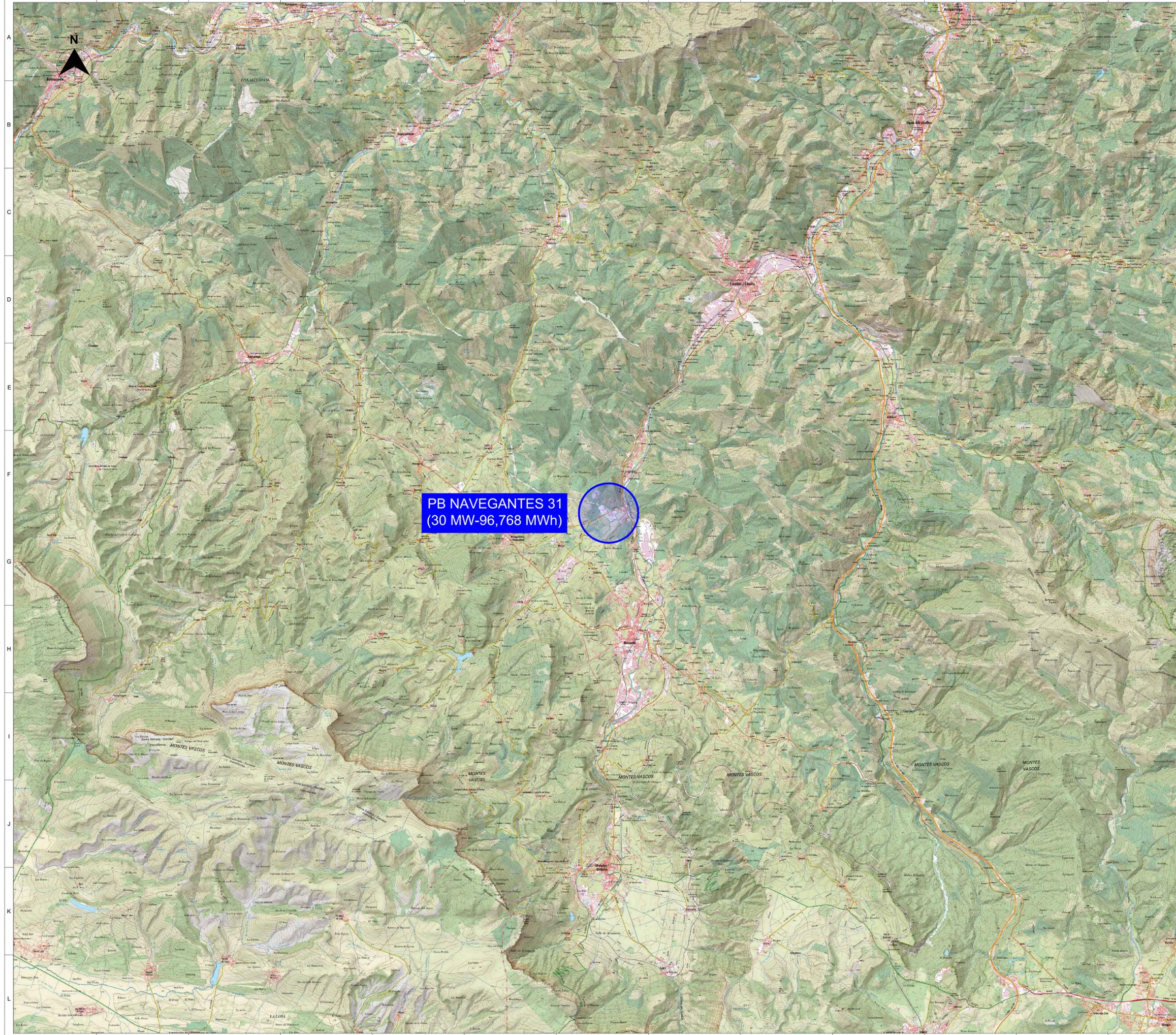


**PB NAVEGANTES 31  
(30 MW- 96,768MWh)**

LOCALIZACIÓN:



01	07/03/2025	Primera Edición	ATA	SDC	JLJ	SSR
00	04/02/2025	Primera Edición	ATA	SDC	JLJ	SSR
Versión	Fecha	Descripción	Emitted	Dibujado	Revisado	Aprobado
Cliente: Lemon Tree Power Ren 10 S.L.U.			Ingeniería: 			
Proyecto: PB NAVEGANTES 31 (30 MW - 96,768MWh)			Situación: Planos Generales			
Este plano es propiedad de Astrom Technical Advisors, S.L. No se puede reproducir, copiar, prestar, ceder o usar bajo ninguna circunstancia sin el previo consentimiento escrito del Propietario.			Escala: 1/200.000		Plano nº: 1.1	
			Tamaño: A1		Hojas: 2	
					Número de proyecto: 15088	



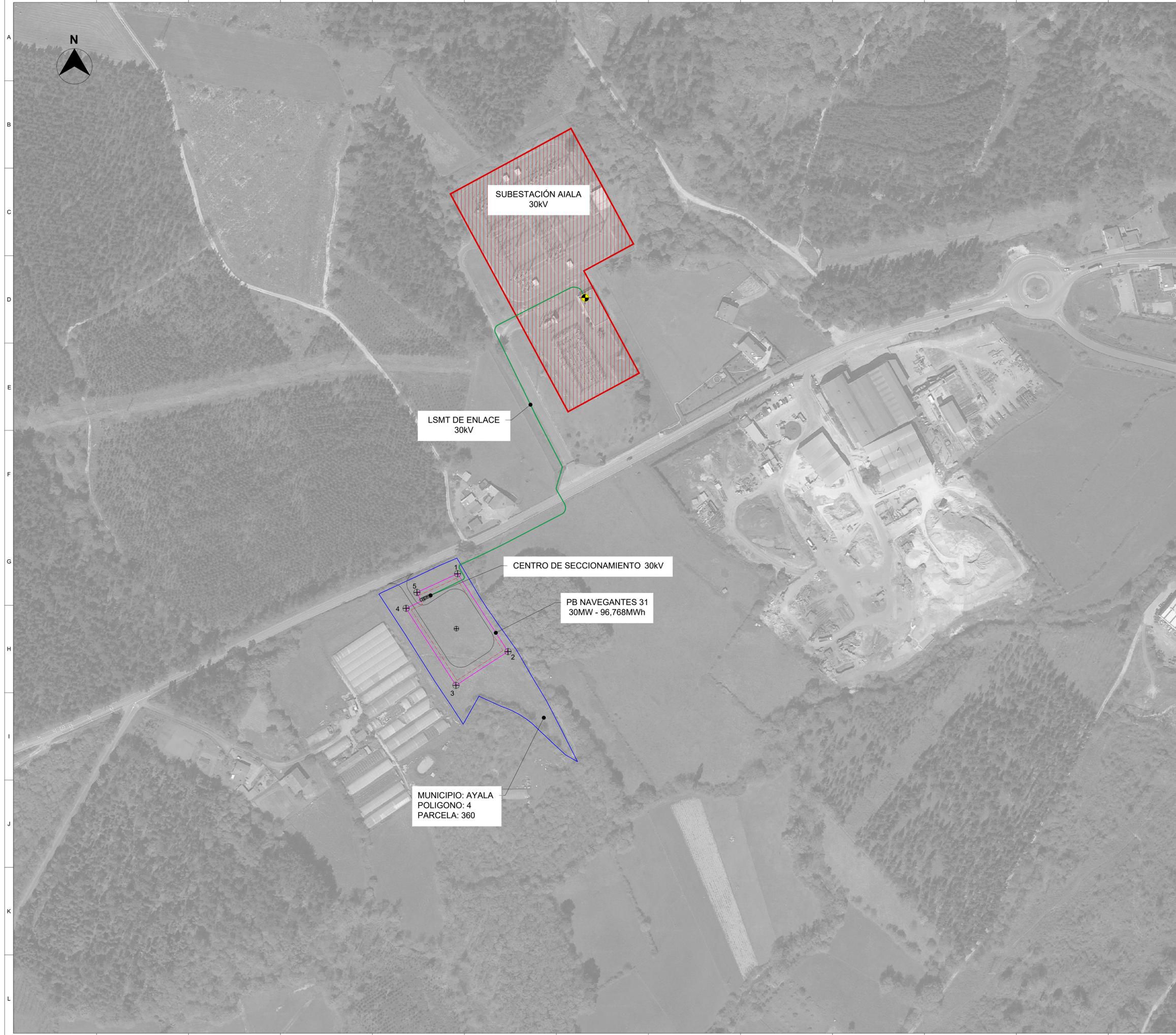
**PB NAVEGANTES 31**  
**(30 MW-96,768 MWh)**



**LOCALIZACIÓN:**



01	07/03/2025	Primera Edición	ATA	SDC	JLJ	SSR
00	04/02/2025	Primera Edición	ATA	SDC	JLJ	SSR
Versión	Fecha	Descripción	Emitted	Dibujado	Revisado	Aprobado
Cliente: Lemon Tree Power Ren 10 S.L.U.			Ingeniería: 			
Proyecto: PB NAVEGANTES 31 (30 MW - 96,768MWh)			Título & Subtítulo: Emplazamiento Planos Generales			
Este plano es propiedad de Astrom Technical Advisors, S.L. No se puede reproducir, copiar, prestar, ceder o usar bajo ninguna circunstancia sin el previo consentimiento escrito del Propietario.			Escala: 1/50.000	Plano nº: 1.1		
			Tamaño: A1	Hojas: 2	Hoja nº: 2	
			Número de proyecto: 15088			



**COORDENADAS VALLADO SISTEMA BESS (ETRS89/UTM30N):**  
 V1: X: 499011.2629 ; Y: 4769926.9240  
 V2: X: 499053.4156 ; Y: 4769861.9282  
 V3: X: 499009.8713 ; Y: 4769833.6877  
 V4: X: 498968.1611 ; Y: 4769898.0011  
 V5: X: 498977.2156 ; Y: 4769911.2984

Centroide: X: 499010.2506 ; Y: 4769881.0363

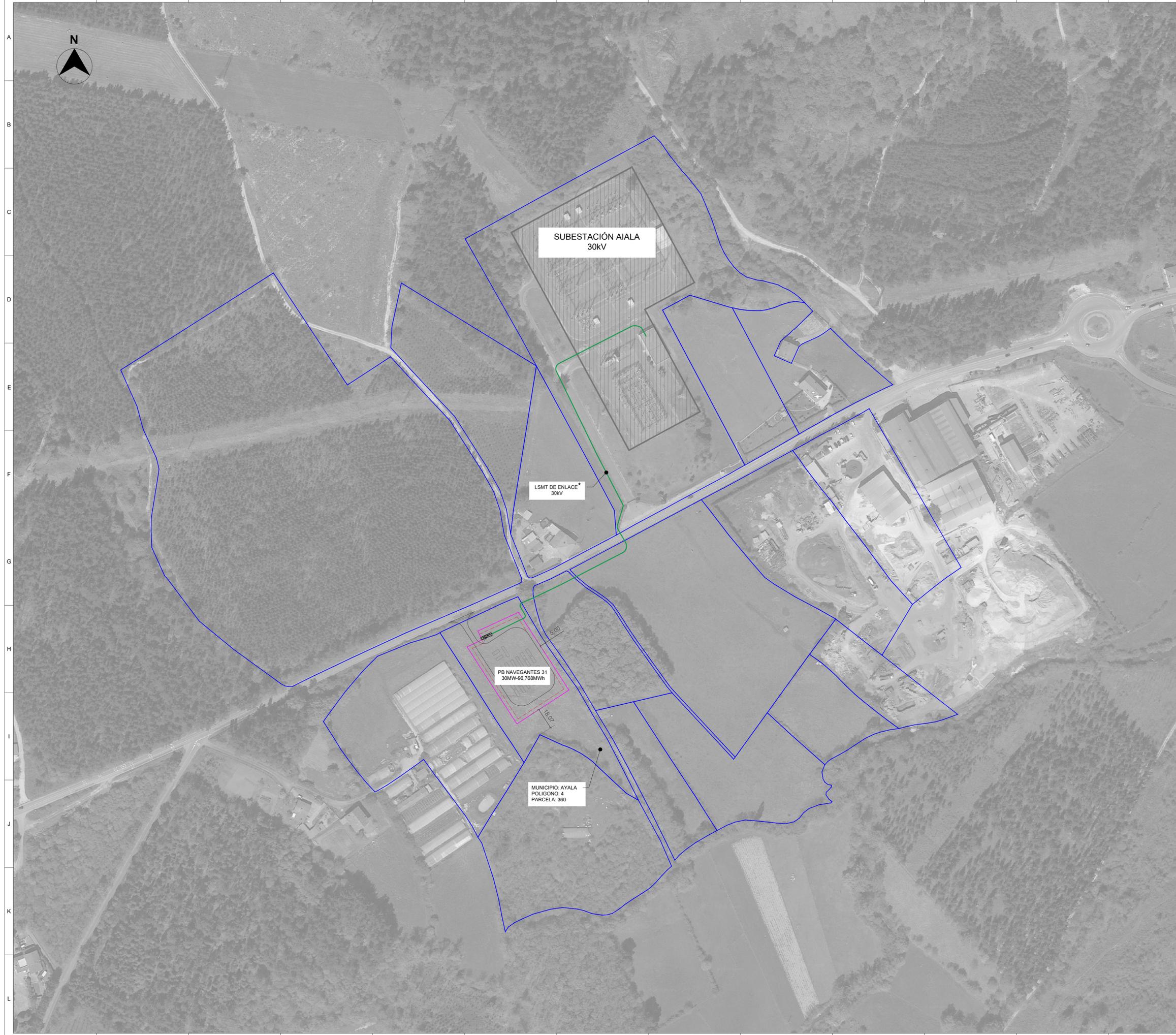
**COORDENADAS PUNTO DE MEDIDA FISCAL(ETRS89/UTM30N):**  
 X: 499052.3191; Y: 4770203.4311

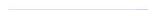
- LEYENDA:**
-  LÍMITE PARCELA DE IMPLANTACIÓN
  -  PB NAVEGANTES 31 (23 MW-3h)
  -  CENTRO DE SECCIONAMIENTO 30kV
  -  SUBESTACIÓN AIALA 30kV
  -  LSMT DE ENLACE 30kV
  -  RECINTO DE MEDIDA
  -  PUNTO DE MEDIDA FISCAL

\* ES OBJETO DE OTRO PROYECTO



01	06/03/2025	Segunda Edición	ATA	JAB	JLJ	SSR
00	21/02/2025	Primera Edición	ATA	SDC	JLJ	SSR
Versión	Fecha	Descripción	Emitido	Dibujado	Revisado	Aprobado
Cliente: Lemon Tree Power Ren 10 S.L.U.			Ingeniería: 			
Proyecto: PB NAVEGANTES 31 (30 MW - 96,768MWh)			Título & Subtítulo: Implantación Conjunto Instalaciones BESS			
Este plano es propiedad de Astrom Technical Advisors, S.L. No se puede reproducir, copiar, prestar, ceder o usar bajo ninguna circunstancia sin el previo consentimiento escrito del Propietario.			Escala: 1/1.500	Plano nº: 1.2		
			Tamaño: A1	Hojas: 1	Hoja nº: 1	Número de proyecto: 15088



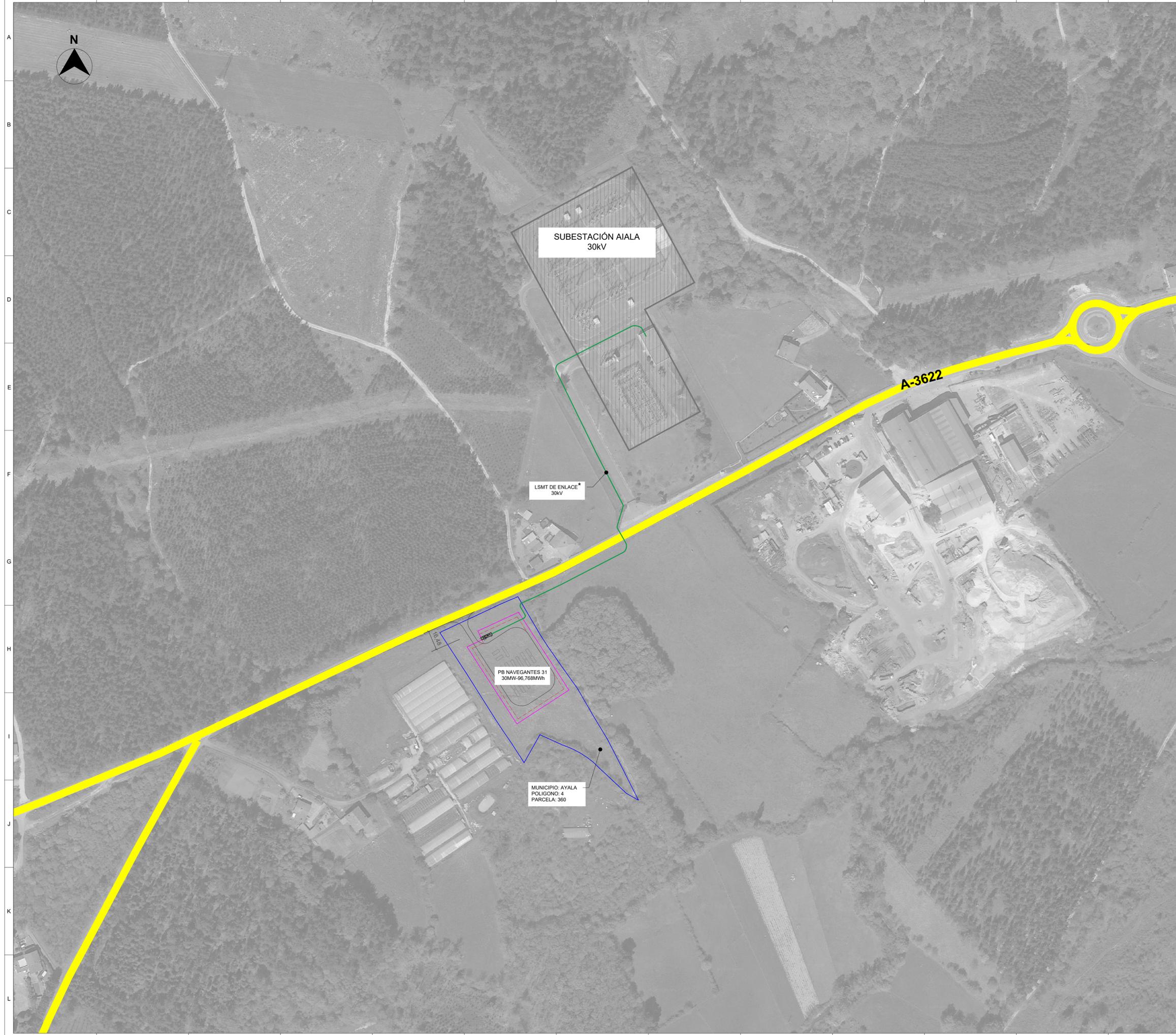
- LEYENDA:**
-  LÍMITE PARCELAS
  -  PB NAVEGANTES 31 (30 MW-96,768 MWh)
  -  SUBESTACIÓN AIALA 30kV
  -  LSMT DE ENLACE 30kV\*

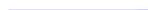
\* ES OBJETO DE OTRO PROYECTO

**LOCALIZACIÓN:**



01	03/03/2025	Segunda Edición	ATA	SDC	JLJ	SSR
00	24/02/2025	Primera Edición	ATA	SDC	JLJ	SSR
Versión	Fecha	Descripción	Emitido	Dibujado	Revisado	Aprobado
Cliente: Lemon Tree Power Ren 10 S.L.U.			Ingeniería: 			
Proyecto: PB NAVEGANTES 31 (30 MW - 96,768MWh)			Título & Subtítulo: Afecciones Linderos y Caminos Públicos			
Este plano es propiedad de Astrom Technical Advisors, S.L. No se puede reproducir, copiar, prestar, ceder o usar bajo ninguna circunstancia sin el previo consentimiento escrito del Propietario.			Escala: 1/1.500		Plano nº: 1.3	
			Tamaño: A1		Hojas: 6 Hoja nº: 1 Número de proyecto: 15088	



- LEYENDA:**
-  LÍMITE PARCELAS
  -  PB NAVEGANTES 31 (30 MW-96,768 MWh)
  -  SUBESTACIÓN AIALA 30kV
  -  LSMT DE ENLACE 30kV\*
  -  A-3622

\* ES OBJETO DE OTRO PROYECTO

**LOCALIZACIÓN:**



01	03/03/2025	Segunda Edición	ATA	SDC	JLJ	SSR
00	24/02/2025	Primera Edición	ATA	SDC	JLJ	SSR
Versión	Fecha	Descripción	Emitido	Dibujado	Revisado	Aprobado
Cliente: Lemon Tree Power Ren 10 S.L.U.			Ingeniería: 			
Proyecto: PB NAVEGANTES 31 (30 MW - 96,768MWh)			Título & Subtítulo: Afecciones Carreteras			
Este plano es propiedad de Astrom Technical Advisors, S.L. No se puede reproducir, copiar, prestar, ceder o usar bajo ninguna circunstancia sin el previo consentimiento escrito del Propietario.			Escala: 1/1.500		Plano nº: 1.3	
			Tamaño: A1		Hojas: 6      Hoja nº: 2	
			Número de proyecto: 15088			



**LEYENDA:**

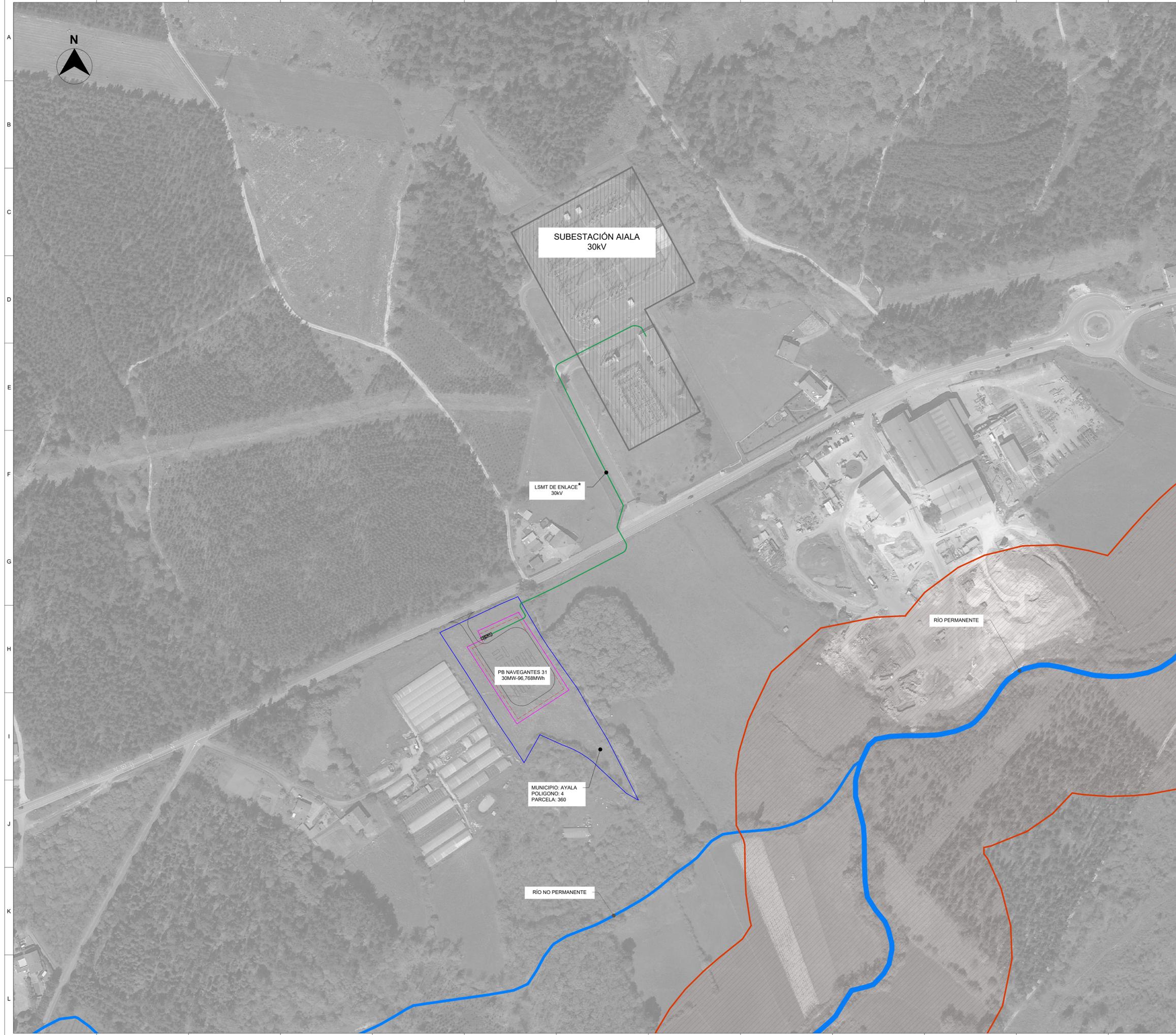
	LÍMITE PARCELAS
	PB NAVEGANTES 31 (30 MW-96,768 MWh)
	SUBESTACIÓN AIALA 30kV
	LSMT DE ENLACE 30kV*
	LAAT 220kV (Servidumbre 70m)
	LAAT 132kV (Servidumbre 60m)

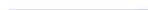
\* ES OBJETO DE OTRO PROYECTO

**LOCALIZACIÓN:**



01	03/03/2025	Segunda Edición	ATA	SDC	JLJ	SSR
00	24/02/2025	Primera Edición	ATA	SDC	JLJ	SSR
Versión	Fecha	Descripción	Emitido	Dibujado	Revisado	Aprobado
Cliente: Lemon Tree Power Ren 10 S.L.U.			Ingeniería: 			
Proyecto: PB NAVEGANTES 31 (30 MW - 96,768MWh)			Título & Subtítulo: Afecciones Líneas Eléctricas			
Este plano es propiedad de Astrom Technical Advisors, S.L. No se puede reproducir, copiar, prestar, ceder o usar bajo ninguna circunstancia sin el previo consentimiento escrito del Propietario.			Escala: 1/1.500	Plano nº: 1.3		
			Tamaño: A1	Hojas: 6	Hoja nº: 3	Número de proyecto: 15088



- LEYENDA:**
-  LÍMITE PARCELAS
  -  PB NAVEGANTES 31 (30 MW-96,768 MWh)
  -  SUBESTACIÓN AIALA 30kV
  -  LSMT DE ENLACE 30kV\*
  -  RED HIDROGRÁFICA
  -  ZONA DE POLICIA

\* ES OBJETO DE OTRO PROYECTO

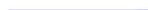
**LOCALIZACIÓN:**



01	03/03/2025	Segunda Edición	ATA	SDC	JLJ	SSR
00	24/02/2025	Primera Edición	ATA	SDC	JLJ	SSR
Versión	Fecha	Descripción	Emitido	Dibujado	Revisado	Aprobado
Cliente: Lemon Tree Power Ren 10 S.L.U.			Ingeniería: 			
Proyecto: PB NAVEGANTES 31 (30 MW - 96,768MWh)			Título & Subtítulo: Afecciones Hidrología			
Este plano es propiedad de Astrom Technical Advisors, S.L. No se puede reproducir, copiar, prestar, ceder o usar bajo ninguna circunstancia sin el previo consentimiento escrito del Propietario.			Escala: 1/1.500		Plano nº: 1.3	
			Tamaño: A1		Hojas: 6	
					Hoja nº: 4	
					Número de proyecto: 15088	



**LEYENDA:**

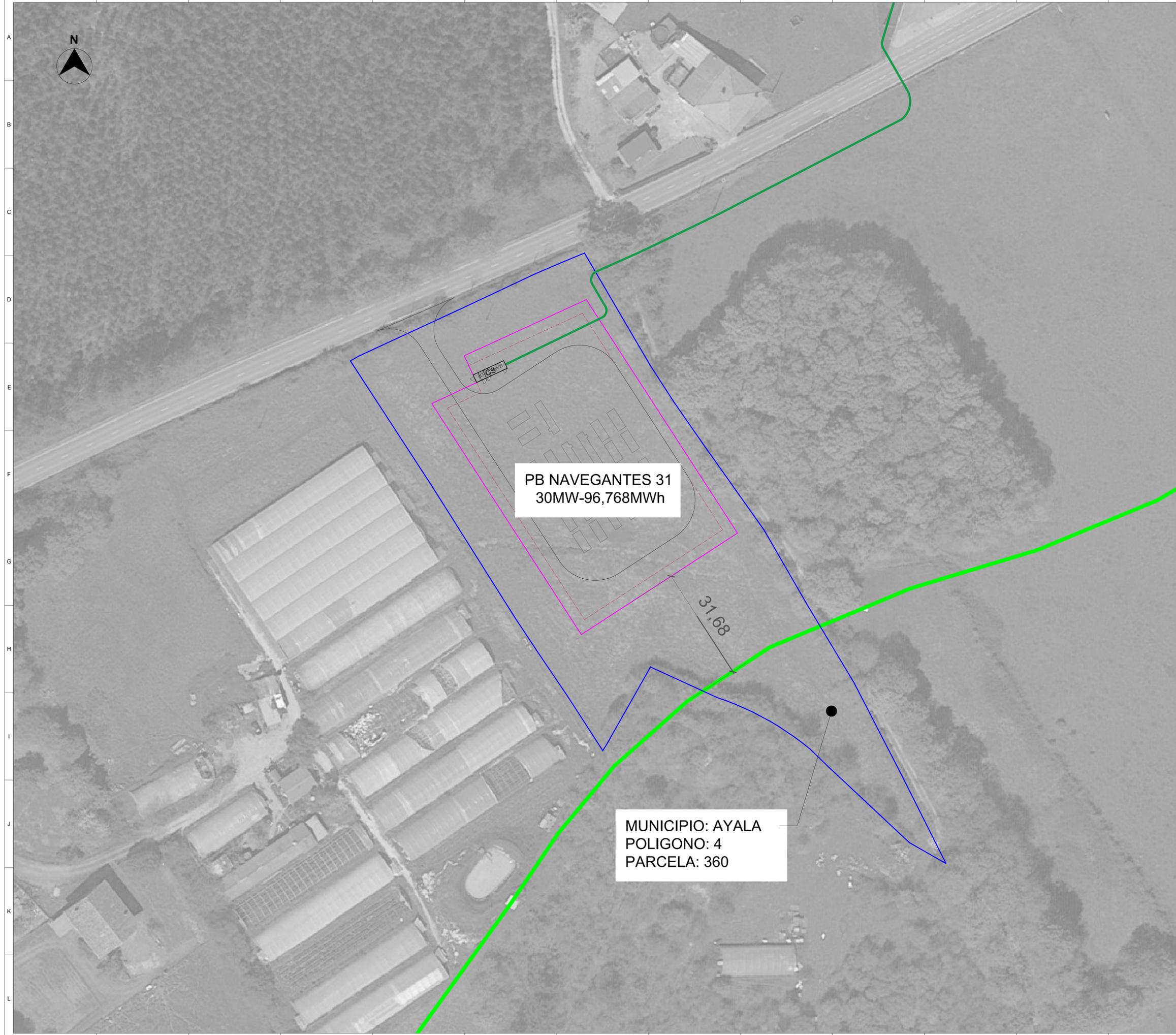
	LÍMITE PARCELAS
	PB NAVEGANTES 31 (30 MW-96,768 MWh)
	SUBESTACIÓN AIALA 30kV
	LSMT DE ENLACE 30kV*
	MONTES DE UTILIDAD PÚBLICA

\* ES OBJETO DE OTRO PROYECTO

**LOCALIZACIÓN:**



01	03/03/2025	Segunda Edición	ATA	SDC	JLJ	SSR
00	24/02/2025	Primera Edición	ATA	SDC	JLJ	SSR
Versión	Fecha	Descripción	Emitido	Dibujado	Revisado	Aprobado
Cliente: Lemon Tree Power Ren 10 S.L.U.			Ingeniería: 			
Proyecto: PB NAVEGANTES 31 (30 MW - 96,768MWh)			Título & Subtítulo: Afecciones Montes de Utilidad Pública			
Este plano es propiedad de Astrom Technical Advisors, S.L. No se puede reproducir, copiar, prestar, ceder o usar bajo ninguna circunstancia sin el previo consentimiento escrito del Propietario.			Escala: 1/1.500		Plano nº: 1.3	
			Tamaño: A1		Hojas: 6    Hoja nº: 5	
			Número de proyecto: 15088			

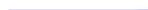


**PB NAVEGANTES 31**  
30MW-96,768MWh

**MUNICIPIO: AYALA**  
**POLIGONO: 4**  
**PARCELA: 360**

31,68

**LEYENDA:**

	LÍMITE PARCELAS
	PB NAVEGANTES 31 (30 MW-96,768 MWh)
	SUBESTACIÓN AIALA 30kV
	LSMT DE ENLACE 30kV*
	TUBERÍAS

\* ES OBJETO DE OTRO PROYECTO

**LOCALIZACIÓN:**



Versión	Fecha	Descripción	Emitido	Dibujado	Revisado	Aprobado
01	03/03/2025	Segunda Edición	ATA	SDC	JLJ	SSR
00	24/02/2025	Primera Edición	ATA	SDC	JLJ	SSR

Cliente: Lemon Tree Power Ren 10 S.L.U.		Ingeniería: 	
Proyecto: PB NAVEGANTES 31 (30 MW - 96,768MWh)		Título & Subtítulo: Afecciones Tuberías	
Este plano es propiedad de Astrom Technical Advisors, S.L. No se puede reproducir, copiar, prestar, ceder o usar bajo ninguna circunstancia sin el previo consentimiento escrito del Propietario.		Escala: 1/500	Plano nº: 1.3
		Tamaño: A1	Hojas: 6 Número de proyecto: 15088



**COORDENADAS VALLADO SISTEMA BESS (ETRS89/UTM30N):**

- V1: X: 499011.2629 ; Y: 4769926.9240
- V2: X: 499053.4156 ; Y: 4769861.9282
- V3: X: 499009.8713 ; Y: 4769833.6877
- V4: X: 498968.1611 ; Y: 4769898.0011
- V5: X: 498977.2156 ; Y: 4769911.2984

Centroide: X: 499010.2506 ; Y: 4769881.0363

**LEYENDA**

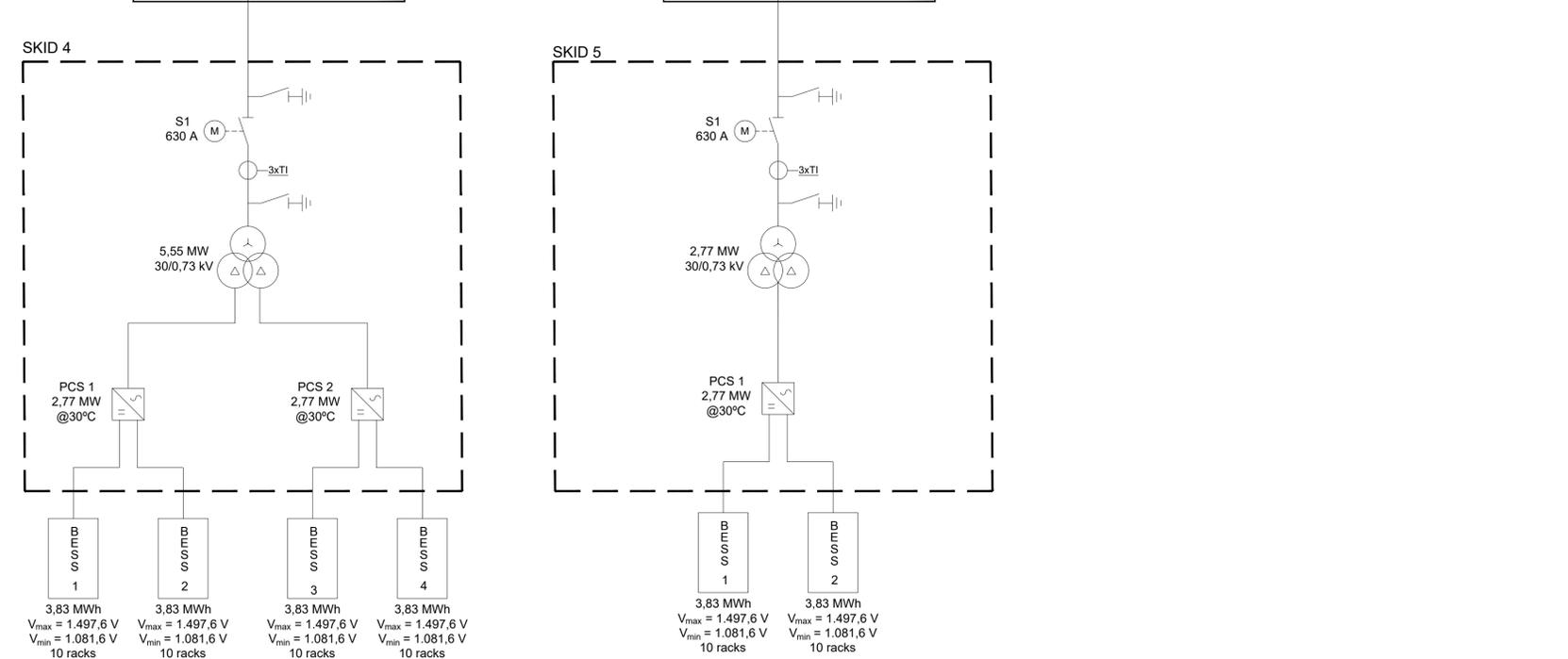
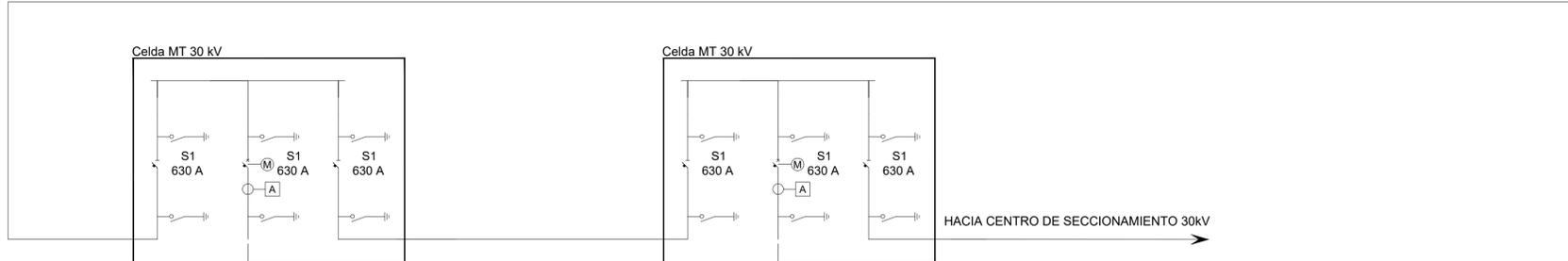
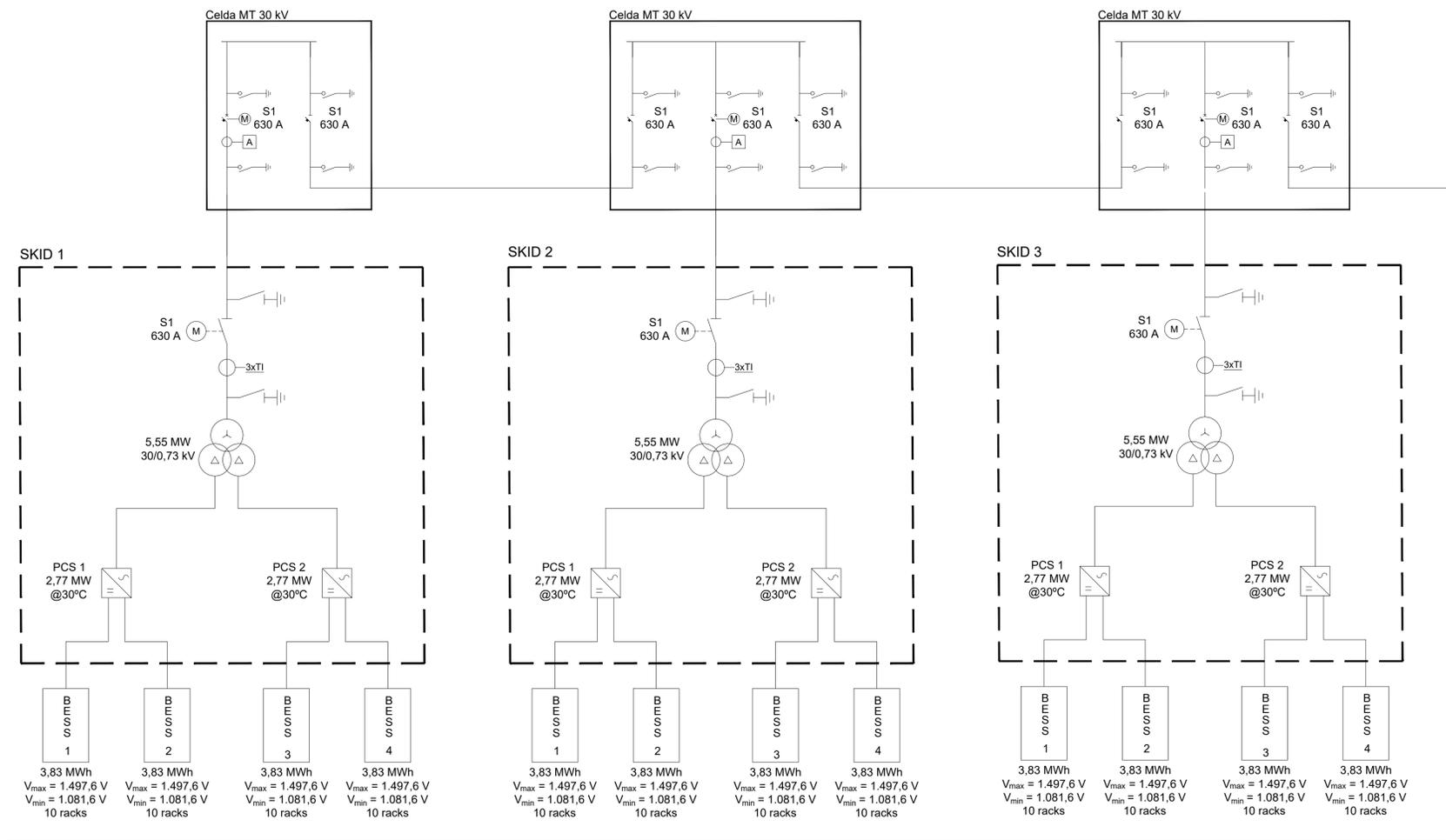
- ① CONTENEDOR BATERÍAS
- ② ESTACIÓN DE POTENCIA (1 PCS)
- ③ ESTACIÓN DE POTENCIA (2 PCS)
- ④ CENTRO DE SECCIONAMIENTO (\*)
- LÍMITE PARCELA DE IMPLANTACIÓN
- - - VALLADO PERIMETRAL
- - - LÍMITE DE CONSTRUCCIÓN (5m de vallado)
- LSMT DE ENLACE 30kV (\*)

(\*) NO ES OBJETO DE ESTE PROYECTO

**LOCALIZACIÓN:**



01	06/03/2025	Segunda versión	ATA	JAB	JLJ	SSR
00	24/02/2025	Primera versión	ATA	SDC	JLJ	SSR
Versión	Fecha	Descripción	Emitido	Dibujado	Revisado	Aprobado
Cliente: Lemon Tree Power Ren 10 S.L.U.			Ingeniería: 			
Proyecto: PB NAVEGANTES 31 (30 MW - 96,768MWh)			Título & Subtítulo: Implantación Sistema BESS			
Este plano es propiedad de Astrom Technical Advisors, S.L. No se puede reproducir, copiar, prestar, ceder o usar bajo ninguna circunstancia sin el previo consentimiento escrito del Propietario.			Escala: 1/250	Plano nº: 1.4		
			Tamaño: A1	Hojas: 1	Hoja nº: 1	Número de proyecto: 15088



- Puesta a Tierra
- Seccionador en carga
- Interruptor
- Transformador de intensidad
- Elemento de conversión CC/CA
- Sistema de almacenamiento
- Transformador de potencia (Tres devanados)

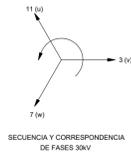
LOCALIZACIÓN:



01	03/03/2025	Primera Edición	ATA	JAB	JLJ	SSR
00	24/02/2025	Primera Edición	ATA	JAB	JLJ	SSR
Versión	Fecha	Descripción	Emitido	Dibujado	Revisado	Aprobado
Cliente: Lemon Tree Power Ren 10 S.L.U.			Ingeniería: 			
Proyecto: PB NAVEGANTES 31 (30 MW - 96,768MWh)			Título & Subtítulo: Esquema unifilar básico Sistema de almacenamiento			
Este plano es propiedad de Astrom Technical Advisors, S.L. No se puede reproducir, copiar, prestar, ceder o usar bajo ninguna circunstancia sin el previo consentimiento escrito del Propietario.			Escala: S/E Tamaño: A1		Plano nº: 1.5 Hojas: 1 Hoja nº: 1 Número de proyecto: 15088	

# CARACTERISTICAS BASICAS DEL DISEÑO

SISTEMA 30 kV	30 kV
TENSIÓN DE SERVICIO	36 kV
TENSIÓN ELEVADA PARA EL MATERIAL	70 kV
TENSIÓN DE FRECUENCIA INDUSTRIAL 1 MINUTO	170 kV
NIVEL DE IMPULSO BASICO	1250 A
INTENSIDAD NOMINAL BUSBARS	20 kA
CORRIENTE NOMINAL DE CORTOCIRCUITO	0,5 s
DURACIÓN CORTOCIRCUITO	125 Vcc; 400/230 Vca
TENSIÓN CIRCUITOS AUXILIARES	

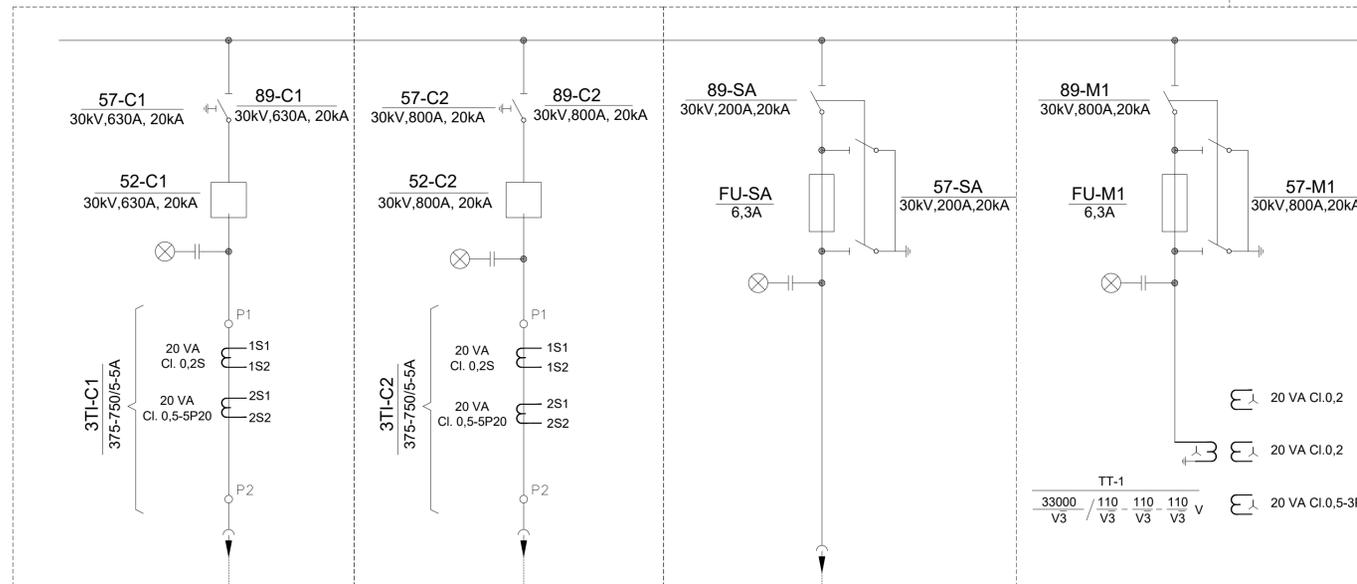
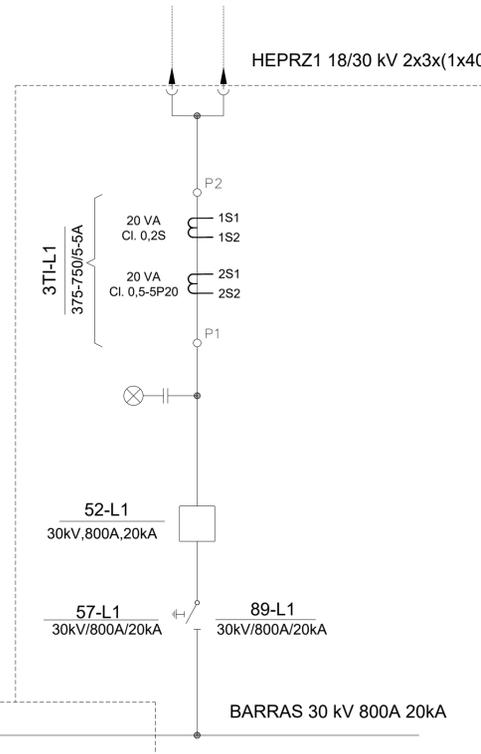


## LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCION
	INTERRUPTOR (20kV)
	SECCIONADOR CON PaT
	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD (TI)
	DETECTOR DE TENSION

LSMT 30kV de enlace

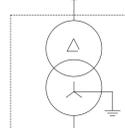
HEPRZ1 18/30 kV 2x3x(1x400mm<sup>2</sup>) Al + H25



CIRCUITO 1  
(30 MW)  
PB NAVEGANTES 31  
(Objeto de otro proyecto)

RESERVA

TR SSAA  
Dyn11  
30±2x2,5%/0,420-0,242 kV  
1,4 MVA



SSAA

## Notas:

- Son objeto de otros proyectos:
  - El Centro de Seccionamiento 30kV
  - La LSMT 30kV de Enlace

## Leyenda:

	Puesta a Tierra
	Interruptor
	Interruptor - Seccionador
	Seccionador
	Interruptor autom. con relé de protección de sobrecorriente 50,51,51N
	Indicador de tensión capacitivo

## LOCALIZACIÓN:



Versión	Fecha	Descripción	Emitido	Dibujado	Revisado	Aprobado
01	06/03/2025	Primera Edición	ATA	JAB	JLJ	SSR
00	24/02/2025	Primera Edición	ATA	JAB	JLJ	SSR

Ciente: Lemon Tree Power Ren 10 S.L.U.      Ingeniería:

Proyecto: PB NAVEGANTES 31 (30 MW - 96,768MWh)      Título & Subtítulo: Esquema unifilar MT

Este plano es propiedad de Astrom Technical Advisors, S.L. No se puede reproducir, copiar, prestar, ceder o usar bajo ninguna circunstancia sin el previo consentimiento escrito del Propietario.

Escala: S/E	Plano nº: 1.6
Tamaño: A1	Hojas: 1      Hoja nº: 1
	Número de proyecto: 15088





VOLÚMENES BESS	DEMONTE m <sup>3</sup>	TERRAPLÉN m <sup>3</sup>	TIERRA VEGETAL m <sup>3</sup> (ESPESOR 20 cm)	DESBROCE m <sup>2</sup>	DESBROCE DENTRO DE PARCELA m <sup>2</sup>	PAQUETE DE FIRMES m <sup>3</sup>
PLATAFORMA BESS	354,81	2743,53	980,80	4903,99	4897,13	1364,86
VIAL ACCESO A BESS	42,33	2,73	34,36	171,81	95,83	34,35
ZANJA SUBTERRÁNEA A BESS	--	--	--	--	7,04	--
<b>TOTALES</b>	<b>397,14</b>	<b>2746,26</b>	<b>1015,16</b>	<b>5075,80</b>	<b>5000,00</b>	<b>1399,21</b>

LSMT DE ENLACE \*  
30kV

CENTRO DE SECCIONAMIENTO \*  
30kV

PB NAVEGANTES 31  
30MW - 96,768MWh

MUNICIPIO: AYALA  
POLIGONO: 4  
PARCELA: 360

LEYENDA:

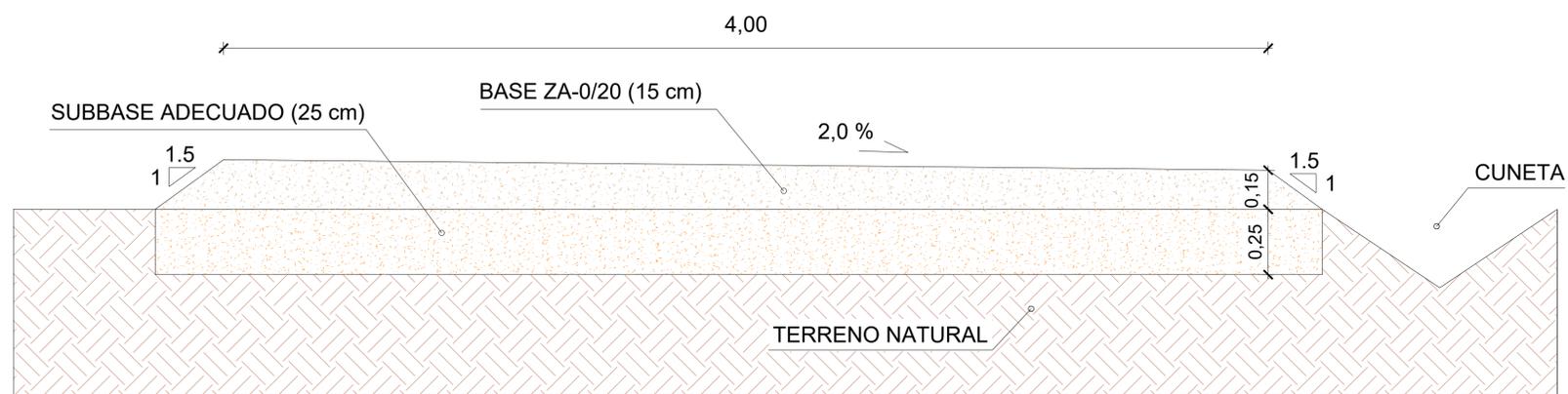
-  LÍMITE PARCELA DE IMPLANTACIÓN
-  PB NAVEGANTES 31 (30 MW- 96,768 MWh)
-  CENTRO DE SECCIONAMIENTO 30kV\*
-  SUBESTACIÓN AIALA 30kV
-  LSMT DE ENLACE 30kV\*
-  DESMONTE
-  TERRAPLÉN

\* ES OBJETO DE OTRO PROYECTO

LOCALIZACIÓN:



02	11/03/2025	Tercera Edición	ATA	JAB	JLJ	SSR
01	06/03/2025	Segunda Edición	ATA	JAB	JLJ	SSR
00	04/02/2025	Primera Edición	ATA	SDC	JLJ	SSR
Versión	Fecha	Descripción	Emitido	Dibujado	Revisado	Aprobado
Cliente: Lemon Tree Power Ren 10 S.L.U.			Ingeniería: 			
Proyecto: PB NAVEGANTES 31 (30 MW - 96,768MWh)			Título & Subtítulo: Movimiento de Tierras BESS			
Este plano es propiedad de Astrom Technical Advisors, S.L. No se puede reproducir, copiar, prestar, ceder o usar bajo ninguna circunstancia sin el previo consentimiento escrito del Propietario.			Escala: 1/1.000	Plano nº: 1.8		
			Tamaño: A1	Hojas: 1	Hoja nº: 1	
			Número de proyecto: 15088			



**NOTAS:**

- Retirar toda la capa vegetal de la superficie del vial.
- Cajeados de 25 cm del ancho de plataforma
- Base de 15 cm de espesor mínimo, de zahorra artificial (PG-3), compactada al 98% P.M.
- Subbase de 25cm de espesor mínimo, de suelo adecuado (PG-3), compactado al 95% P.M.
- Compactación en tongadas de profundidad 30cm como máximo.
- Cuneta colocada aguas arriba del vial.

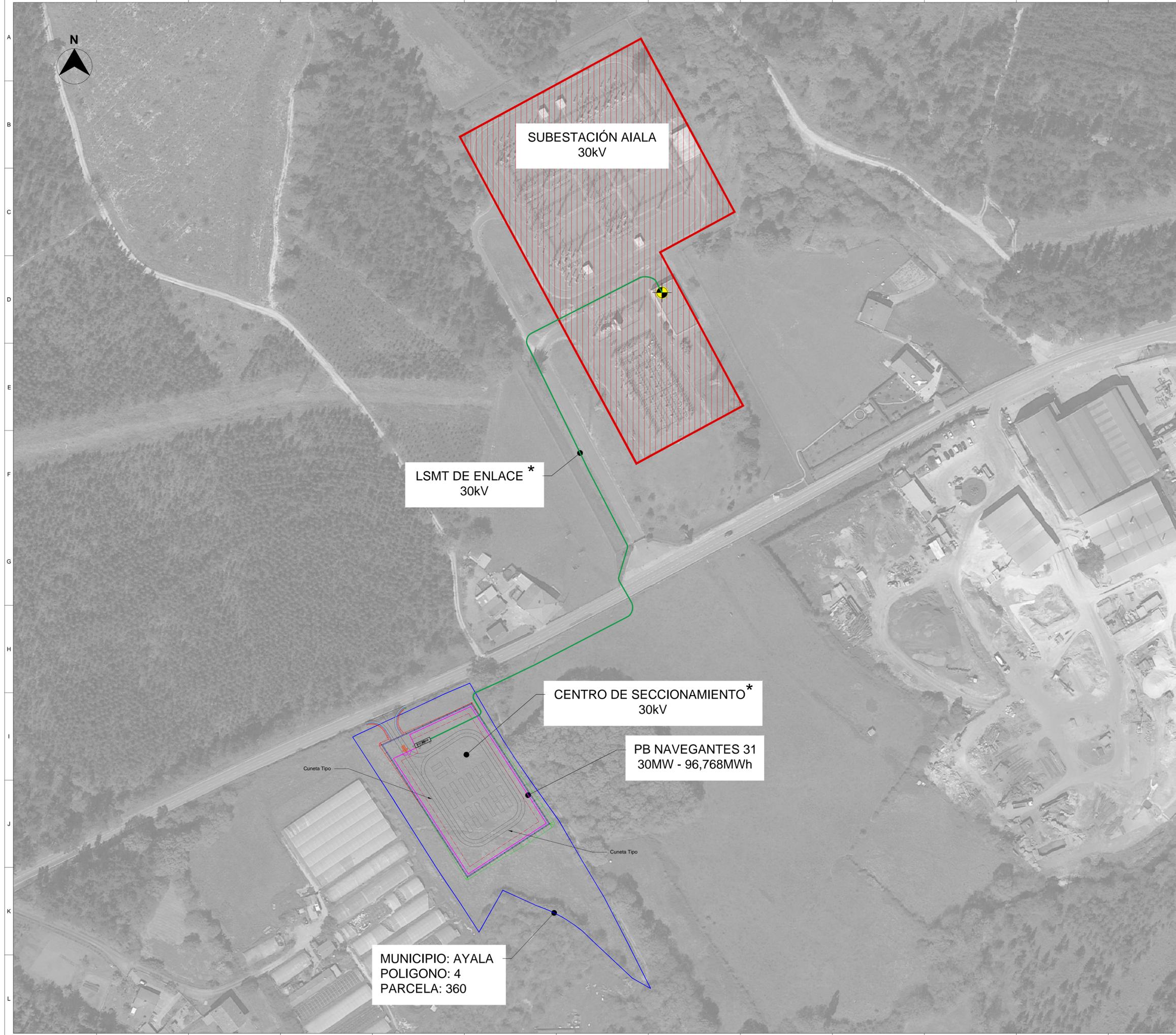
**LOCALIZACIÓN:**



Versión	Fecha	Descripción	Emitido	Dibujado	Revisado	Aprobado
01	07/03/2025	Primera emisión	ATA	JAB	ABA	SSR
00	04/02/2025	Primera emisión	ATA	JAB	ABA	SSR

<b>Ciente:</b> Lemon Tree Power Ren 10 S.L.U.		<b>Ingeniería:</b> 	
<b>Proyecto:</b> PB NAVEGANTES 31 (30 MW - 96,768MWh)		<b>Título &amp; Subtítulo:</b> Caminos Interiores Sección Tipo	
<small>Este plano es propiedad de Astrom Technical Advisors, S.L. No se puede reproducir, copiar, prestar, ceder o usar bajo ninguna circunstancia sin el previo consentimiento escrito del Propietario.</small>		<b>Escala:</b> S/E	<b>Plano nº:</b> 1.9
		<b>Tamaño:</b> A1	<b>Hojas:</b> 1
		<b>Número de proyecto:</b> 15088	



**LEYENDA:**

- LÍMITE PARCELA DE IMPLANTACIÓN
- PB NAVEGANTES 31 (30 MW- 96,768MWh)
- CENTRO DE SECCIONAMIENTO 30kV\*
- SUBESTACIÓN AIALA 30kV
- LSMT DE ENLACE 30kV\*
- RECINTO DE MEDIDA
- PUNTO DE MEDIDA FISCAL
- DESMONTE
- TERRAPLÉN

\* ES OBJETO DE OTRO PROYECTO

**LOCALIZACIÓN:**



01	06/03/2025	Segunda Edición	ATA	JAB	JLJ	SSR
00	04/02/2025	Primera Edición	ATA	SDC	JLJ	SSR
Versión	Fecha	Descripción	Emitido	Dibujado	Revisado	Aprobado
Cliente: Lemon Tree Power Ren 10 S.L.U.			Ingeniería: 			
Proyecto: PB NAVEGANTES 31 (30 MW - 96,768MWh)			Título & Subtítulo: Drenajes BESS BESS			
Este plano es propiedad de Astrom Technical Advisors, S.L. No se puede reproducir, copiar, prestar, ceder o usar bajo ninguna circunstancia sin el previo consentimiento escrito del Propietario.			Escala: 1/1.000		Plano nº: 1.10	
			Tamaño: A1		Hojas: 1 Hoja nº: 1 Número de proyecto: 15088	

MUNICIPIO: AYALA  
POLIGONO: 4  
PARCELA: 360

Cuneta Tipo

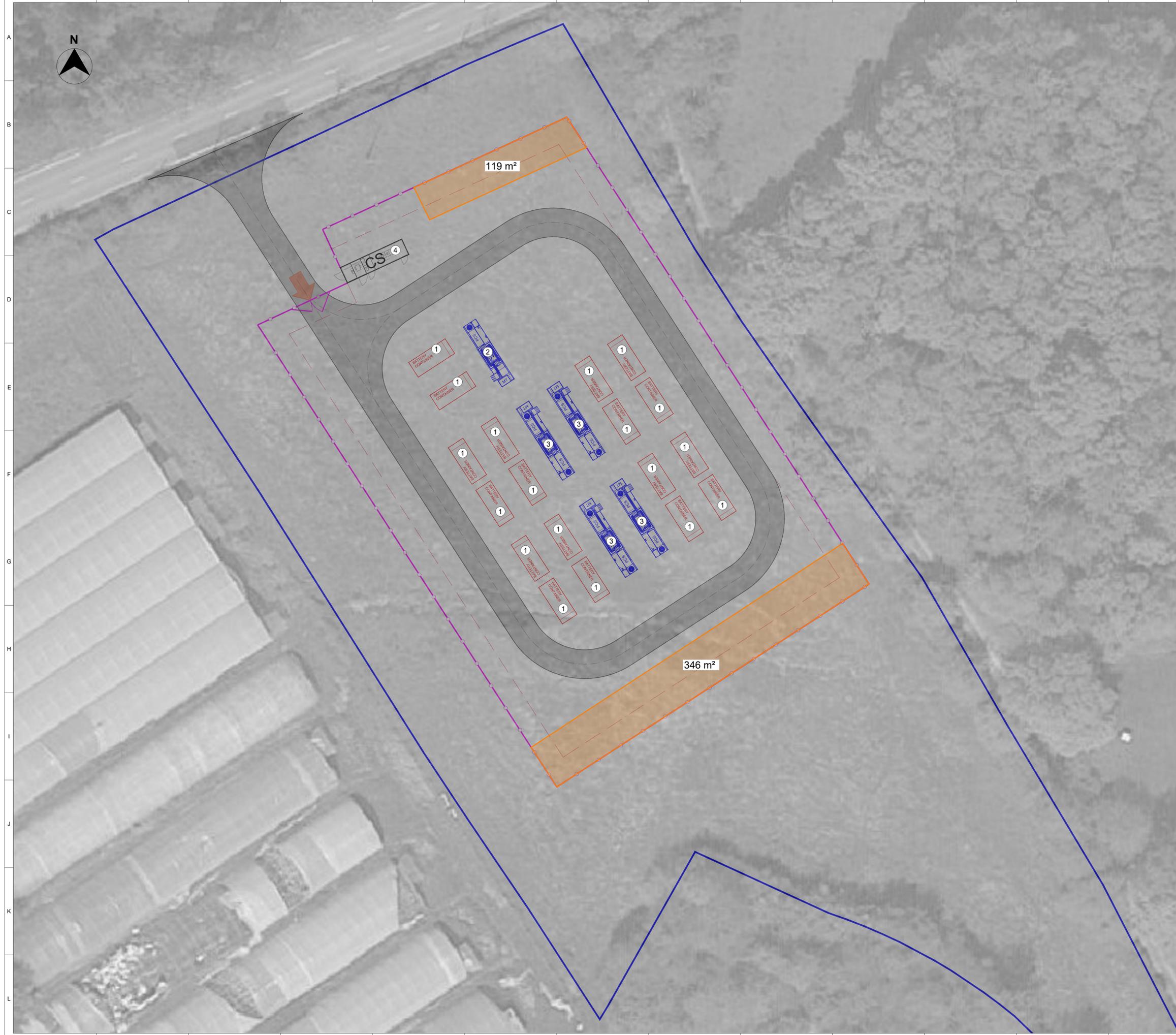
Cuneta Tipo

CENTRO DE SECCIONAMIENTO\*  
30kV

PB NAVEGANTES 31  
30MW - 96,768MWh

LSMT DE ENLACE\*  
30kV

SUBESTACIÓN AIALA  
30kV



**LEYENDA**

- ① CONTENEDOR BATERÍAS
- ② ESTACIÓN DE POTENCIA (1 PCS)
- ③ ESTACIÓN DE POTENCIA (2 PCS)
- ④ CENTRO DE SECCIONAMIENTO (\*)
- LÍMITE PARCELA
- - - VALLADO PERIMETRAL
- - - LÍMITE DE CONSTRUCCIÓN (5m de vallado)
- ZONA DE ACOPIO (465m²)

(\*) NO ES OBJETO DE ESTE PROYECTO

**LOCALIZACIÓN:**



01	24/02/2025	Segunda versión	ATA	JAB	ABA	SSR
00	24/02/2025	Primera versión	ATA	JAB	ABA	SSR
Versión	Fecha	Descripción	Emitido	Dibujado	Revisado	Aprobado
Cliente: Lemon Tree Power Ren 10 S.L.U.			Ingeniería: 			
Proyecto: PB NAVEGANTES 31 (30 MW - 96,768MWh)			Título & Subtítulo: Zonas de Acopio			
Este plano es propiedad de Astrom Technical Advisors, S.L. No se puede reproducir, copiar, prestar, ceder o usar bajo ninguna circunstancia sin el previo consentimiento escrito del Propietario.			Escala: 1/250	Plano nº: 1.11		
			Tamaño: A1	Hojas: 1	Hoja nº: 1	Número de proyecto: 15088



**LEYENDA**

- VALLADO PERIMETRAL
- CONDUCTOR COBRE DESNUDO
-  SOLDADURA EXOTÉRMICA EN X
-  SOLDADURA EXOTÉRMICA EN T
-  CONEXIÓN CON VALLADO (CADA 10M)
-  CONEXIÓN CON EQUIPO
- 1 CONTENEDOR BATERÍAS
- 2 ESTACIÓN DE POTENCIA (1 PCS)
- 3 ESTACIÓN DE POTENCIA (2 PCS)
- 4 CENTRO DE SECCIONAMIENTO (\*)

(\*) NO ES OBJETO DE ESTE PROYECTO

**LOCALIZACIÓN:**



01	06/03/2025	Segunda versión	ATA	SDC	JLJ	SSR	
00	24/02/2025	Primera versión	ATA	SDC	JLJ	SSR	
Versión	Fecha	Descripción	Emitido	Dibujado	Revisado	Aprobado	
Cliente: Lemon Tree Power Ren 10 S.L.U.			Ingeniería: 				
Proyecto: PB NAVEGANTES 31 (30 MW - 96,768MWh)			Título & Subtítulo: Red General de Puesta a Tierra				
Este plano es propiedad de Astrom Technical Advisors, S.L. No se puede reproducir, copiar, prestar, ceder o usar bajo ninguna circunstancia sin el previo consentimiento escrito del Propietario.			Escala: 1/250		Plano nº: 1.12		
			Tamaño: A1		Hojas: 1		
			Número de proyecto: 15088				