

# PROYECTO PARA AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA PREVIA PLANTA BESS CON CONEXIÓN A SET FORTUNA 45 KV

**PB Águila Imperial (4,99 MW – 23,04 MWh)**

Leganés, Madrid, España

**Peticionario:** **SAVANNA POWER SOLAR 18, S.L.U.**

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

**Versión:** **v01**

**Fecha:** **09 de junio de 2026**

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

# Documentos del Proyecto

**DOCUMENTO 1: MEMORIA DESCRIPTIVA**

- **ANEXO I: Fichas Técnicas Equipos Principales**
- **ANEXO II: Cronograma de Ejecución**
- **ANEXO III: Plan de Desmantelamiento**
- **ANEXO IV: Estudio de Protección Contra Incendios**
- **ANEXO V: Cálculo Baja Tensión**
- **ANEXO VI: Dimensionamiento**

**DOCUMENTO 2: PRESUPUESTO**

**DOCUMENTO 3: PLANOS**

# DOCUMENTO 1: MEMORIA DESCRIPTIVA

# Índice

**1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO ..... 4**

1.1. OBJETO DEL PROYECTO ..... 4
1.2. POTENCIAS DEL PROYECTO ..... 5
1.3. ANTECEDENTES ..... 6
1.4. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD ..... 7
1.5. TITULAR - PROMOTOR ..... 7
1.6. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO ..... 7
1.7. ORGANISMOS AFECTADOS ..... 11

**2. LEGISLACION APLICABLE ..... 22**

2.1. NORMATIVA LOCAL ..... 22
2.2. PRODUCCIÓN ELÉCTRICA ..... 22
2.3. INSTALACIONES BESS ..... 23
2.4. INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN ..... 23
2.5. INSTALACIONES DE MEDIA Y ALTA TENSIÓN ..... 23
2.6. ESTRUCTURAS Y OBRA CIVIL ..... 24
2.7. SEGURIDAD Y SALUD ..... 24
2.8. MEDIOAMBIENTAL ..... 25
2.9. NORMAS UNE APLICABLES ..... 26

**3. DESCRIPCIÓN GENERAL BESS ..... 29**

3.1. PARCELAS CATASTRALES AFECTADAS ..... 29
3.2. ACCESOS A PLANTA ..... 30
3.3. OROGRAFÍA DE LA PARCELA ..... 32
3.4. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE UN SISTEMA BESS ..... 33
3.5. CRITERIOS DE DISEÑO ..... 37
3.6. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL SISTEMA BESS ..... 40

**4. LÍNEA SUBTERRÁNEA 30 KV DE EVACUACIÓN ..... 59**

4.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA LÍNEA ..... 59
4.2. PARCELAS CATASTRALES AFECTADAS ..... 59
4.3. DESCRIPCIÓN DE LOS CONDUCTORES ..... 60
4.4. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN ..... 61

**5. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS ..... 73**

5.1. TRABAJOS PREVIOS ..... 73
5.2. TOPOGRAFÍA ..... 75
5.3. OBRA CIVIL ..... 75
5.4. SUMINISTRO DE EQUIPOS ..... 83
5.5. MONTAJE MECÁNICO ..... 83
5.6. MONTAJE ELÉCTRICO ..... 84
5.7. TRABAJOS DE LA LÍNEA DE EVACUACIÓN ..... 84

**6. ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD ..... 85**

6.1. VERIFICACIÓN DE SUMINISTRO POR PROVEEDORES HOMOLOGADOS ..... 85
6.2. ENSAYOS DE RECEPCIÓN EN FÁBRICA ..... 86
6.3. RECEPCIÓN EN OBRA ..... 86
6.4. CALIDAD DE CIMENTACIONES ..... 86
6.5. DOCUMENTACIÓN DE LA INSTALACIÓN ..... 86

# 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 Águila Imperial", de 4,99 MW y 23,04 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 Leganés 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 "PB Águila Imperial"** se proyecta en una parcela perteneciente al término municipal de Leganés, Madrid, España.

Desde el Centro de Seccionamiento de la Planta de almacenamiento se evacuará la energía a través de una Línea Subterránea de Media Tensión de 30 kV (**LSMT 30 kV**) hasta la **Subestación Elevadora Valduro 45/30 kV** (propiedad de Savanna Power Solar 15, S.L.U. y objeto de otro proyecto) compartido con las Plantas "PB Lince Ibérico", "PB Cigüeña Negra", "PB Quebrantahuesos", "PB Oso Pardo" y "PB Vaquita Marina" (objetos de otros proyectos)**.** En la Subestación, se eleva la tensión y parte la **Línea Subterránea de Alta Tensión 45 kV** (LSAT 45 kV**),** que es objeto de otro proyecto**,** hasta la **SET FORTUNA 45 kV** (propiedad de I-DE Redes Eléctricas Inteligentes S.A.U)

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 BESS "PB Águila Imperial" conforme al Permiso de Acceso de Conexión otorgado por I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U. es de 4,99 MW, con una energía de almacenamiento de hasta 23,04MWh.

**Potencia instalada del sistema BESS:**

Atendiendo a la definición de potencia instalada expuesta en el artículo 5.3 del Real Decreto 997/2025, de 5 de noviembre:

*La potencia instalada de un módulo de almacenamiento electroquímico será la menor de entre las siguientes:*

a) *La suma de las potencias activas máximas unitarias de las celdas de las baterías que configuran dicho módulo.*
b) *La potencia activa máxima del inversor o, en su caso, la suma de las potencias activas máximas de los inversores que configuran dicho módulo.*
c) *La potencia activa máxima del transformador o, en su caso, la suma de las potencias activas máximas de los transformadores que configuran dicho módulo si estos se encontrasen conectados en paralelo. Para determinar la potencia activa máxima de un transformador se aplicará un factor de potencia igual a la unidad.*

Como, en este caso, la menor es la suma de la potencia de las celdas de baterías, la Potencia instalada del proyecto es de **4.885,38 kW.**

Por lo tanto, para la Planta BESS "PB Águila Imperial" se obtienen los valores reflejados en la siguiente tabla:

| Parámetro | Valor |
|---|---|
| **Potencia Instalada (Real de equipos)** | **4.885,38 kW** |
| **Potencia Instalada (Según permiso de AyC)** | **4.990 kW** |
| **Capacidad de Acceso (Según permiso de AyC)** | **4.990 kW** |
| **Energía de Almacenamiento (Según permiso de AyC)** | **23.040 kWh** |

***Tabla 1: Potencias de la Planta BESS***

## 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 (SAVANNA POWER SOLAR 18, S.L.U.) solicitó a I-DE Redes Eléctricas Inteligentes S.A.U., acceso a la red de transporte en la subestación existente SET FORTUNA 45 kV.

En abril de 2024 se obtiene el Permiso de acceso y conexión emitido por I-DE Redes Eléctricas Inteligentes S.A.U., para la evacuación en la SET FORTUNA 45 kV (Red de Distribución).

## 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 **SAVANNA POWER SOLAR 18, S.L.U.**

## 1.6. Situación y emplazamiento

El conjunto de las instalaciones proyectadas se encuentra en el término municipal de Leganés, provincia de Madrid.

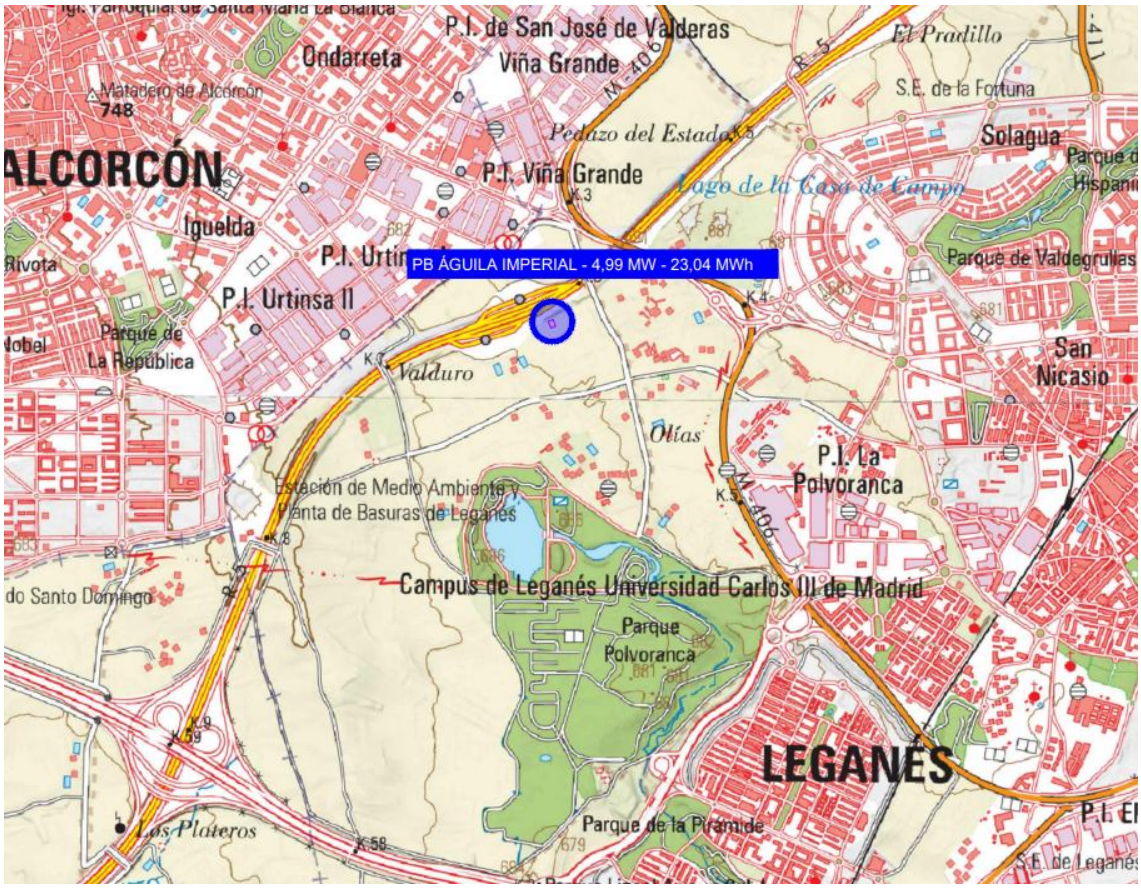



***Figura 1. Situación del proyecto***

Emplazamiento de la Planta BESS “PB Águila Imperial”

La Planta de almacenamiento se proyecta en el municipio de Leganés. Las coordenadas de referencia donde se localizará la Planta BESS son las siguientes:

| **PLANTA BESS** | |
|---|---|
| **Coordenadas (ETRS89/UTM30N)** | |
| **X** | **Y** |
| 432.027,19 | 4.465.425,35 |

***Tabla 2. Coordenadas del Emplazamiento Planta BESS “PB Águila Imperial”***

| **PLANTA BESS. VÉRTICES VALLADO<br>Coordenadas (ETRS89/UTM30N)** | | |
|---|---|---|
| **PUNTO** | **X** | **Y** |
| **V1** | 432.009,23 | 4.465.436,39 |
| **V2** | 432.032,00 | 4.465.445,85 |
| **V3** | 432.045,09 | 4.465.414,32 |
| **V4** | 432.022,45 | 4.465.404,86 |

***Tabla 3. Coordenadas de los vértices de vallado de la Planta BESS***

La siguiente imagen ilustra la situación de la planta BESS:




***Figura 2. Emplazamiento Planta BESS "PB Águila Imperial"***

Emplazamiento LSMT 30 kV (Centro de Seccionamiento – SET Valduro 45/30 kV)

La línea proyectada trascurre únicamente por el municipio de Leganés, Madrid. A continuación, se indican las coordenadas del inicio y fin de la línea:

| LSMT 30 kV de Evacuación | | |
|---|---|---|
| **Coordenadas (ETRS89/UTM30N)** | **X** | **Y** |
| **INICIO DE LÍNEA** | 432.035,28 | 4.465.430,09 |
| **FIN DE LÍNEA** | 432.059,04 | 4.465.440,63 |

***Tabla 4. Coordenadas de la LSMT 30 kV de evacuación.***




***Figura 3: Emplazamiento de la LSMT 30 kV de evacuación***

## 1.7. Organismos afectados

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

- Ayuntamiento de Leganés
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico
- SEO Birdlife
- Ecologistas en Acción
- AESA
- Dirección General de Infraestructura (DIGENIN)
- Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior
- Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible - Demarcación de Carreteras del Estado en Madrid Subdirección General de Conservación y Explotación
- I-DE Redes Eléctricas Inteligentes S.A.
- Red Eléctrica de España (REE)
- Consejería de Vivienda, Transportes e Infraestructuras

Se han analizado los aspectos resumidos en la siguiente tabla para determinar la relación de posibles afecciones de las instalaciones objeto del presente proyecto: Planta BESS “PB Águila Imperial”.

| Tipo | Afecciones del Proyecto |
|---|---|
| Linderos y caminos públicos | **P. BESS** |
| Hábitats de Interés Comunitario | **N/A** |
| Espacios Naturales Protegidos (RN2000) | **N/A** |
| Montes de Utilidad Pública | **N/A** |
| Áreas importantes para la conservación de las aves | **N/A** |
| Bienes de Interés Comunitario | **N/A** |
| Vías Pecuarias | **P. BESS** |
| Carreteras | **P. BESS** |
| Ferrocarriles | **N/A** |
| Gasoductos y Oleoductos | **N/A** |
| Líneas Eléctricas | **P. BESS** |
| Hidrología | **N/A** |
| Afecciones Aeroportuarias | **P. BESS** |
| Tuberías y Canales | **N/A** |
| Yacimientos Arqueológicos | **N/A** |

| Tipo | Afecciones del Proyecto |
|---|---|
| Riesgo sísmico | **N/A** |
| Subestaciones Eléctricas | **N/A** |

***Tabla 5. Afecciones consideradas***

Para más información, se debe consultar el Plano 1.3 de Afecciones.

| Nº | Tipo de Afección | Afección | Distancia (m) | Organismos afectados |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Camino Público | Camino del Monte de Esparteros | 226,1 | Ayuntamiento de Leganés |
| 2 | Vía Pecuaria | Vereda Llamada del Monte o Esparteros | 223,7 | Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior |
| 3 | Carretera | Autovía R-5 | 54,36 | Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible |
| 4 | Línea Eléctrica | LAAT 45 kV | 114,56 | - I-DE Redes Eléctricas Inteligentes S.A. |
| 5 | Servidumbre Aeroportuaria | Servidumbre “Cuatro Vientos 730” | < 730 | - AESA<br>- Dirección General de Infraestructura (DIGENIN) |

***Tabla 6. Afecciones y organismos afectados de la Planta BESS***

### 1.7.1. Linderos y caminos públicos

A la hora de realizar la implantación de la Planta BES, se ha considerado una distancia mínima de 9,53 m desde la linde de las parcelas hasta el vallado perimetral, independientemente de que el lindero sea una parcela privada o un camino público.

Se proyecta un nuevo vial para el acceso a la Planta BESS “PB Águila Imperial”. El nuevo vial conecta a la vía pública en el “Camino del Monte de Esparteros” (Referencia Catastral 28074A023090010000UP). Este camino se enlaza con una calle asfaltada “Calle Laguna” por la zona norte.




***Figura 4: Afecciones PB Águila Imperial a Linderos y caminos públicos***

### 1.7.2. Vías Pecuarias

Como se puede apreciar, la Vía Pecuaria más cercana a la zona de actuación es la "Vereda Llamada del Monte o Esparteros" que transcurre a 223,77 metros al este de la implantación de la Planta BESS.




***Figura 5: Afecciones PB Águila Imperial a Vía Pecuaria***

### 1.7.3. Carreteras

La carretera más cercana a la zona de estudio es la Autovía R-5, que se encuentra a una distancia de 54,36 metros del vallado de la Planta BESS, quedando fuera de las denominadas zona de servidumbre y línea límite de edificación recogidas en los artículos 24 y 26 respectivamente de la Ley 37/2015, de 29 de septiembre, de carreteras.




***Figura 6. Afecciones PB Águila Imperial a Carreteras***

### 1.7.4. Líneas Eléctricas

En las cercanías de la ubicación de la PB Águila Imperial está presente una LAAT de 45 kV a una distancia de 114,56 metros:




***Figura 7. Afecciones PB Águila Imperial a Líneas Eléctricas***

### 1.7.5. Afecciones aeroportuarias

La Planta BESS Águila Imperial se encuentra en una zona aérea protegida denominada “Cuatro Vientos 730”.




***Figura 8. Afección Aérea “Cuatro Vientos 730”***

La instalación se encuentra dentro del ámbito de servidumbres aeronáuticas asociadas al Aeropuerto / Aeródromo Militar de Madrid-Cuatro Vientos. Dichas servidumbres se encuentran reguladas por el Real Decreto 598/2023, de 4 de julio, por el que se modifican las servidumbres aeronáuticas del aeropuerto de Madrid-Cuatro Vientos.

El Aeropuerto de Madrid-Cuatro Vientos dispone de pista 09-27, con una longitud de 1.500 m y una anchura de 30 m. A efectos de definición de las servidumbres, el punto de referencia del aeropuerto se sitúa a una altitud de 692,0 m.s.n.m. El umbral 09 se encuentra a una altitud de 691,5 m.s.n.m. y el umbral 27 a una altitud de 685,7 m.s.n.m.

A efectos de comprobación de obstáculos, se han considerado los elementos de mayor altura de la Planta BESS. El elemento más desfavorable corresponde al Centro de Seccionamiento, con una altura máxima de 3,2 m sobre rasante. La cota topográfica de la zona de implantación de la planta es aproximadamente 684,00 m.s.n.m, por lo que la máxima cota admisible sería 687,2 m.s.n.m.

Como se puede ver en la siguiente figura, que representa el plano de servidumbres aeronáuticas del municipio de Leganés, las parcelas de la planta BESS (círculo azul) se ubican en la zona de servidumbre donde se permiten cotas de hasta 730 m.s.n.m. Por tanto, la elevación máxima de los equipos de la planta BESS queda significativamente por debajo de la cota limitadora indicada en el plano de servidumbres aeronáuticas. En consecuencia, no existe afección asociada al A.M. Cuatro Vientos en la zona analizada.

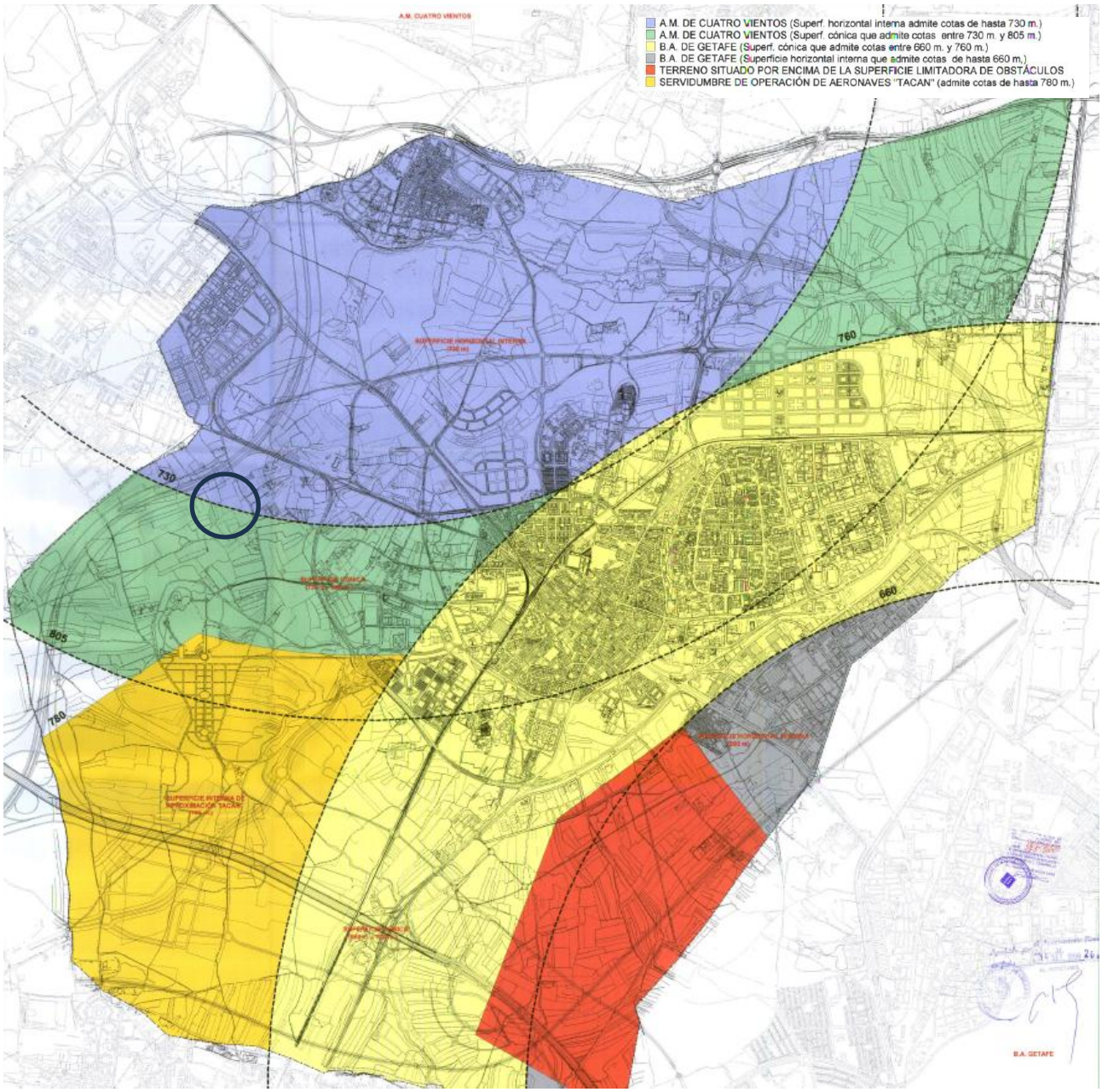



***Figura 9. Servidumbres Aeronáuticas del municipio de Leganés***

Además, la Planta BESS se ubica fuera de la servidumbre de 760 metros de la “Base Militar Getafe”. Por lo que tampoco será afección asociada.

### 1.7.6. Hidrología

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.

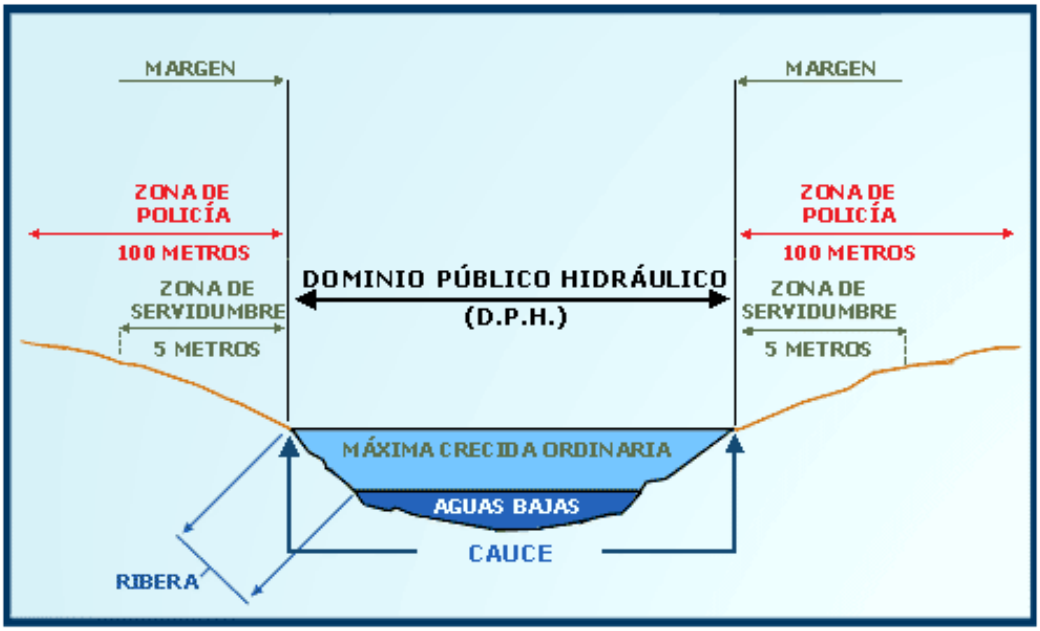



***Figura 10. Zonificación del espacio fluvial (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico).***

En la zona de implantación no se haya ningún cauce cercano, por lo que se considera que no hay afección.

### 1.7.7. 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.

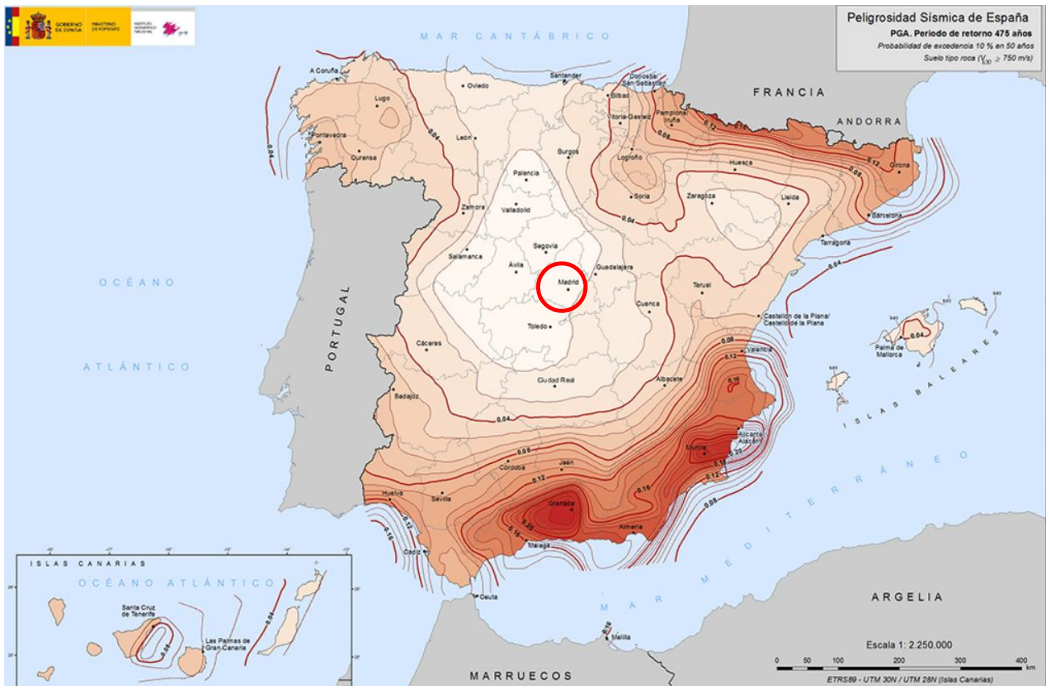



***Figura 11. Mapa Riesgo sísmico.***

La figura ilustra la evaluación de los riesgos sísmicos y volcánicos en la zona de actuación del Proyecto, que como se puede observar, están clasificados en un rango bajo y por tanto no se considera afección.

# 2. LEGISLACION APLICABLE

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

## 2.1. Normativa Local

- Normativa urbanística y ordenanzas municipales del Ayuntamiento de Leganés.

## 2.2. 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.
- 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.

## 2.3. 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.

## 2.4. 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.
- Real Decreto 1053/2014, de 12 de diciembre, por el que se aprueba una nueva Instrucción Técnica Complementaria (ITC) BT 52 "Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos", del Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, y se modifican otras instrucciones técnicas complementarias del mismo.

## 2.5. 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)

## 2.6. 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)

## 2.7. 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.

## 2.8. 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.

## 2.9. Normas UNE Aplicables

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

### 2.9.1. 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/Al 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.

### 2.9.2. 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. Parte3: 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. Parte3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 3: Cables que cruzan fuentes de calor externas.
- UNE 21192:1992: Cálculo de las intensidades de cortocircuito térmicamente admisibles, teniendo en cuenta los efectos del calentamiento no adiabático.
- UNE 211003-2:2001: Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada de 6 kV (Um= 7,2 kV) a 30 kV (Um=36 kV).
- UNE 211003-3:2001: Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada superior a 30 kV (Um=36 kV).
- UNE 211435:2007: 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).

### 2.9.3. Accesorios para Cables

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

# 3. DESCRIPCIÓN GENERAL BESS

## 3.1. Parcelas Catastrales Afectadas

La parcela perteneciente al Término Municipal de Leganés sobre la que se proyecta la Planta BESS es la siguiente:

| PLANTA BESS | | |
|---|---|---|
| **Referencia Catastral** | **Término Municipal** | **Superficie ($m^2$)** |
| 28074A023000890000US | Leganés | 14.240 |

***Tabla 7: Parcela de implantación Planta BESS "PB Águila Imperial"***

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

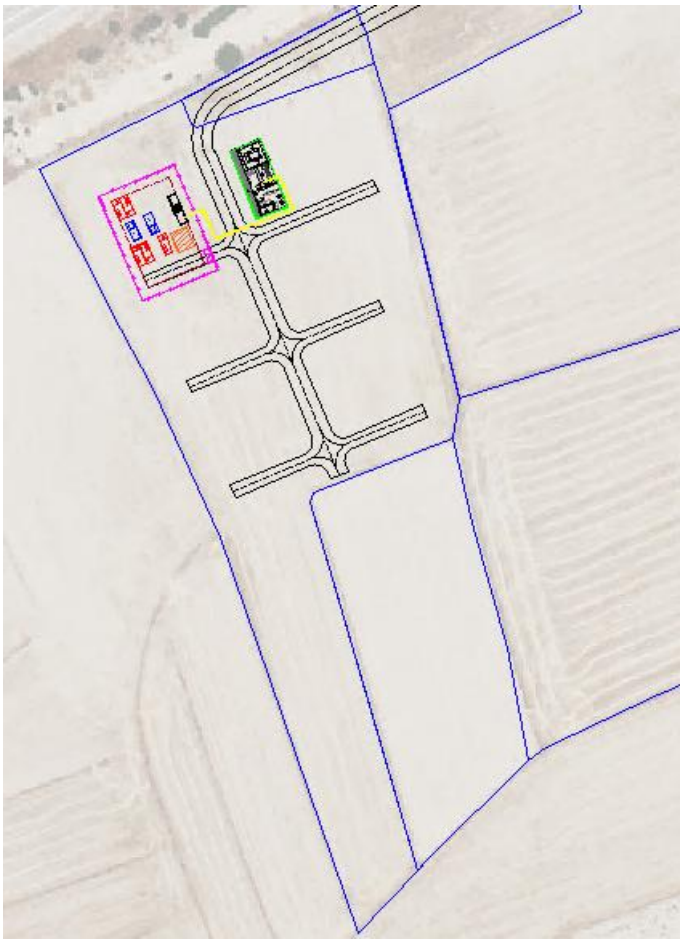


***Figura 12: Área disponible para la Implantación de la Planta BESS***

La superficie total disponible para la implantación de la Planta BESS es de 1,424 ha, siendo el área de ocupación previsto por el vallado de la Planta de 0,0840 ha, lo que implica un porcentaje de ocupación previsto del 5,90%.

## 3.2. Accesos a Planta

La Planta BESS es accesible desde la Autovía M-406 entre los km 4 y 5 (Ref. Catastral: 28074A02309012), incorporándose al Camino de Móstoles a Leganés (Ref. Catastral: 28074A024090010000UW), llegando finalmente al Camino del Monte de Esparteros (Ref. Catastral: 28074A023090010000UP), desde el cual se proyecta el acceso a la Planta BESS.

Cabe mencionar que todos los caminos de acceso planteados ya sean existentes o proyectados, serán acondicionados de acuerdo con el tránsito y funcionalidad en caso de que sea necesario.

Las parcelas que se ven afectadas por el acceso a la Planta BESS son las siguientes:

| ACCESO PLANTA BESS | | |
|---|---|---|
| **Referencia Catastral** | **Término Municipal** | **Superficie ($m^2$)** |
| 28074A023000890000US | Leganés | 14.240 |
| 28074A023001170000UJ | Leganés | 786 |
| 28074A023001140000UD | Leganés | 2.082 |
| 28074A023001160000UI | Leganés | 15.496 |

***Tabla 8: Parcelas afectadas por el acceso a la Planta BESS "PB Águila Imperial"***

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

| ACCESO PLANTA BESS | |
|---|---|
| **Coordenadas (ETRS89/UTM30N)** | |
| **X** | **Y** |
| 432.043,15 | 4.465.418,93 |

***Tabla 9: Coordenadas puerta de acceso a la Planta BESS "PB Águila Imperial"***

A continuación, se muestra imagen de detalle de la localización del camino y de la puerta de acceso a la Planta BESS:

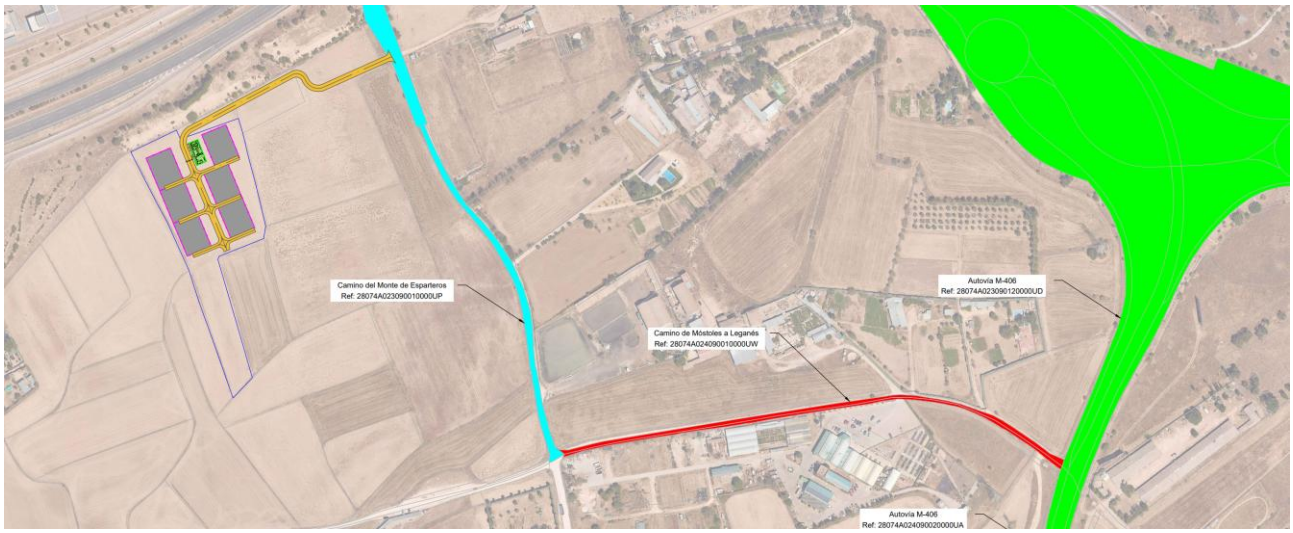



***Figura 13: Acceso a la planta BESS***

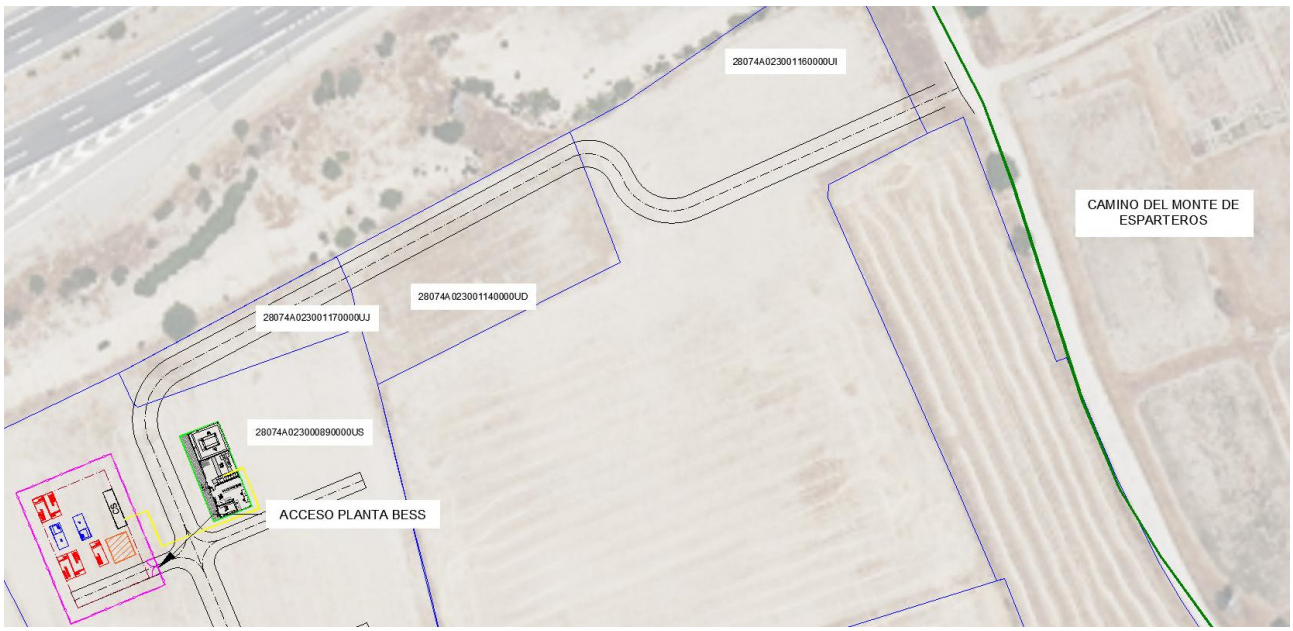



***Figura 14: Acceso a la planta BESS***

## 3.3. Orografía de la Parcela

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.



| Angle min., % | Angle max., % | Distribution, % | Color |
|---|---|---|---|
| 0.00 | 5.00 | 86.78 | |
| 5.00 | 10.00 | 8.79 | |
| 10.00 | 142.81 | 4.41 | |

***Figura 15: Mapa de pendientes del terreno.***

La orografía de la parcela presenta diferencias topográficas máximas de 2,0 m, con cotas que van desde los 682,00 hasta los 684,00 m.s.n.m.

## 3.4. Descripción técnica de un Sistema BESS

### 3.4.1. 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:

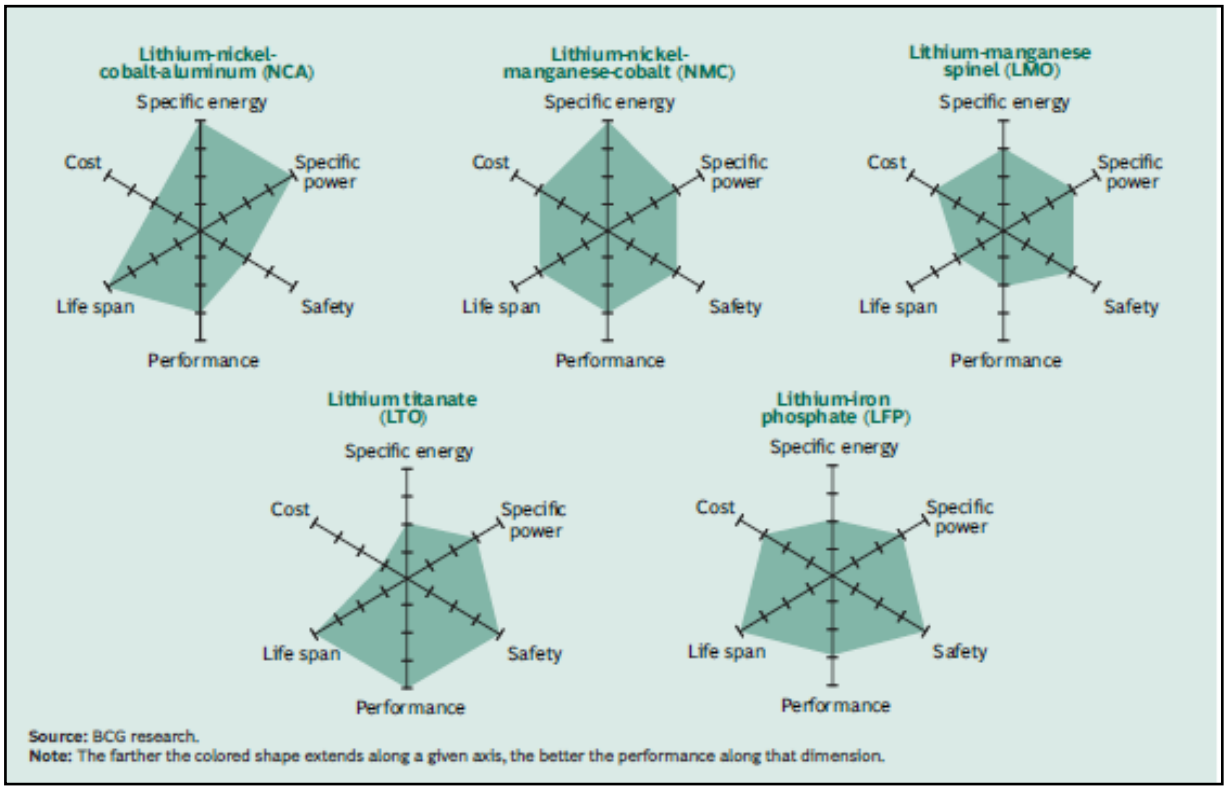



***Figura 16: Principales características de Tecnologías Ion-Litio***

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. Envolventes e interconexiones

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

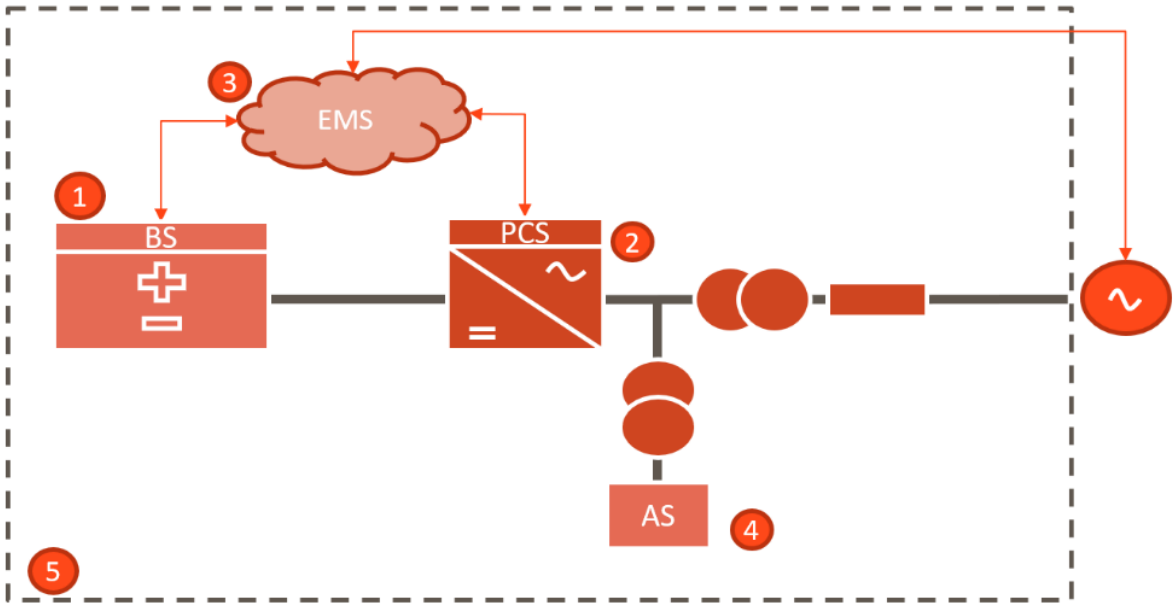



***Figura 17: Configuración típica de un sistema BESS***

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.



***Figura 18: Celda, módulo y Racks de 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. En el caso del presente Proyecto, el sistema de conversión consiste en un convertidor bidireccional CA/CC, ya que se trata de un proyecto "Stand Alone" sin acoplamiento o hibridación con una planta de energía renovable.

Los PCS propuestos en el proyecto, actúan de forma similar 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)

El EMS contiene los siguientes elementos principales:

- Hardware y software para ejecutar algoritmos de control, normalmente un PLC.

- SCADA para monitorear el BESS.

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 son claves para mantener un óptimo funcionamiento de los equipos.

Dentro de estos sistemas auxiliares, se consideran principalmente los sistemas de refrigeración, 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 la integración de los racks de baterías y sistemas auxiliares en contenedores de 40 pies y, por el lado del sistema de conversión de potencia, los PCS suelen estar instalados en Skids outdoor o en contenedores. En ocasiones se realizan instalaciones de racks en 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 es una estructura con dimensiones de contenedor de 20 pies, que integra los unos armarios, o cubos, donde se alojan los racks y módulos de baterías y otro armario para los PCS. Por otro lado, existe una estación de potencia (skid) que incluye también el transformador de potencia y la cabina de Media Tensión.

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

- Potencia nominal
- Energía nominal
- Relación entre Potencia y Energía: Prate
- 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)

## 3.5. Criterios de Diseño

### 3.5.1. 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 | - | Sungrow |
| | Modelo | - | ST5015UX |
| | Tecnología | - | Ion-Litio (LFP) |
| | Potencia | kW | 90,47 (*) |
| | Energía | kWh | 417,97 (*) |
| **Envolvente de Baterías** | Fabricante | | Sungrow |
| | Modelo | - | Power Titan 2.0 |
| | Indice de Protección | - | IP 55 |
| | Nº de racks de baterías/Unidad bat. | Ud. | 12/10 |
| | Nº unidad de baterías/Proyecto | Ud. | 5 |
| | Nº de racks/Proyecto | Ud. | 54 |
| **PCS** | Tipo | - | Integrado en el contenedor de baterías |
| | Fabricante | - | Sungrow |
| | Modelo | | SC210HV |
| | Potencia AC (Máxima del equipo) | kW | 210 (***) |
| | Nº de PCS/Contenedor | Ud. | 6/5 (***) |
| | Nº de PCS/Proyecto | Ud. | 27 |
| **Parámetros de Diseño** | Tª de diseño | ºC | 35 |
| | Potencia AC | kW | 4.885,38 |
| | Autonomía | h | 4,62 |

***Tabla 10: Consideraciones de Partida.***

(*) La Energía nominal del contenedor, según ficha técnica, es 5.015 kWh. Si cada contenedor contiene un máximo de 12 racks, cada rack tiene una capacidad de 417,97 kWh aproximadamente.

(**) En este Proyecto, existen 2 contenedores con 12 racks y 3 contenedores con 10 racks, haciendo una totalidad de 54 racks.

(***) En este Proyecto, existen 2 contenedores con 6 PCS y 3 contenedores con 5 PCS, haciendo un total de 27 PCS.

Por lo que, en este caso, la Potencia instalada del proyecto es de 4.885,38 kW, ya que según lo explicado en el apartado 1.2. del documento, la menor suma de potencia es la de las celdas de baterías.

### 3.5.2. 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 (4,99 MW – 23,04 MWh) 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 capabilidad 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.

### 3.5.3. 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 posteriormente con la Subestación Elevadora, 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 la misma subestación.
- 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 generada y consumida por la Planta.

### 3.5.4. 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.
- 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.

## 3.6. Características técnicas del Sistema BESS

### 3.6.1. 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 | |
|---|---|---|---|
| **Configuración Sistema BESS** | Potencia | kW | 4.885,38 |
| | Energía | MWh | 22.570,46 |
| | Nº de PCS | Ud. | 27 |
| | Nº de Transformadores | Ud. | 2 |
| | Nº de racks de baterías/Proyecto | Ud. | 54 |
| | Unidades de Almacenamiento | Ud. | 5 |

***Tabla 11: Configuración General del sistema BESS***

### 3.6.2. Configuración Eléctrica

La conexión del sistema BESS se realizará en el Centro de Seccionamiento instalado en el interior del vallado del BESS, y desde ahí a la Subestación Elevadora.

El sistema BESS se compone de 2 bloques, de 2.171,28 kW y 2.714,1 kW de potencia. A continuación, se muestra el esquema conceptual del BESS.

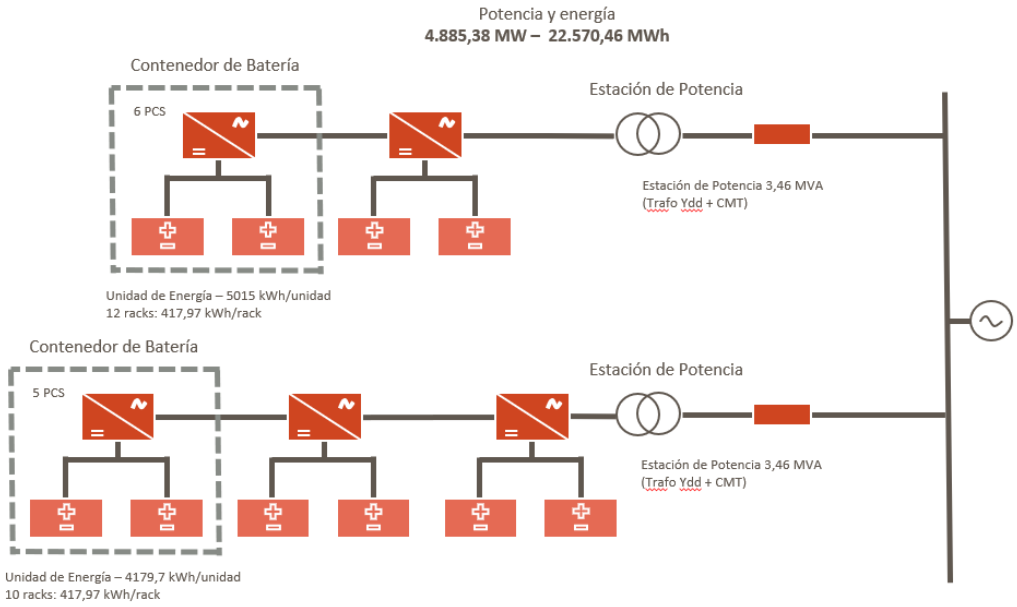



***Figura 19: Esquema conceptual del sistema BESS***

### 3.6.3. Layout Planta

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

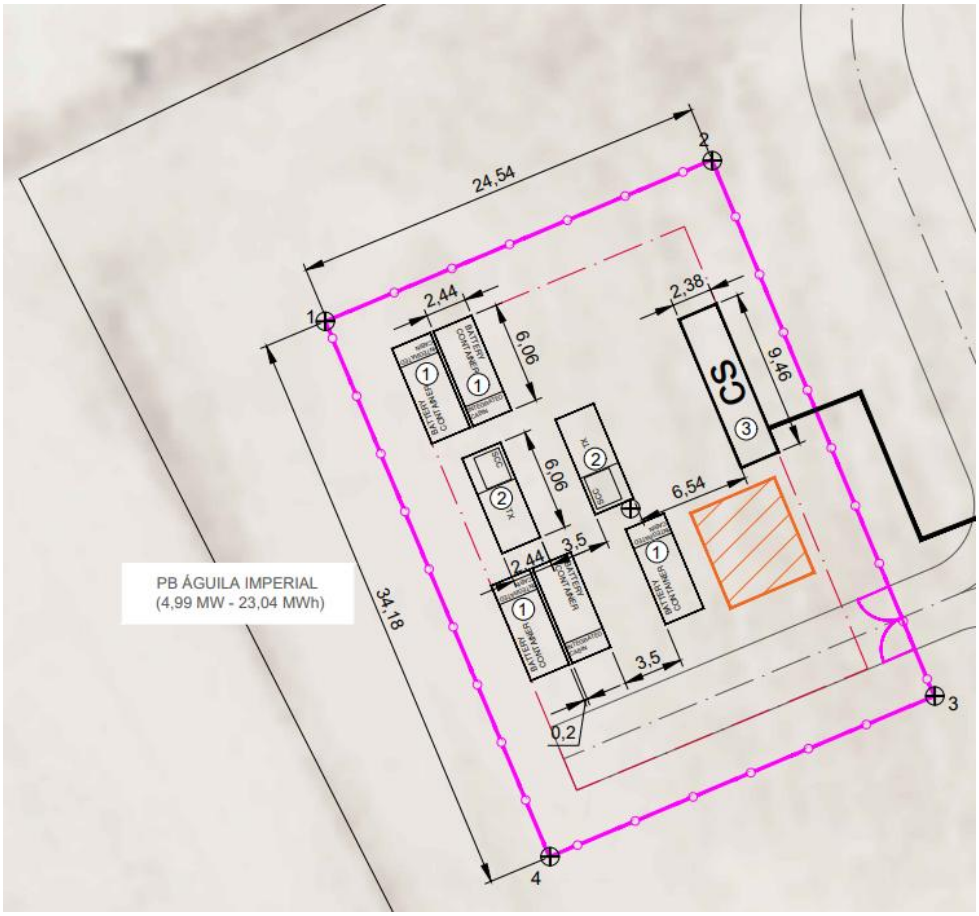



***Figura 20: Layout del sistema BESS***

### 3.6.4. 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.



***Figura 21: Celda, módulo 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 envolvente 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 Sungrow, aunque podrán utilizarse otros fabricantes con características técnicas similares. A continuación, se muestran las características de las baterías:

| **Características del Rack de Baterías** | |
|---|---|
| **Fabricante y Modelo** | Sungrow ST5015UX |
| **Tecnología** | ION LITIO (LFP) |
| **Número** | 12 racks / unidad de batería (2 uds)<br>10 racks / unidad de batería (3 uds) |
| **Energía nominal** | 417,97 kWh |
| **Eficiencia de carga y descarga** | 96,37% |
| **Tensión mínima CC** | 1123,2 V |
| **Tensión máxima CC** | 1497,6 V |

***Tabla 12. Características del Rack de Baterías seleccionado***

### 3.6.5. Envolvente

Los sistemas de baterías, dependiendo de la tecnología y fabricante empleado, pueden instalarse al exterior o alojados en contenedores o edificios.

| **Características del Contenedor de Baterías** | |
|---|---|
| **Fabricante** | Sungrow |
| **Modelo** | Power Titan 2.0 |
| **Número racks por contenedor** | 12 / 10 |

| Características del Contenedor de Baterías | |
|---|---|
| **Número de contenedores** | 5 |
| **Potencia** | 1085,50 Kw (12 racks)<br>904,69 kW (10 racks) |
| **Energía nominal** | 5015 kWh (12 racks)<br>4179,7 kWh (10 racks) |
| **Grado de Protección** | IP55 |
| **Sistema de Refrigeración** | Líquida |
| **Dimensiones (W x D x H)** | 6058 x 2438 x 2896 mm |

***Tabla 13. Características del Contenedor de Baterías seleccionado***

La energía que suministrarán las baterías está configurada de manera que produzcan hasta 22.570,46 kWh. Este fabricante tiene los PCS integrados.

La siguiente ilustración muestra el sistema de baterías de Sungrow con su envolvente:




***Figura 22: Unidad de almacenamiento***

### 3.6.6. 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 alojado en el Centro de Seccionamiento. Los sistemas auxiliares se componen de los siguientes elementos:

- Sistema de climatización / refrigeración HVAC. Sistema para mantener la temperatura de la batería dentro del rango requerido por el proveedor de la batería para cumplir con la garantía en términos de

rendimiento y seguridad. En este caso, la solución contenerizada de baterías presentada dispone de un sistema de refrigeración líquida.

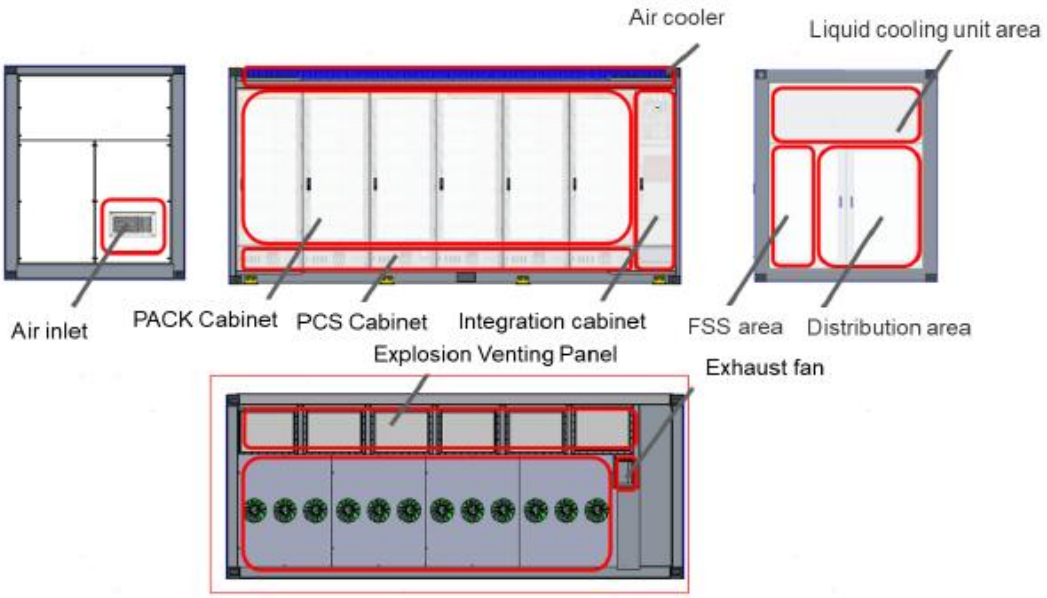



***Figura 23.-Sistema de Refrigeración del contenedor BESS***

- PCI: sistema de detección y extinción de incendios. Los fabricantes recomiendan varios agentes extintores como pueden ser FK5112, detectores de gas, agua, etc. Además, como es recomendable, el sistema llevará instalados detectores de gases para evitar el fenómeno de “embalamiento” térmico que se produce en las baterías en caso de situaciones no deseadas.

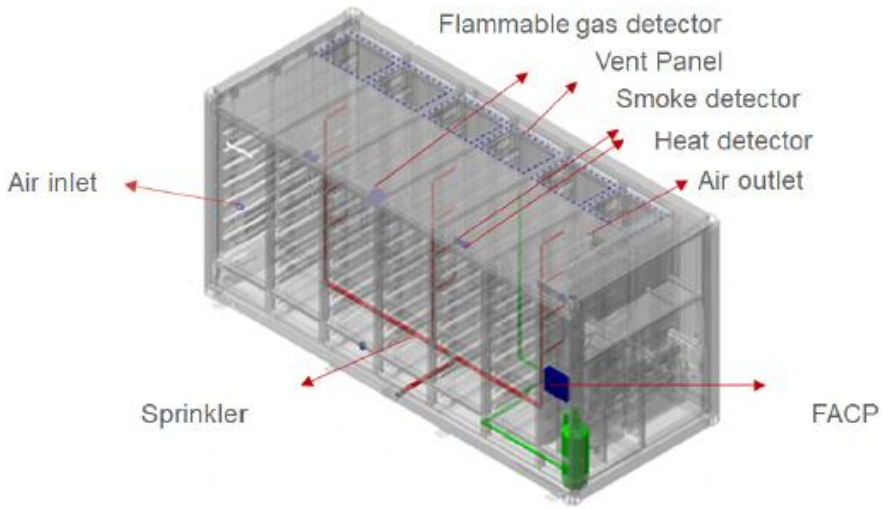



***Figura 24.- Sistema de extinción de incendios***

- 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. Así como centralita del PCI o la centralita del sistema de climatización.

### 3.6.7. 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.

El PCS usado está integrado en los contenedores de baterías del mismo fabricante, Sungrow, perteneciente al mismo modelo PowerTitan 2.0.

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

| **Características del PCS** | |
|---|---|
| **Potencia (KVA)** | 210 |
| **Eficiencia** | 99 % |
| **Tensión Nominal (V)** | 690 |
| **Frecuencia (Hz)** | 50 HZ / 65 HZ |

***Tabla 14. Características del PCS***

El Sistema de Conversión de Potencia tiene un sistema de control interno, de un nivel inferior al control de planta, que gestiona sus parámetros de funcionamiento.

Cuando se configura el PCS, se tienen que introducir los valores de los parámetros de funcionamiento del PCS. Estos parámetros son, entre otros, los siguientes:

- Parámetros de ajuste de potencia
  - Valores límite de potencia activa y reactiva.
  - Caracterización de las rampas de potencia activa y reactiva.
  - Valores de límite de factor de potencia.
  - Caracterización de las curvas Q-V, Q-P y f.p.-V
- Parámetros de funciones o servicios del PCS
  - Parámetros de HVRT/LVRT
  - Parámetros de control de frecuencia
  - Parámetros relacionados con fallos de comunicación y funcionamiento
- Parámetros de red
  - Valores de código de red del país en cuestión
- Parámetros de protecciones
  - Protección de sobretensión y subtensión
  - Protección de frecuencia
  - Parámetros de umbral de resistencia al aislamiento.

Mediante la caracterización de estos parámetros, el PCS funcionará dentro de unos límites establecidos. Como se menciona en esta memoria, la potencia máxima del PCS estará limitada para no sobrepasar la suma de potencia que la planta BESS tiene concedida para suministrar a la red. La potencia máxima se limita mediante la definición de los parámetros en el sistema de control 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.

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.

### 3.6.8. Estaciones de potencia

La Estación de Potencia (Skid MT) está compuesta por la estación transformadora, encargada de elevar la tensión de salida de los PCS hasta la de la red de Media Tensión de la Instalación de 30 kV.

Para el presente Proyecto se ha elegido la Estación de Potencia Sungrow MVS3460-LS, con 2 contenedores de 12 racks conectados a una y 3 contenedores de 10 racks conectados a otra, teniendo así 2 estaciones 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.



***Figura 25: Imagen de la estación de potencia***

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

| **Características del Transformador** | |
|---|---|
| **Potencia nominal (kVA)** | 3.460 |
| **Tensión BT/MT (kV)** | 0,690/30 |
| **Configuración** | Yd |
| **Refrigeración** | Aire Natural |
| **Características de la Celda de MT** | |
| **Tipo** | Entrada, salida y protección |
| **Protección** | Interruptor automático |
| **Nivel de tensión (kV)** | 30 |
| **Intensidad admisible corta duración (kA)** | 20 (3s) 25 (1s) |
| **Intensidad nominal (A)** | 630 |

***Tabla 15. Características del transformador y celda de MT***

### 3.6.9. Centro de Seccionamiento

Para la conexión de la Planta BESS a la Subestación, es necesaria la presencia de un Centro de Seccionamiento, que contará con celdas de media tensión para cada una de las conexiones de MT provenientes de las estaciones de potencia.

Como se ha descrito anteriormente, la Planta BESS contiene 2 estaciones de potencia, de manera que llegarán a una celda del Centro de Seccionamiento.

Una celda de salida hacia la Subestación Elevadora estará localizada igualmente en el Centro de Seccionamiento, al igual que una celda para servicios auxiliares y otra de medida.

| Configuración del Centro de Seccionamiento | |
|---|---|
| Tipo de Centro de Seccionamiento | Celdas Media Tensión en Interior |
| Tipo de acometida | Subterráneo |
| Nivel de Tensión (kV) | 30 |
| Tipo de Edificio de Control | Prefabricado |
| Equipos e Instalaciones del Centro de Seccionamiento | Celdas Media Tensión Tipo GIS |
| | Transformador de SS.AA. |
| | Sistema de Seguridad |
| | Sistema de Protección contra Incendios |
| | Cuadros de SS.AA. |
| | Sistema de Control y Comunicaciones |
| | Cuadro de CCTV |
| | Cuadro de Iluminación |
| | Climatización |

***Tabla 16. Características principales del Centro de Seccionamiento***

| Posiciones del Centro de Seccionamiento | | |
|---|---|---|
| Tipos de celdas de Media Tensión | Celdas de Entrada de Línea | 1 |
| | Celdas de Salida de Línea | 1 |
| | Salida de SSAA | 1 |
| | Medida y protección | 1 |
| | Reserva | 1 |

***Tabla 17. Tipo de Celdas del Centro de Seccionamiento***

| Características Celdas 30 kV | | |
|---|---|---|
| Intensidad nominal | Celda Salida | 630 A |
| | Celda de Medida | 200 A |

| Características Celdas 30 kV | | |
|---|---|---|
| | Celda Línea y Reserva | 630 A |
| | Celda Transformador SS.AA | 200 A |
| Transformador de Intensidad<br>(C. Salida de Línea) | 250/5-5A<br>15 VA 5P20 ; 20 VA cl. 0.5s - 5P20 | |
| Transformador de Tensión (C. medida) | 33: √3 / 0,11: √3-0,11: √3-0,11:3 kV | |
| Intensidad admisible corta duración (kA) | 25 | |
| Transformador de Intensidad<br>(C. Entrada de Línea) | 125/5-5 A<br>20 VA cl. 0.2s; 20 VA cl. 0,5s - 5P20 | |
| Transformador de Intensidad<br>(C. Reserva) | 250/5-5-5A<br>20 VA cl. 0.2s; 20 VA cl. 0,5s - 5P20; 20 VA cl. 0,5 - 5P20 | |

***Tabla 18: Características Celdas 30 kV.***

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

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

- Instalación de potencia, siendo la instalación eléctrica entre las unidades de baterías y las Estaciones de Potencia (en CA).
- Instalación de alimentación de Servicios Auxiliares (en CA).

Como se ha comentario anteriormente el sistema BESS consta de 5 unidades de almacenamiento y 2 Estaciones de Potencia. Dos unidades de almacenamiento constan de 12 racks y 6 PCS, y 3 de 10 racks y 5 PCS. Cada estación de potencia contiene un transformador de potencia y la celda de media tensión.

La evacuación de la energía generada en del sistema BESS se efectuará en Vac a 690 V (salida de los contenedores) y se conectará al lado de baja tensión del transformador alojado en la estación de potencia.

A su vez, cada contenedor de batería se alimenta del transformador de SSAA situado en el Centro de Seccionamiento para el consumo de auxiliares.

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

| Características de los cables de CA (Contenedor – Estación de Potencia) | |
|---|---|
| Tipo | XZ1 |
| Tensión DC | 0,6-1 kV |
| Conductor | Cobre |
| Secciones | 240 mm2 |

***Tabla 19: Características del de los cables de CA***

| Características de los cables de CA (SSAA) | |
|---|---|
| Tipo | RZ1-K |
| Tensión AC | 0,6-1 kV |
| Conductor | Cobre |
| Secciones | 16 mm2 |
| Calibre protecciones | 63 A |

***Tabla 20: Características del de los cables de CA***

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 contenedores de baterías 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.

### 3.6.11. 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 los transformadores de potencia hasta el Centro de Seccionamiento. 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, evitando una conexión para cada Estación de Potencia con la celda del Centro de Seccionamiento:

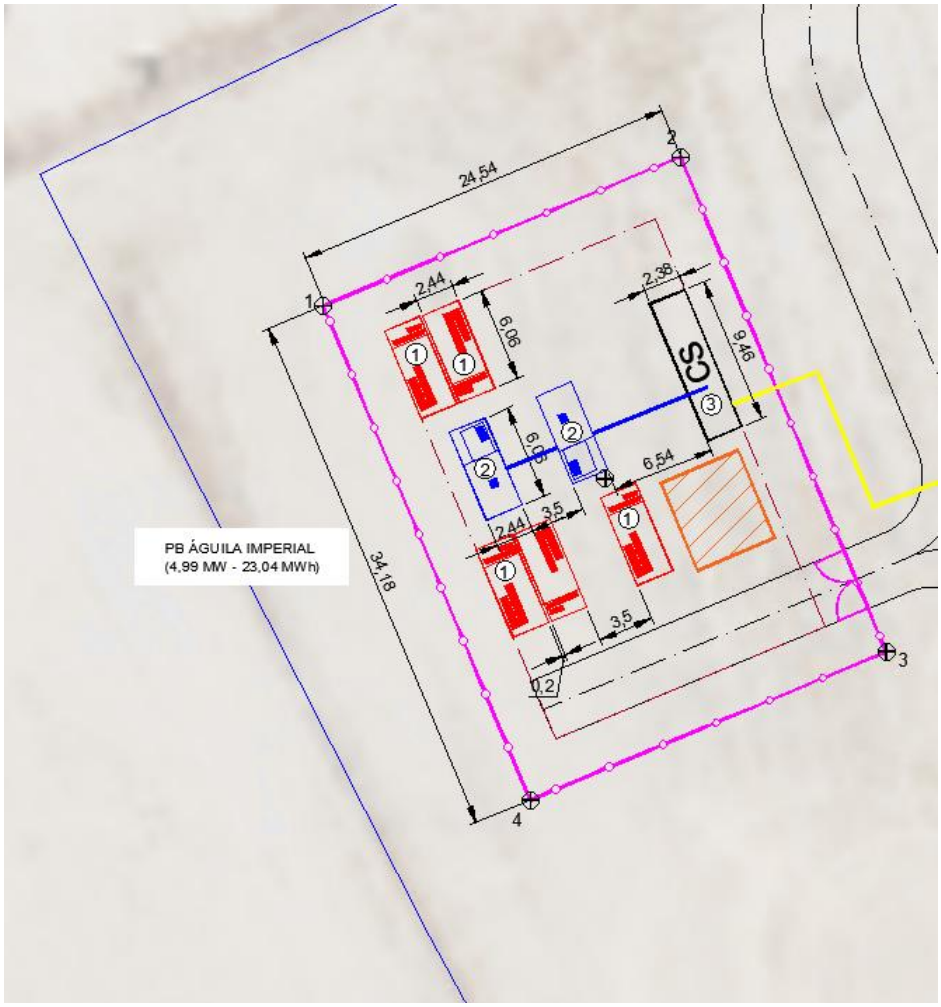



***Figura 26. Red MT interna***

Las estaciones de potencia se enlazan entre sí de manera que, el transformador de las Estaciones de Potencia 1 y 2, se enlaza mediante líneas de MT con el Centro de Seccionamiento a 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 (MW) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Estación de Potencia 1 | Estación de Potencia 2 | 3,5 | 2,17 |
| 2 | Estación de Potencia 2 | Centro de Seccionamiento 30 kV | 7,95 | 4,884 |

***Tabla 21. Distribución Líneas de la Red interna de Media Tensión***

Todo el cableado de MT será Al XLPE 18/30 kV 3x(1x300) mm2, 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 Estaciones de Potencia 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 Estaciones de Potencia, considerando 25 kA, es la siguiente:

| Línea | Inicio | Fin | Longitud (m) | Potencia (kW) | Conductores (mm2) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Estación de Potencia 1 | Estación de Potencia 2 | 3,5 | 2.170 | 3x(1x300) |
| 2 | Estación de Potencia 2 | Centro de Seccionamiento 30 kV | 7,95 | 4.884 | 3x(1x300) |

***Tabla 22. Sección de cableado de la Red interna de Media Tensión***

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 con el Centro de Seccionamiento.

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 cable se dispondrá otra capa de 10 cm de espesor, como mínimo, que podrá ser de arena o material con características equivalentes.

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.

El conductor a utilizar será Al RHZ1-OL 18/30 kV 1xZZ mm2, siendo ZZ 300 mm2, 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 Uo /U (Um) | 18/30 kV |
| Semiconductora Externa | Capa extrusionada de material conductor separable en frío |

| Características Conductor | |
|---|---|
| Pantalla Metálica | Cinta(s) de cobre colocadas helicoidalmente |
| Temperatura Máx. Admisible en el Conductor en Servicio Permanente | 90ºC |
| Temperatura Máx. Admisible en el Conductor en Régimen De CC | 250ºC |
| Sección | 300 $mm^2$ |
| Peso Aproximado | 2.400 kg/km |
| Diámetro Nominal Aislamiento | 38,56 mm |
| Diámetro Nominal Exterior | 46,5 mm |
| Intensidad Máxima Admisible Directamente Enterrado (Tª Aire = 30 ºC Tª Terreno = 20 ºC, 1 Km/W) | 485 A |
| Radio de Curvatura (durante la instalación) | 0,93 m |

***Tabla 23. Características del Conductor de la Red interna de Media Tensión***

### 3.6.12. 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 alternan 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.
-

### 3.6.13. 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.

### 3.6.14. 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 70 $mm^2$ 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.

### 3.6.15. 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.

### 3.6.16. 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 la Subestación Elevadora.
- 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.

### 3.6.17. 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.

### 3.6.18. 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 Elevadora Valduro 45/30 kV (objeto de otro proyecto).

Adicionalmente, en el edificio de control 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 irá conectado a los transformadores de tensión e intensidad de la posición de salida de la Subestación, 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

# 4. LÍNEA SUBTERRÁNEA 30 KV DE EVACUACIÓN

## 4.1. Descripción General de la Línea

A continuación, se describe la información general de la Línea Subterránea 30 kV de evacuación comprendida entre el Centro de Seccionamiento y la nueva Subestación Valduro 45/30 kV. En los siguientes apartados se indicarán y justificarán las características generales de diseño, cálculos y construcción que debe atender la misma.

| **Línea Subterránea 30 kV de evacuación** | |
|---|---|
| Denominación de línea | LSMT 30kV de evacuación PB Águila Imperial |
| Tipo de línea | Subterránea |
| Nivel de Tensión (kV) | 30 |
| Categoría | Tercera |
| Inicio de la Línea | Centro de Seccionamiento PB Águila Imperial |
| Fin de la Línea | Nueva “SET Valduro 45/30 kV” |
| Longitud (m) | 56 |
| Sección del conductor (mm2) | 3x(1x300) |

***Tabla 24: Información General de la Línea de Evacuación LSMT 30 kV***

## 4.2. Parcelas Catastrales afectadas

El trazado de la línea discurrirá por las siguientes parcelas.

| **LSMT 30 kV de Evacuación** | | |
|---|---|---|
| **Referencia Catastral** | **Término Municipal** | **Superficie ($m^2$)** |
| 28074A023000890000US | Leganés | 14.240 |

***Tabla 25: Parcelas afectadas por Línea de Evacuación LSMT 30 kV***

El inicio de la línea se encuentra en la celda de salida MT del centro de seccionamiento 30kV, ubicado en una parcela perteneciente al término municipal de Leganés, y el fin de la línea en la Subestación Valduro 45/30 kV.

A continuación, se muestra el plano de localización de la LSMT 30 kV de evacuación:

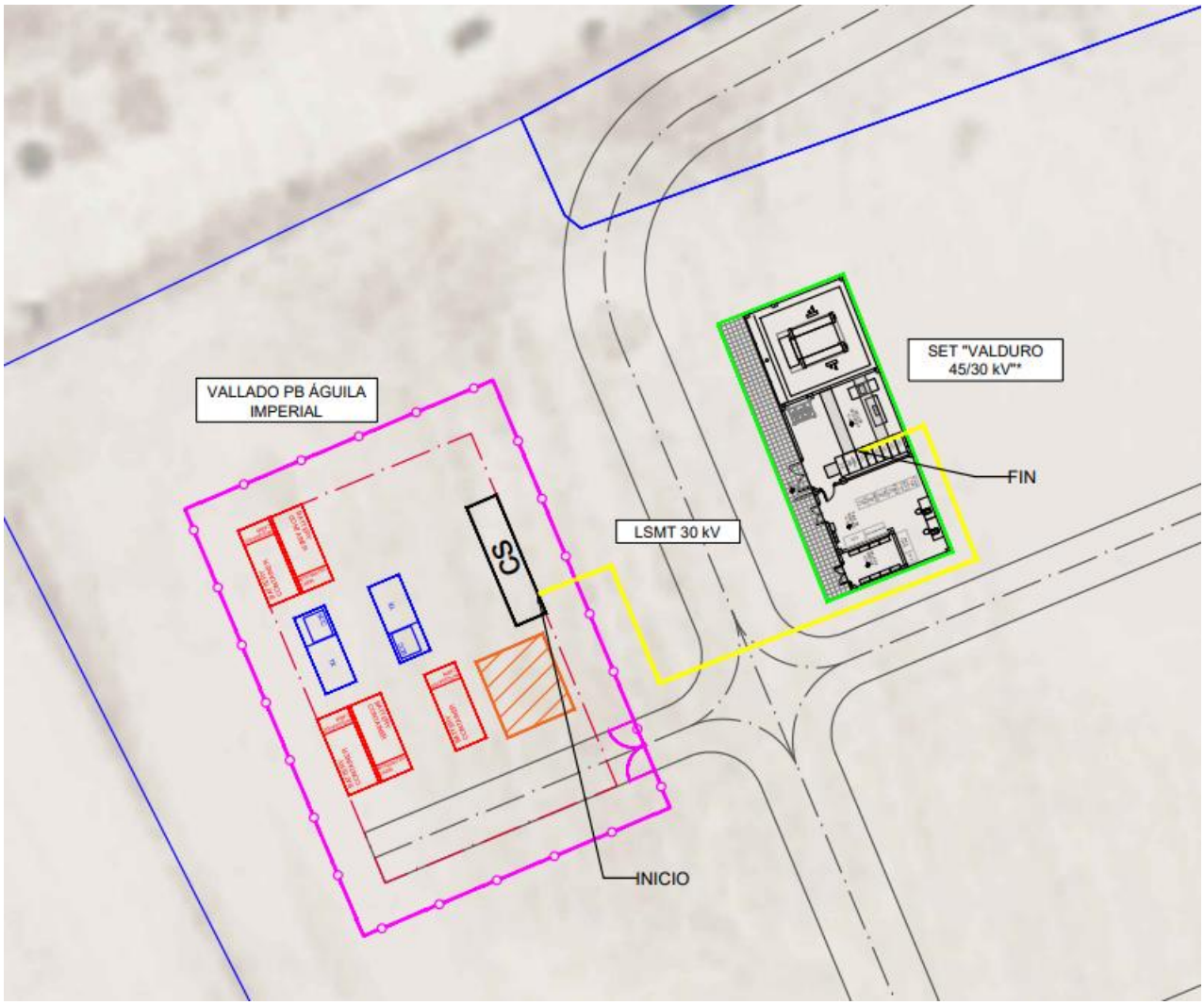



***Figura 27: Localización LSMT 30kV de evacuación***

## 4.3. Descripción de los Conductores

### 4.3.1. Conductor de potencia Subterráneo

El conductor a utilizar cumplirá la norma aplicable y sus características principales se exponen a continuación:

| **Características Conductor** | |
|---|---|
| **Tipo Constructivo** | Unipolar |
| Conductor | Aluminio, semirrígido clase 2 según UNE-EN 60228 |
| Aislamiento | Polietileno Reticulado, XLPE |
| Nivel de Aislamiento Uo /U (Um) | 18/30 kV |
| Semiconductora Externa | Capa extrusionada de material conductor separable en frío |

| Características Conductor | |
|---|---|
| Pantalla Metálica | Cinta(s) de cobre colocadas helicoidalmente |
| Temperatura Máx. Admisible en el Conductor en Servicio Permanente | 90ºC |
| Temperatura Máx. Admisible en el Conductor en Régimen De CC | 250ºC |
| Sección | 300 $mm^2$ |
| Peso Aproximado | 2.400 kg/km |
| Diámetro Nominal Aislamiento | 38,56 mm |
| Diámetro Nominal Exterior | 46,5 mm |
| Intensidad Máxima Admisible Directamente Enterrado (Tª Aire = 30 ºC Tª Terreno = 20 ºC, 1 Km/W) | 485 A |
| Radio de Curvatura (durante la instalación) | 0,93 m |

***Tabla 26: Características del Conductor LSMT 30 kV de evacuación***

### 4.3.2. Conductor de Comunicaciones Subterráneo

La Línea de Evacuación contará con cables de Fibra Óptica para la comunicación con el Centro de Seccionamiento.

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 | -40ºC a +70ºC (IEC 60794-1-22 F1) |
| Radio Curvatura Mín. (mm): | 20 Diámetro Exterior (IEC 60794-1-21 E11) |

***Tabla 27. Características del Conductor de Comunicación Subterráneo***

## 4.4. Características de la instalación

### 4.4.1. Disposición de montaje

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

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

### 4.4.2. Empalmes

En aquellos casos en los que la longitud de la línea subterránea obligue a unir distintos tramos de conductores subterráneos, estos se conectarán por medio de empalmes compuestos por un cuerpo premoldeado que se instalará encima de los dos extremos de cable para asegurar la continuidad del aislamiento principal.

Los empalmes no deben limitar la capacidad de transporte de la línea, tanto en servicio normal como en régimen de sobrecarga. Para ello, se elegirán de acuerdo con la naturaleza, composición y sección de los conductores, realizándose con elementos de unión de tal naturaleza que no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos.

Del mismo modo, los empalmes deberán admitir las mismas corrientes de cortocircuito que las definidas para el conductor sobre el cual se van a instalar.

Los empalmes constan básicamente de dos partes, de acuerdo con la función que desempeñan:

- Parte Mecánica: Constituida por los elementos de conexión del conductor y la pantalla del conductor en ambos extremos del empalme y la envolvente o cubierta exterior.
- Parte Eléctrica: Constituida por elementos y materiales que permiten soportar el gradiente eléctrico en la parte central del empalme y en las zonas de transición entre el empalme y el conductor.

Con relación a la forma en la que se realiza la conexión, los empalmes pueden ser directos, para conexiones rígidas a tierra de las pantallas del conductor, o preparados para el cruzamiento de pantallas en conexiones especiales.

**Empalmes premoldeados de una sola pieza:**

La parte principal de estos tipos de empalmes consiste en electrodos de alta tensión internos, una capa aislante y una capa externa semiconductora.

El contacto entre el cable y el empalme está asegurado por la memoria elástica del material empleado en la fabricación del empalme.

El material empleado puede ser goma de etileno propileno (EPR) o goma de silicona.

El empalme dispondrá de una carcasa de protección que tendrá, como mínimo, las mismas características de resistencia mecánica que la propia cubierta del conductor.

A continuación, se muestra una figura detallada de los siguientes empalmes:

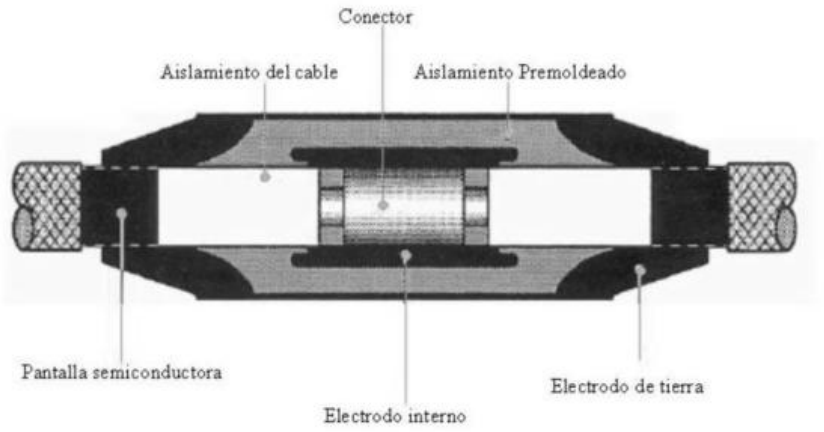



***Figura 28: Empalme premoldeado de una sola pieza***

### 4.4.3. Terminales

Los terminales se instalarán en los extremos de los cables para garantizar la unión eléctrica de estos con otras partes de la red, manteniendo el aislamiento hasta el punto de conexión.

Los terminales no deberán limitar la capacidad de transporte de los conductores, tanto en servicio normal como el régimen de sobrecarga, dentro de las condiciones de funcionamiento admitidas.

Del mismo modo, los terminales deberán admitir las mismas corrientes de cortocircuito que las definidas para el conductor sobre el cual se van a instalar.

Los terminales constan básicamente de dos partes de acuerdo con la función que desempeñan:

- Parte Mecánica: Constituida por los elementos de conexión del conductor y la pantalla del conductor al terminal, y la envolvente o cubierta exterior.
- Parte Eléctrica: Constituida por elementos y materiales que permiten soportar el gradiente eléctrico en la parte central del terminal y en las zonas de transición entre el terminal y el conductor.

**Terminales Premoldeados de Exterior de Composite:**

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

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

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

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

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

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

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

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

Se especifican cuatro niveles cualitativos de contaminación, en base a la norma UNE 21-062-80/2, para las que se exigen unas líneas de fuga mínimas en los terminales.

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

A continuación, se muestra un detalle de estos tipos de terminales:

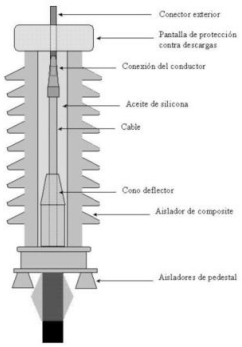



***Figura 29: Terminal premoldeado de composite***

### 4.4.4. Sistema de puesta a tierra

La principal función de conexión de puesta a tierra de las pantallas de los conductores es la reducción de tensiones inducidas que aparecen entre las pantallas de los cables y tierra, tanto en régimen permanente como en cortocircuito.

#### 4.4.4.1. Tensiones Inducidas y Tipos de Conexionado de Pantallas

Durante el funcionamiento de un circuito se inducen en las pantallas de los conductores unas tensiones que, dependiendo del sistema de conexión de puesta a tierra de las pantallas, pueden originar dos fenómenos distintos.

- Aparición de corrientes inducidas que disminuyen la capacidad de transporte del conductor.
- Aparición de tensiones inducidas que pueden alcanzar valores peligrosos para la seguridad de las personas o valores capaces de dañar los materiales de la instalación.

**Conexión a Tierra en un Solo Punto (Single Point):**

En este tipo de conexión, las pantallas están conectadas a tierra en un extremo de la línea. En el resto de los puntos las pantallas están aisladas de tierra.

La pantalla que ha sido aislada de tierra tendrá un voltaje inducido proporcional a la longitud del circuito, a la intensidad que pase por el conductor y a la separación entre cables. Esta tensión tendrá el valor máximo en el punto más alejado de la conexión a tierra. Debido a que el circuito no está cerrado, se eliminan las circulaciones de corrientes por las pantallas.

Este tipo de conexión se utilizará para mantener la tensión inducida por debajo del valor de 65V a modo de recomendación.

En este tipo de conexiones es necesario colocar un cable adicional de continuidad de tierra para las corrientes de fallo, que normalmente retornarán a través de las pantallas del cable.

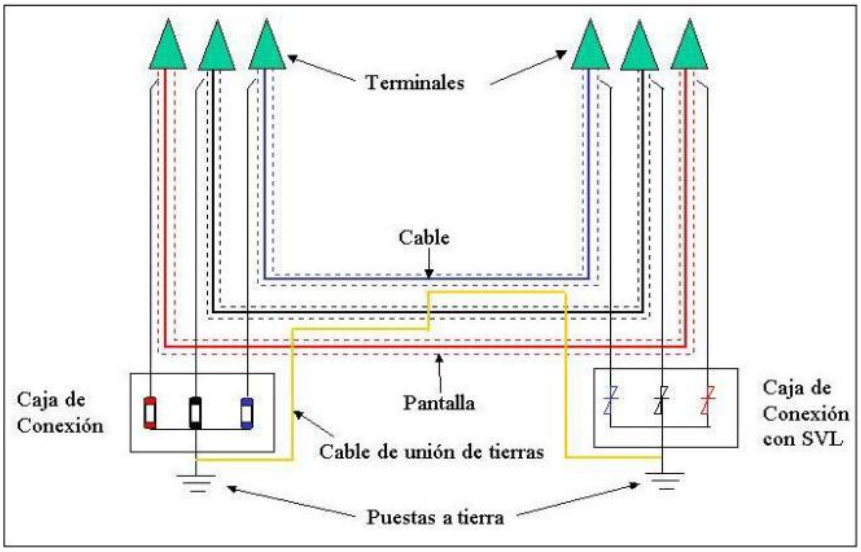



***Figura 30: Conexión Single Point***

### 4.4.5. Caja de Puesta a Tierra de las Pantallas

Se instalarán cajas de puesta a tierra para alojar las conexiones de las pantallas de los conductores. Dependiendo del sistema de puesta a tierra definido para la instalación, estas cajas pueden incluir limitadores de tensión.

Las cajas de conexión de pantallas serán trifásicas y dispondrán de una envolvente preparada para alojar las conexiones de las pantallas, los cables de conexión a tierra y los limitadores de tensión asociados en caso necesario.

Serán accesibles mediante útil específico o llave para permitir la realización de los ensayos de puesta en servicio y de mantenimiento periódico del sistema de cable. Para facilitar estas operaciones, no contendrán ningún tipo de rellenos y las conexiones de las pantallas de los conductores entre sí y con la red de tierras local se realizarán con pletinas desmontables.

Las envolventes estarán fabricadas en acero galvanizado o acero inoxidable y serán capaces de contener los efectos de fallo térmico o eléctrico de cualquiera de los elementos alojados en ellas sin que se produzcan daños a elementos externos vecinos. Además, deberán estar conectadas siempre a tierra por medio de una conexión independiente de la puesta a tierra de los elementos contenidos en su interior.

Estarán provistas de una pantalla aislante y transparente que evite contactos accidentales a elementos en tensión cuando la caja esté abierta, de forma que tenga un grado de protección IPXXB con la tapa abierta.

### 4.4.6. Limitadores de Tensión (SVL)

Los limitadores de tensión para las pantallas son dispositivos con carácter tensión-corriente fuertemente no lineal, destinados a limitar las diferencias de potencial transitorias que, con ocasión de sobretensiones de impulso, atmosféricas o de maniobra, pueden aparecer entre elementos del circuito de pantallas con rigidez dieléctrica limitada.

Serán de óxido de cinc (ZnO) y estarán dimensionados para no tener ningún efecto limitador frente a sobretensiones temporales, a frecuencia industrial en condiciones normales de funcionamiento y en las condiciones de intensidad máxima de cortocircuito.

Sin embargo, deberán conducir para las perturbaciones breves de origen atmosférico o de maniobra, que originan tensiones muy elevadas en los extremos y en los puntos de discontinuidad, limitando estas tensiones a valores admisibles.

Las tensiones que se han de limitar son las que aparecen entre pantallas y tierra, que someten a esfuerzos dieléctricos a la cubierta exterior del cable y a los aisladores de soporte de los terminales, y las que se presentan entre los dos extremos de pantalla que concurren en un mismo empalme con discontinuidad de pantallas, que deben ser soportadas por un espesor muy reducido de material aislante en el interior del empalme.

Respecto al resto de características y ensayos de tipo y recepción, deberán cumplir los requisitos indicados en la norma UNE-EN-60099-4.

### 4.4.7. 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.

### 4.4.8. Cruzamientos, Proximidades y Paralelismos

El soterramiento de conductores deberá cumplir con todos los requisitos señalados en el presente apartado y con todas las condiciones que pudieran imponer otros Organismos Competentes afectados, como consecuencia de disposiciones legales, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de conductores subterráneos de alta tensión.

Las distancias de seguridad y las condiciones generales en situaciones de cruzamiento o paralelismo cumplirán estrictamente con lo indicado en este apartado que, en general, se corresponden con lo dispuesto en el apartado 5 de la ITC-LAT-06 del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas de Alta Tensión.

**Cruzamientos:**

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

*Calles 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.

*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.

*Otros Cables de Energía:* Siempre que sea posible se procurará que los cables de alta tensión discurran por debajo de los de baja tensión. La distancia mínima entre un cable de energía de A.T. y otros cables de energía será 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 soporte 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.

*Cables de Telecomunicación:* La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicaciones será de 0,20 metros. La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicaciones, 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 a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

*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 a 140 mm y de 40 J si es superior a 140 mm.

*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 siguiente tabla. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrá reducirse mediante la colocación de una protección suplementaria, hasta los mínimos establecidos en dicha tabla. 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 |

***Figura 31: Distancias en cruzamientos con canalizaciones de gas***

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 siguiente figura.

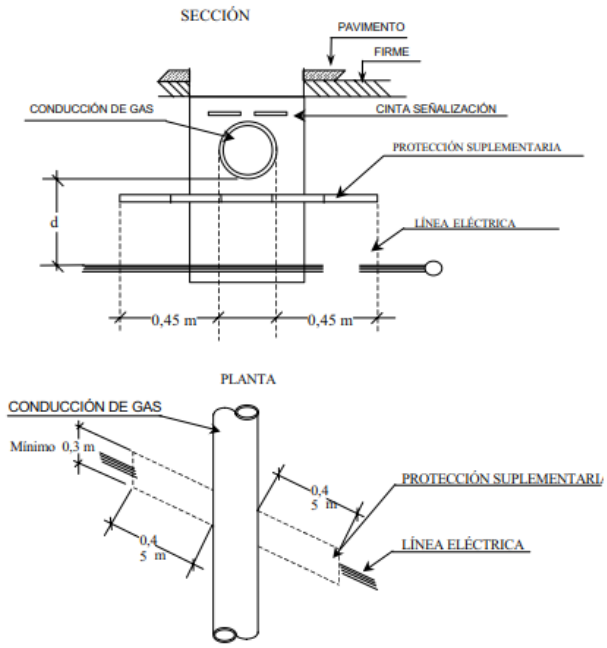



***Figura 32: Detalle de cruzamiento con canalización de gas***

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 soporte un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

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

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

**Proximidades y Paralelismos:**

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

*Otros Cables de Energía:* Los cables de A.T. 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 a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

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

*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 a 140 mm y de 0 J cuando sea 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.

*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 siguiente tabla. 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. 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 a 140 mm y de 40 J cuando sea 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 |

***Figura 33: Distancias en paralelismos con canalizaciones de gas***

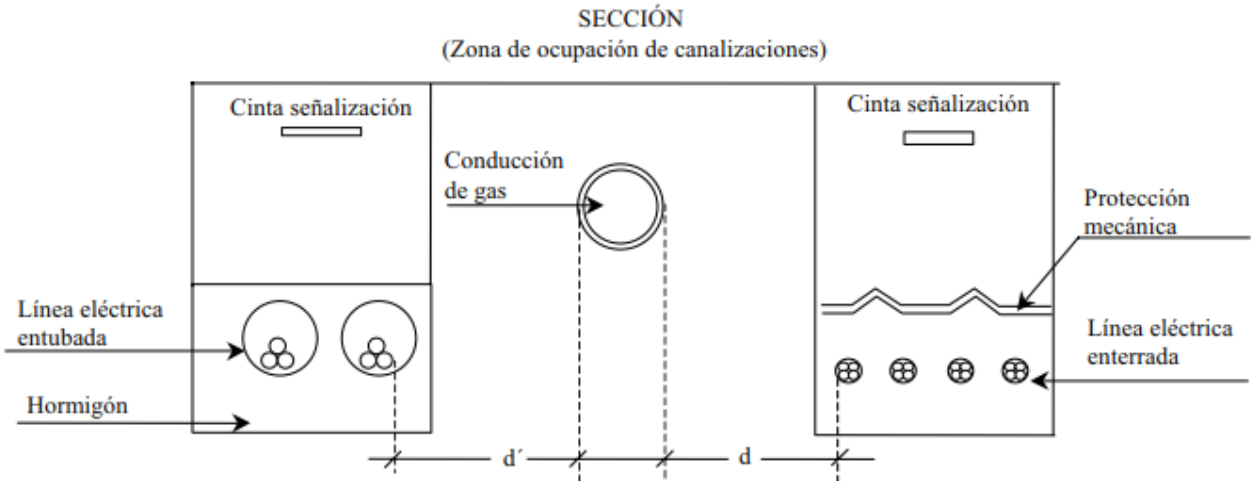



***Figura 34: Detalle de paralelismo con canalización de gas***

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

# 5. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS

## 5.1. Trabajos Previos

### 5.1.1. 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.
- 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.

## 5.2. 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.

## 5.3. 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.
- Ejecución del Edificio de Control.

### 5.3.1. 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, centro de seccionamiento, así como de otras zonas que lo pudieran requerir.

### 5.3.2. 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 y a otros edificios como el Centro de seccionamiento.

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 Kg/cm² con un espesor mínimo de 0,20 m, y una capa superficial de compactación de material para llegar a un módulo de deformación Md=1000 Kg/cm² con un espesor mínimo de 0,10 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 6 metros y se construirán sobreanchos en curvas para asegurar el paso de camiones y/o maquinaria.

### 5.3.3. 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 hacía 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 rejas a la entrada para evitar el aterramiento 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.

### 5.3.4. 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 malla metálica anudada galvanizada 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 60º. La instalación de los postes tubulares se realizará mediante hincado directo o dados de 400x400x500 mm de HM-20.



***Figura 35: Ejemplo de Vallado Cinegético.***

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.

### 5.3.5. Canalizaciones

#### 5.3.5.1. 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 de potencia BT de CA y el cableado de BT de CA de la alimentación auxiliar.
    - El cableado BT irá directamente enterrado a un mínimo de 0,8 m de profundidad, con un máximo de 5 circuitos separados 0,125 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 discurran, 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.

#### 5.3.5.2. 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 0,2 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 0,20m de arena y se colocará la siguiente file 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 de colocará una última capa de 0,20 m de tierra compactada.

Además de lo anterior, señalar que en los tramos de canalizaciones que discurran 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.

#### 5.3.5.3. 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.

#### 5.3.5.4. 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 0,15 m. 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.

### 5.3.6. Cimentaciones

Estos trabajos incluirán la realización de las cimentaciones los contenedores de baterías, de las estaciones de potencia (MT) y otros elementos que lo requieran como el 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 Seccionamiento, 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 Md=300 kg/cm2
- Capa Base: Se realizará con un material con un diámetro máximo de 70mm y se compactará para llegar a un nivel de deformación Md=800 Kg/cm2. 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 Kg/cm2. La capa tendrá un espesor mínimo de 10 cm por arriba del hormigón y será aplicado también alrededor del contenedor de baterías.

### 5.3.7. Ejecución de Edificios

La Planta BESS dispondrá de un Centro de seccionamiento. El edificio será permanente, se utilizará durante toda la vida útil de la Planta y conforma la zona O&M.

El Edificio deberá cumplir con los estándares de construcción españoles, obteniendo al menos una calificación energética B.

En cualquier caso, el edificio contará con:

- Alimentación Eléctrica a 400 Vac y circuito de emergencia.
- Sistemas de detección y extinción de incendios.
- Sistema anti-intrusión.
- Conexión fibra óptica.
- Conexión Wifi.
- Sistemas de Iluminación LED.

El suelo de los edificios será de hormigón pintado de alta calidad, pulido y anti absorbente.

## 5.4. 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.

## 5.5. Montaje Mecánico

### 5.5.1. 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.

### 5.5.2. 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.

## 5.6. 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 CA de hasta 690 V, entre unidades de almacenamiento y transformadores de la estación 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 la Subestación Elevadora a través de canalizaciones enterradas.

## 5.7. 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.

# 6. ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

Durante el diseño de, cálculo y redacción del Proyecto se han cumplido los principios descritos en la norma UN-EN ISO 9001. El contratista deberá garantizar que los trabajos correspondientes al Proyecto cumplan los requisitos de la citada norma. Para ello se han de definir en el plan de calidad del contratista de la Instalación.

El plan deberá presentar las actividades en una secuencia lógica, teniendo en cuenta lo siguiente:

- Una descripción del trabajo propuesto y del orden del programa.
- La estructura de organización para el contrato, así como la oficina principal y cualquier otro centro responsable de una parte del trabajo.
- Las obligaciones y responsabilidades asignadas al personal de control de calidad del trabajo.
- Puntos de control de la ejecución y notificación.
- Presentación de los documentos de ingeniería requeridos por las especificaciones del proyecto.
- La inspección de los materiales y sus componentes a su recepción.
- La referencia a los procedimientos de la calidad para cada actividad.
- Inspección durante la construcción.
- Inspección final y ensayos.

Al objeto de garantizar la calidad de los materiales de alta tensión de las instalaciones, se establecerá de forma coordinada con el contratista, un proceso de aseguramiento de calidad en la fabricación y recepción técnica de los mismos.

El proceso de aseguramiento de la calidad estará formado por los siguientes aspectos:

- Verificación que los materiales de A.T. cumplen especificación de y son suministrados por proveedores homologados por ella.
- Ensayos de recepción en fábrica.
- Ensayos de recepción en campo.

## 6.1. Verificación de Suministro por Proveedores Homologados

De cara a garantizar la calidad de los suministradores de materiales se tiene establecido un proceso de homologación de proveedores, basado en el cumplimiento de requerimientos formales y la superación de auditorías e inspecciones de calidad.

## 6.2. Ensayos de Recepción en Fábrica

Con carácter general, los ensayos de recepción en fábrica serán los recomendados por la normativa vigente y deberán ser aprobados.

Para todos los materiales de AT, se recibirán los protocolos de los ensayos de recepción en fábrica realizados sobre los mismos.

## 6.3. Recepción en Obra

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

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

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

## 6.4. Calidad de Cimentaciones

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

Asimismo, podrá encargar la ejecución de los ensayos de resistencia característica del hormigón utilizado en la cimentación tal y como lo establecen el Art. 57 del Código Estructural. El contratista tomará a su cargo las obras ejecutadas con hormigón que hayan resultado de insuficiente calidad

## 6.5. Documentación de la Instalación

Una vez finalizada y puesta en servicio la línea eléctrica el director de obra entregará a la compañía de distribución la siguiente documentación, previa recepción por parte de los instaladores o contratistas y del organismo afectado:

- Proyecto actualizado con todas las modificaciones realizadas.
- Permisos y autorizaciones administrativas.
- Certificado de final de obra.
- Certificado de puesta en servicio.
- Ensayos de medición de tierras.

- Medida de la tensión de contacto o paso, en los apoyos frecuentados.
- Ensayos de resistencia característica del hormigón de las cimentaciones.
- Ensayo de recepción de los materiales utilizados.

# ANEXO I:

# FICHAS TÉCNICAS DE EQUIPOS PRINCIPALES

# ST5015UX-2H
# ST5015UX-3H
# ST5015UX-4H

PowerTitan 2.0 Liquid Cooled Energy Storage System

Preliminary




## OPTIMAL COST

- Intelligent liquid-cooled temperature control system to optimize the auxiliary power consumption
- Pre-assembled, no battery module handling on site, transportation of complete system

## SAFE AND RELIABLE

- Electrical safety management, overcurrent fast breaking and arc extinguishing protection
- The electrical cabinet and battery cabinet are separated to prevent thermal runaway

## EFFICIENT AND FLEXIBLE

- High-efficiency heat dissipation, increase battery life and system discharge capacity
- Front single-door-open design, supporting back to back layout drawing
- Function test in factory, limited on-site work, accelerate commissioning process

## CONVENIENT O&M

- One-click system upgrade
- Automatic coolant refilling design
- Online intelligent monitoring

© 2024 Sungrow Power Supply Co., Ltd. All rights reserved. Subject to change without notice. Version 1

SUNGROW
Clean power for all

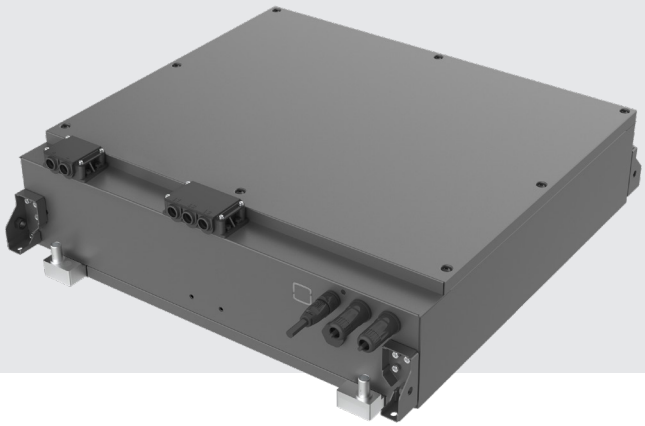
| Product name | ST5015UX-2H | ST5015UX-3H | ST5015UX-4H |
|---|---|---|---|
| DC side | | | |
| Cell type | LFP<br>3.2 V / 314 Ah | | |
| Battery configuration | 416S12P | | |
| Nominal capacity | 5015 kWh | | |
| Nominal voltage range | 1123.2 V - 1497.6 V | | |
| AC side | | | |
| Nominal AC power | 210 kVA * 12 | 127 kVA * 12 | 210 kVA * 6 |
| AC current distortion rate | < 3 % ( Nominal Power ) | | |
| DC component | < 0.5 % | | |
| Nominal AC voltage | 690 V | | |
| AC voltage range | 621 V - 759 V | | |
| Termination (LV) | 352 A * 3 Phase * 6 | 212 A * 3 Phase * 6 | 352 A * 3 Phase * 3 |
| Power factor | > 0.99 ( Nominal Power ) | | |
| Adjustable range of reactive power | -100 % - 100 % | | |
| Nominal frequency | 50 Hz / 60 Hz | | |
| Isolation method | Transformerless | | |
| System parameter | | | |
| Dimension ( W * H * D ) | 6058 mm * 2896 mm * 2438 mm | | |
| Weight | 42500 kg | 42500 kg | 42000 kg |
| Degree of protection | IP55 | | |
| Anti-corrosion degree | C4 | | |
| Operation ambient temperature range | -30 ℃ - 50 ℃ ( > 45 ℃ Derating ) | | |
| Operation humidity range | 0 % - 100 % ( Non-condensing ) | | |
| Maximum operation altitude | 4000 m | | |
| Temperature control method | Intelligent Liquid Cooling | | |
| Fire suppression system | FACP, FK5112, Flammable gas detector, Smoke detector, Heat detector, Sounder beacon, Alarm bell, Warning sign, Extinguishant abort button, Ventilation system, Pressure relief port, Manual automatic switching and emergency starting device (Default)<br>Sprinkler, Explosion vent panel, Aerosol (Optional) | | |
| Communication | Ethernet | | |
| Standard | IEC 61000, IEC 62619, IEC 62933, G99, UN 38.3 / UN 3536, CE, IEC 62477 | | |

© 2024 Sungrow Power Supply Co., Ltd. All rights reserved. Subject to change without notice. Version 1

# SC125HX

Power Conversion System

NEW



## HIGH YIELD

- Advanced three-level technology,max. efficiency 99%
- Effective liquid cooling,no derating up to 45°C
- Wide DC voltage operation window,full power operation at 1500V

## FLEXIBLE APPLICATION

- Bidirectional power conversion system with full four-quadrant operation
- Compatible with high voltage battery system,low system cost
- Battery charge&dis-charge management and black start function integrated

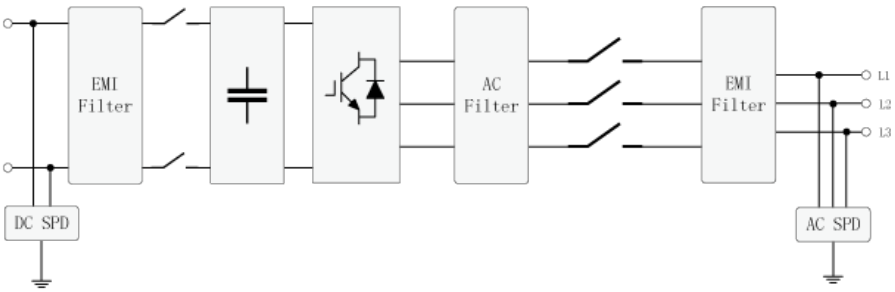
## SMART O&M

- Modular design,easy for maintenance
- IP66 protection degree
- Optional C5 anti-corrosion degree,adjust to applications close to the sea

## GRID SUPPORT

- Compliant with CE,IEC 62477,IEC 61000 and grid regulations
- Fast active/reactive power response
- L/HVRT,VSG,FRT,soft start/stop,specified power factor control and reactive power support

## CIRCUIT DIAGRAM




© 2024 Sungrow Power Supply Co., Ltd. All rights reserved. Subject to change without notice. Version 1

SUNGROW
Clean power for all

| Type designation | SC125HX |
|---|---|
| DC side | |
| Max. DC voltage | 1500 V |
| Min. DC voltage | 1000 V |
| DC voltage range for nominal power | 1000 V - 1500 V |
| Max. DC current | 143 A |
| Number of DC inputs | 1 |
| AC side | |
| Nominal power | 127 kVA |
| Max.AC current | 117.2 A |
| Nominal voltage | 690 V |
| Voltage range | 621 V ~ 759 V |
| Nominal frequency / frequency range | 50 Hz / 45 Hz ~ 55 Hz<br>60 Hz / 55 Hz ~ 65 Hz |
| Max.THD of current | < 3 % ( at nominal power ) |
| Power factor range | 1.0 leading ~ 1.0 lagging |
| Feed-in phases / AC connection | 3 / 3 |
| Efficiency | |
| Converter max. efficiency | 99 % |
| Protection | |
| DC reverse connection protection | Yes |
| AC short circuit protection | Yes |
| Leakage current protection | Yes |
| Surge protection | DC Type II / AC Type II |
| Grid monitoring / Ground fault monitoring | Yes |
| Insulation monitoring | Yes |
| Overheat protection | Yes |
| General data | |
| Dimensions ( W * H * D ) | 790 mm * 235 mm * 880 mm |
| Weight | 85 kg ± 5 kg |
| Isolation method | Transformerless |
| Degree of protection | IP 66 |
| Operating temperature range | -30 ℃ ~ 60 ℃ ( > 45 ℃ derating ) |
| Operating humidity range | 0 % ~ 100 % |
| Temperature control method | Liquid cooling |
| Max.operating altitude | 4000 m ( > 4000 m derating ) |
| Display | APP |
| Communication | Ethernet |
| Compliance | CE, IEC 62477-1, EN55011 |
| Grid support | L / HVRT, VSG, FRT, active & reactive power control and power ramp rate control, Volt-var, Volt-watt, Frequency-watt |

© 2024 Sungrow Power Supply Co., Ltd. All rights reserved. Subject to change without notice. Version 1

SUNGROW
Clean power for all

# MVS3460-LS

## PowerTitan 2.0 MVS

Preliminary



| Product name | MVS3460-LS |
|---|---|
| **MV transformer** | |
| Rated power | 3460 kVA |
| MV / LV poltage | 11 kV - 33 kV / 0.69 kV |
| Transformer vector | Dy11 ( standard ) |
| Insulation level | A |
| Rated frequency | 50 Hz / 60 Hz |
| Impedance | 7 % ( tolerance -5 % - 10 % ) |
| Material of winding ( MV / LV ) | Aluminum / Aluminum |
| Cooling method | ONAN |
| Degree of protection | Transformer body: IP68 , Other parts: IP55 |
| **RMU** | |
| Rated voltage | 24 kV / 36 kV |
| Rated current | 630 A ( 50 Hz ) / 600 A ( 60 Hz ) |
| Units | DCV / CCV / CV / DV |
| Relay protection | ANSI 50 , 50N , 51 , 51N |
| Rated short-time withstand current | 20 kA / 3 s or 25 kA / 1 s |
| **Smart control cabinet** | |
| Protection | AC Breaker |
| Surge protection | Type II |
| Meter for main circuit | Optional |
| AC insulation detection | Support |
| Temperature control method | Air cooling and HVAC |
| Degree of protection | IP55 |
| UPS | 15 min / 2 h / 3 h / 4 h |
| **General data** | |
| Dimensions ( W * H * D ) | 6058 mm * 2896 mm * 2438 mm |
| Weight | 14400 ( ± 500 ) kg |
| Cable entry | Bottom Entry |
| Degree of protection | IP55 |
| Anti-corrosion degree | C4 ( standard ) |
| Operation ambient temperature range | -40˚C - 60˚C<br>> 40 °C derating ( standard ) ; > 45 °C derating ( optional ) |
| Operation humidity range | 0 % - 100 % ( non-condensing ) |
| Maximum operation altitude | 4500 m |
| Standard | IEC 62271-202, IEC 61439 |
| Communication | Ethernet, Optical fiber, RS485 |

* 15 min UPS only supplies power for the control and communication devices in the MVS.
** 2 / 3 / 4 h UPS supplies power for the control and communication devices in the MVS, and the ventilation system in the battery container.

© 2024 Sungrow Power Supply Co., Ltd. All rights reserved. Subject to change without notice. Version 1

# POWERFLEX® RV-K

## Cable flexible de potencia para uso industrial.

NORMAS DE REFERENCIA: IEC 60502-1 / UNE 21123-2




**Eca**

## APLICACIÓN

El cable Powerflex® RV-K es un cable flexible de potencia diseñado para satisfacer los requisitos industriales más exigentes: conexiones industriales de baja tensión, redes urbanas, instalaciones en edificios, etc.
Su flexibilidad lo hace particularmente adecuado en trazados difíciles. Gracias al diseño de sus materiales, puede ser instalado en todo tipo de condiciones ambientales: zonas húmedas y secas, instalación al aire libre, enterrado, e incluso sumergido en agua (AD7), sin que perjudique la vida útil del cable.

- Uso Industrial.
- Alumbrado exterior.

## CONSTRUCCIÓN

**Conductor**
Cobre electrolítico recocido, clase 5 (flexible) según UNE-EN 60228 e IEC 60228.

**Aislamiento**
Polietileno reticulado tipo DIX-3 según HD 603-1 y tipo XLPE según IEC 60502-1.
La identificación normalizada de los conductores aislados según HD 308 es la siguiente:

| | |
|---|---|
| 1 x | Natural |
| 2 x | Azul + Marrón |
| 3 G | Azul + Marrón + Amarillo/Verde |
| 3 x | Marrón + Negro + Gris |
| 3 x + 1 x | Marrón + Negro + Gris + Azul (sección reducida) |
| 4 G | Marrón + Negro + Gris + Amarillo/Verde |
| 4 x | Marrón + Negro + Gris + Azul |
| 5 G | Marrón + Negro + Gris + Azul + Amarillo/Verde |
| 6 o más | Negros numerados + Amarillo/Verde |

**Cubierta**
PVC flexible tipo DMV-18 según HD 603 y tipo ST2 según IEC 60502-1.
Color negro.

## CARACTERÍSTICAS

**Características eléctricas**
Baja tensión: 0,6/1 kV.

**Características térmicas**
Temperatura máxima del conductor: 90°C.
Temperatura máxima en cortocircuito: 250°C (máximo 5 s).
Temperatura mínima de servicio: -40°C (estático con protección).
Temperatura mínima de instalación y manipulación: 0°C (en la superficie del cable).

**Características frente al fuego**
No propagación de la llama según UNE-EN 60332-1 / IEC 60332-1.
Reacción al fuego CPR: $E_{ca}$ según EN 50575.
Reducida emisión de halógenos. Cloro < 15%.

**Características mecánicas**
Radio de curvatura: 5x diámetro exterior.
Resistencia a los impactos: AG2 Medio.

**Características medioambientales**
Resistencia a los ataques químicos: Buena.
Resistencia a los rayos ultravioleta según UNE 211605.
Resistencia de agua: AD7 inmersión.

**Condiciones de instalación**
Al aire.
Enterrado.
Entubado.
En bandeja.

## NORMAS / CERTIFICACIONES

**Norma de referencia**
IEC 60502-1 / UNE 21123-2

**ITC y certificaciones**
ITC: 9 / 20 / 30 / 31
AENOR / BUREAU VERITAS / KEMA-KEUR /RoHS / CE

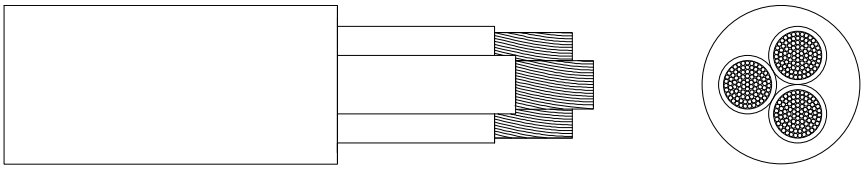
**CPR (Reglamento de Productos de la Construcción)**
$E_{ca}$.


© 2022 Top Cable – Revisión 24 - 18.02.2022 | Emitido por DVC

Top Cable se reserva el derecho de realizar cualquier modificación en las fichas técnicas sin previo aviso. Todos los renders, especificaciones y datos de pesos, tamaños y dimensiones contenidos en esta documentación son sólo indicativos y no serán vinculantes para Top Cable.

# POWERFLEX®
# RV-K

## DIMENSIONES E INTENSIDADES ADMISIBLES



| Sección ($mm^2$) | Diámetro (mm) | Peso (kg/km) | Aire libre (A) [1] | Enterrado (A) [2] | Caída tensión (V/A · km) [3] |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 x 1,5 | 5,7 | 45 | 28 | 27 | 33,9 |
| 1 x 2,5 | 6,2 | 55 | 39 | 35 | 20,3 |
| 1 x 4 | 6,7 | 70 | 53 | 46 | 12,6 |
| 1 x 6 | 7,3 | 90 | 68 | 58 | 8,41 |
| 1 x 10 | 8,2 | 135 | 93 | 77 | 4,87 |
| 1 x 16 | 9,2 | 190 | 124 | 100 | 3,08 |
| 1 x 25 | 11,0 | 285 | 161 | 129 | 1,98 |
| 1 x 35 | 12,1 | 385 | 200 | 155 | 1,41 |
| 1 x 50 | 13,8 | 520 | 242 | 183 | 0,984 |
| 1 x 70 | 15,7 | 715 | 310 | 225 | 0,693 |
| 1 x 95 | 17,6 | 925 | 377 | 270 | 0,525 |
| 1 x 120 | 19,2 | 1.165 | 437 | 306 | 0,410 |
| 1 x 150 | 21,5 | 1.450 | 504 | 343 | 0,328 |
| 1 x 185 | 23,9 | 1.750 | 575 | 387 | 0,270 |
| 1 x 240 | 26,9 | 2.280 | 679 | 448 | 0,204 |
| 1 x 300 | 29,6 | 2.830 | 783 | 502 | 0,163 |
| 1 x 400 | 33,8 | 3.735 | 940 | 592 | 0,123 |
| 1 x 500 | 37,4 | 4.780 | 1.083 | 670 | 0,097 |
| 1 x 630 | 42,7 | 6.280 | 1.254 | 762 | 0,073 |
| 1 x 800 | 51,5 | 8.235 | 1.454 | 870 | 0,056 |
| 1 x 1000 | 59,9 | 10.410 | 1.670 | 988 | 0,044 |
| 2 x 1,5 | 8,2 | 90 | 26 | 27 | 33,9 |
| 2 x 2,5 | 9,2 | 120 | 36 | 35 | 20,3 |
| 2 x 4 | 10,3 | 165 | 49 | 46 | 12,6 |
| 2 x 6 | 11,3 | 215 | 63 | 58 | 8,41 |
| 2 x 10 | 13,2 | 320 | 86 | 77 | 4,87 |
| 2 x 16 | 14,9 | 450 | 115 | 100 | 3,08 |
| 2 x 25 | 20,8 | 810 | 149 | 129 | 1,98 |
| 2 x 35 | 22,0 | 1.000 | 185 | 155 | 1,41 |
| 2 x 50 | 25,7 | 1.375 | 225 | 183 | 0,984 |
| 2 x 70 | 29,5 | 1.880 | 289 | 225 | 0,693 |
| 2 x 95 | 33,0 | 2.430 | 352 | 270 | 0,525 |
| 3 G 1,5 | 8,9 | 110 | 26 | 27 | 33,9 |
| 3 G 2,5 | 9,8 | 145 | 36 | 35 | 20,3 |
| 3 G 4 | 11,0 | 200 | 49 | 46 | 12,6 |
| 3 G 6 | 12,1 | 265 | 63 | 58 | 8,41 |
| 3 G 10 | 14,3 | 405 | 86 | 77 | 4,87 |
| 3 x 16 | 16,4 | 595 | 115 | 100 | 3,08 |
| 3 x 25 | 20,7 | 955 | 149 | 129 | 1,98 |
| 3 x 35 | 23,1 | 1.275 | 185 | 155 | 1,41 |
| 3 x 50 | 26,8 | 1.750 | 225 | 183 | 0,984 |
| 3 x 70 | 29,6 | 2.370 | 289 | 225 | 0,693 |
| 3 x 95 | 35,0 | 3.140 | 352 | 270 | 0,525 |
| 3 x 120 | 39,8 | 4.115 | 410 | 306 | 0,41 |
| 3 x 150 | 44,7 | 5.130 | 473 | 343 | 0,328 |
| 3 x 185 | 49,9 | 6.285 | 542 | 387 | 0,270 |
| 3 x 240 | 54,1 | 7.875 | 641 | 448 | 0,204 |
| 3 x 300 | 62,3 | 10.100 | 741 | 502 | 0,163 |
| 3x16+1x10 | 17,6 | 700 | 115 | 100 | 3,08 |


© 2022 Top Cable – Revisión 24 - 18.02.2022 | Emitido por DVC


Top Cable se reserva el derecho de realizar cualquier modificación en las fichas técnicas sin previo aviso. Todos los renders, especificaciones y datos de pesos, tamaños y dimensiones contenidos en esta documentación son sólo indicativos y no serán vinculantes para Top Cable.

# POWERFLEX®
# RV-K

| Sección ($mm^2$) | Diámetro (mm) | Peso (kg/km) | Aire libre (A) [1] | Enterrado (A) [2] | Caída tensión (V/A · km) [3] |
|---|---|---|---|---|---|
| 3x25+1x16 | 22,7 | 1.140 | 149 | 129 | 1,98 |
| 3x35+1x16 | 25,0 | 1.480 | 185 | 155 | 1,41 |
| 3x50+1x25 | 29,1 | 2.050 | 225 | 183 | 0,984 |
| 3x70+1x35 | 33,8 | 2.850 | 289 | 225 | 0,693 |
| 3x95+1x50 | 38,2 | 3.700 | 352 | 270 | 0,525 |
| 3x120+1x70 | 42,1 | 4.750 | 410 | 306 | 0,410 |
| 3x150+1x70 | 46,8 | 5.800 | 473 | 343 | 0,328 |
| 3x185+1x95 | 53,5 | 7.200 | 542 | 387 | 0,270 |
| 3x240+1x120 | 58,5 | 9.100 | 641 | 448 | 0,204 |
| 4 G 1,5 | 9,7 | 130 | 26 | 27 | 33,9 |
| 4 G 2,5 | 10,7 | 175 | 36 | 35 | 20,3 |
| 4 G 4 | 12,0 | 245 | 49 | 46 | 12,6 |
| 4 G 6 | 13,4 | 330 | 63 | 58 | 8,41 |
| 4 G 10 | 15,7 | 505 | 86 | 77 | 4,87 |
| 4 x 16 | 18,2 | 750 | 115 | 100 | 3,08 |
| 4 x 25 | 24,1 | 1.245 | 149 | 129 | 1,98 |
| 4 x 35 | 26,3 | 1.675 | 185 | 155 | 1,41 |
| 4 x 50 | 31,3 | 2.315 | 225 | 183 | 0,984 |
| 4 x 70 | 36,1 | 3.205 | 289 | 225 | 0,693 |
| 4 x 95 | 40,2 | 4.130 | 352 | 270 | 0,525 |
| 4 x 120 | 44,6 | 5.245 | 410 | 306 | 0,410 |
| 4 x 150 | 49,8 | 6.575 | 473 | 343 | 0,328 |
| 4 x 185 | 56,1 | 8.050 | 542 | 387 | 0,270 |
| 4 x 240 | 64.5 | 10.695 | 641 | 448 | 0,204 |
| 4 x 300 | 68,4 | 12.885 | 741 | 502 | 0,163 |
| 5 G 1,5 | 10,4 | 155 | 26 | 27 | 33,9 |
| 5 G 2,5 | 11,6 | 215 | 36 | 35 | 20,3 |
| 5 G 4 | 13,2 | 300 | 49 | 46 | 12,6 |
| 5 G 6 | 14,7 | 405 | 63 | 58 | 8,41 |
| 5 G 10 | 17,1 | 625 | 86 | 77 | 4,87 |
| 5 G 16 | 20,2 | 935 | 115 | 100 | 3,08 |
| 5 G 25 | 26,6 | 1.555 | 149 | 129 | 1,98 |
| 5 G 35 | 29,3 | 2.080 | 185 | 155 | 1,41 |
| 5 G 50 | 34,5 | 2.895 | 225 | 183 | 0,984 |
| 5 G 70 | 38,7 | 3.930 | 289 | 225 | 0,693 |
| 5 G 95 | 44,6 | 5.190 | 352 | 270 | 0,525 |
| 5 G 120 | 49,7 | 6.560 | 410 | 306 | 0,410 |
| 5 G 150 | 55,6 | 8.145 | 473 | 343 | 0,328 |
| 5 G 185 | 62,5 | 9.975 | 542 | 387 | 0,270 |
| 5 G 240 | 71,8 | 13.210 | 641 | 448 | 0,204 |
| 7 G 1,5 | 11,2 | 190 | 26 | 27 | 33,9 |
| 7 G 2,5 | 12,4 | 265 | 36 | 35 | 20,3 |
| 10 G 1,5 | 13,2 | 260 | 26 | 27 | 33,9 |
| 10 G 2,5 | 16,3 | 380 | 36 | 35 | 20,3 |
| 12 G 1,5 | 14,2 | 295 | 26 | 27 | 33,9 |
| 12 G 2,5 | 15,7 | 420 | 36 | 35 | 20,3 |
| 14 G 1,5 | 14,9 | 315 | 26 | 27 | 33,9 |
| 24 G 1,5 | 20,4 | 550 | 26 | 27 | 33,9 |

[1] Método de referencia F para cables unipolares y método E para cables multiconductores según IEC 60364-5-52 al aire libre a 30 °C de temperatura ambiente.
[2] Método de referencia D2 según IEC 60364-5-52. Directamente enterrados a 0,7 m de profundidad con una resistividad térmica del suelo de 2,5 K-m/W y 20°C de temperatura del suelo.
[3] A temperatura máxima de servicio y cosφ=1.
En todos los casos se supone un circuito monofásico.


© 2022 Top Cable – Revisión 24 - 18.02.2022 | Emitido por DVC

Top Cable se reserva el derecho de realizar cualquier modificación en las fichas técnicas sin previo aviso. Todos los renders, especificaciones y datos de pesos, tamaños y dimensiones contenidos en esta documentación son sólo indicativos y no serán vinculantes para Top Cable.

# HERSATENE

## Cu o AL/XLPE/CTS/PVC

3,6/6 (7,2) kV - 6/10 (12) kV - 8,7/15 (17,5) kV - 12/20 (24) kV - 18/30 (36) kV

## NORMAS:

**CONSTRUCCIÓN**
NF C 33-220
CEI 60 502-2

**REACCIÓN AL FUEGO**
IEC 60332-1-2

Opcionalmente:



## CONSTRUCCIÓN:

**1. CONDUCTOR**
Cobre o aluminio, clase 2 según IEC 60228.

**2. PANTALLA SOBRE CONDUCTOR**
Semiconductor extruido.

**3. AISLAMIENTO**
Polietileno reticulado, tipo XLPE.

**4. PANTALLA SOBRE AISLAMIENTO**
Semiconductor extruido.

**5. PANTALLA METÁLICA**
Cinta(s) de cobre colocadas helicoidalmente.

**6. CUBIERTA EXTERNA**
Cloruro de polivinilo (PVC).

Opcionalmente:
Haz con fiador para aplicaciones aéreas.
Armadura para aplicaciones subterráneas.




## APLICACIONES:

Cables para el suministro eléctrico de industrias, refinerías y alumbrado público.

Radio mínimo de curvatura durante la instalación = 20x el diámetro exterior de un cable unipolar.
Radio mínimo de curvatura después de la instalación =
13x el diámetro exterior de un cable unipolar.
Rango de temperatura admisible durante la instalación: -10 ºC a +50 ºC.

Temperatura máxima admisible del conductor:
- En servicio : 90 ºC.
- Cortocircuito : 250 ºC.

# HERSATENE

Cu o AL/XLPE/CTS/PVC

3.6/6 (7,2) kV, 6/10 (12) kV, 8.7/15 (17,5) kV, 12/20 (24) kV, 18/30 (36) kV

## CARACTERÍSTICAS FÍSICAS:

| Sección (mm²) | Diámetro sobre aislamiento (mm) | Diámetro exterior (mm) | Peso (kg/km) | Radio mínimo de curvatura después de la instalación (mm) | Radio mínimo de curvatura durante la instalación (mm) | Fuerza de tracción máxima (daN) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **18/30 (36) kV** | | | | | | |
| **COBRE** | | | | | | |
| 50 | 25,30 | 32,5 | 1.350 | 422,5 | 650 | 250 |
| 70 | 27,30 | 34,5 | 1.600 | 448,5 | 690 | 350 |
| 95 | 28,85 | 36,0 | 1.900 | 468 | 720 | 475 |
| 120 | 30,30 | 37,50 | 2.200 | 487,5 | 750 | 600 |
| 150 | 31,70 | 39,0 | 2.500 | 507 | 780 | 750 |
| 185 | 33,55 | 41,0 | 2.950 | 533 | 820 | 925 |
| 240 | 35,70 | 43,5 | 3.500 | 565,5 | 870 | 1.200 |
| 300 | 37,95 | 46,0 | 4150 | 598 | 920 | 1.500 |
| 400 | 41,45 | 49,5 | 5.100 | 643,5 | 990 | 2.000 |
| 500 | 44,80 | 53,0 | 6.200 | 689 | 1.060 | 2.500 |
| 630 | 49,80 | 59,0 | 7.900 | 767 | 1.180 | 3.150 |
| 800 | 54,00 | 63,5 | 9.700 | 825,5 | 1.270 | 4.000 |
| 1.000 | 60,20 | 70,0 | 12.300 | 910 | 1.400 | 5.000 |
| 1.200 | 61,90 | 72,0 | 13.800 | 936 | 1.440 | 6.000 |
| **ALUMINIO** | | | | | | |
| 50 | 25,98 | 33,0 | 1100 | 429 | 660 | 150 |
| 70 | 27,86 | 35,0 | 1.250 | 455 | 700 | 210 |
| 95 | 29,16 | 36,5 | 1350 | 474,5 | 730 | 285 |
| 120 | 31,06 | 38,5 | 1500 | 500,5 | 770 | 360 |
| 150 | 31,63 | 39,0 | 1650 | 507 | 780 | 450 |
| 185 | 36,45 | 44,0 | 1950 | 572 | 890 | 555 |
| 240 | 36,36 | 44,0 | 2100 | 572 | 890 | 720 |
| 300 | 38,56 | 46,5 | 2.400 | 604,5 | 930 | 900 |
| 400 | 41,36 | 49,5 | 2.750 | 643,5 | 990 | 1.200 |
| 500 | 44,86 | 53,0 | 3.200 | 689 | 1.060 | 1.500 |
| 630 | 48,61 | 57,0 | 3.750 | 741 | 1.140 | 1.890 |
| 800 | 53,76 | 63,0 | 4.650 | 819 | 1.260 | 2.400 |
| 1.000 | 58,76 | 68,5 | 5.600 | 890,5 | 1.370 | 3.000 |
| 1.200 | 61,96 | 72,0 | 6.300 | 936 | 1.440 | 3.600 |

Valores sujetos a variación en función de las tolerancias dimensionales.

## INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE:

| Sección (mm²) | Corriente permanente (kA) | | | | Corriente de cortocircuito, 1s (kA) | | Caída de tensión ΔU (cos φ) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Directamente enterrados | | En aire | | Conductor | Pantalla | 0,8 | 0,9 |
| | Trébol | Plano | Trébol | Plano | | | | |
| **ALUMINIO** | | | | | | | | |
| **18/30 (36) kV** | | | | | | | | |
| 25 | 125 | 128 | 122 | 125 | 4,728 | 1,68 | 1,293 | 1,393 |
| 35 | 149 | 153 | 147 | 151 | 6,619 | 1,68 | 0,931 | 0,990 |
| 50 | 175 | 179 | 185 | 189 | 8,983 | 1,68 | 0,708 | 0,741 |
| 70 | 214 | 220 | 226 | 236 | 11,346 | 1,68 | 0,582 | 0,602 |
| 95 | 252 | 262 | 266 | 285 | 14,183 | 1,68 | 0,495 | 0,506 |
| 120 | 291 | 299 | 318 | 330 | 17,492 | 1,68 | 0,417 | 0,419 |
| 150 | 325 | 334 | 360 | 370 | 22,693 | 1,68 | 0,342 | 0,337 |
| 185 | 370 | 379 | 417 | 430 | 28,366 | 1,68 | 0,294 | 0,285 |
| 240 | 428 | 439 | 490 | 504 | 37,821 | 1,68 | 0,251 | 0,238 |
| 300 | 485 | 492 | 567 | 579 | 47,276 | 1,68 | 0,216 | 0,201 |
| 400 | 554 | 562 | 662 | 669 | 59,568 | 1,68 | 0,189 | 0,172 |
| 500 | 631 | 637 | 771 | 776 | 75,642 | 1,68 | 0,171 | 0,152 |
| 630 | 720 | 727 | 897 | 905 | 94,553 | 1,68 | 0,155 | 0,136 |
| 800 | 810 | 812 | 1.037 | 1.040 | 113,463 | 1,68 | 0,147 | 0,127 |
| 1.000 | 895 | 890 | 1.165 | 1.160 | 4,728 | 1,68 | 1,293 | 1,393 |
| 1.200 | 957 | 945 | 1.264 | 1.252 | 6,619 | 1,68 | 0,931 | 0,990 |

Valores sujetos a variación en función de las tolerancias dimensionales.

Las intensidades admisibles se han calculado para un sistema trifásico.

**Condiciones de servicio**

- Temperatura del terreno = 20 ºC
- Temperatura del aire = 30 ºC
- Resistencia térmica del terreno = 1 Km/W

General Cable

# HERSATENE

Cu o AL/XLPE/CTS/PVC

3,6/6 (7,2) kV, 6/10 (12) kV, 8,7/15 (17,5) kV, 12/20 (24) kV, 18/30 (36) kV

## CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS:

| CARACTERÍSTICAS | Sección (mm²) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 25 | 50 | 95 | 150 | 240 | 300 | 400 | 630 | 800 | 1.000 | 1.200 |
| **ALUMINIO** | | | | | | | | | | | |
| **6/10 (12) kV** | | | | | | | | | | | |
| Rc.c. a 20 ºC (Ω/ km) | 1,200 | 0,641 | 0,320 | 0,206 | 0,125 | 0,100 | 0,078 | 0,047 | 0,037 | 0,029 | 0,025 |
| Rc.a., 50 Hz a 90 ºC (Ω/ km) | 1,539 | 0,822 | 0,411 | 0,265 | 0,161 | 0,130 | 0,102 | 0,064 | 0,051 | 0,043 | 0,038 |
| Inductancia (mH / km) | 0,440 | 0,403 | 0,362 | 0,337 | 0,312 | 0,303 | 0,292 | 0,275 | 0,275 | 0,267 | 0,262 |
| Capacidad (µF/km) | 0,212 | 0,257 | 0,322 | 0,378 | 0,466 | 0,510 | 0,559 | 0,710 | 0,813 | 0,912 | 0,976 |
| **8,7/15 (18) kV** | | | | | | | | | | | |
| Rc.c. a 20 ºC (Ω/ km) | 1,200 | 0,641 | 0,320 | 0,206 | 0,125 | 0,100 | 0,078 | 0,047 | 0,037 | 0,029 | 0,025 |
| Rc.a., 50 Hz a 90 ºC (Ω/ km) | 1,539 | 0,822 | 0,411 | 0,265 | 0,161 | 0,130 | 0,102 | 0,064 | 0,051 | 0,043 | 0,038 |
| Inductancia (mH / km) | 0,460 | 0,422 | 0,378 | 0,353 | 0,326 | 0,315 | 0,304 | 0,284 | 0,284 | 0,275 | 0,270 |
| Capacidad (µF/km) | 0,174 | 0,209 | 0,259 | 0,302 | 0,369 | 0,403 | 0,446 | 0,556 | 0,634 | 0,710 | 0,758 |
| **12/20 (24) kV** | | | | | | | | | | | |
| Rc.c. a 20 ºC (Ω/ km) | 1,200 | 0,641 | 0,320 | 0,206 | 0,125 | 0,100 | 0,078 | 0,047 | 0,037 | 0,029 | 0,025 |
| Rc.a., 50 Hz a 90 ºC (Ω/ km) | 1,539 | 0,822 | 0,411 | 0,245 | 0,161 | 0,129 | 0,102 | 0,063 | 0,051 | 0,043 | 0,038 |
| Inductancia (mH / km) | 0,483 | 0,437 | 0,393 | 0,366 | 0,341 | 0,326 | 0,315 | 0,293 | 0,291 | 0,282 | 0,277 |
| Capacidad (µF/km) | 0,146 | 0,182 | 0,223 | 0,259 | 0,319 | 0,342 | 0,377 | 0,468 | 0,532 | 0,595 | 0,634 |



Valores sujetos a variación en función de las tolerancias dimensionales.

## CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS:

| CARACTERÍSTICAS | Sección (mm²) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 50 | 95 | 150 | 240 | 300 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1.000 | 1.200 |
| **ALUMINIO** | | | | | | | | | | | |
| **18/30 (36) kV** | | | | | | | | | | | |
| **Rc.c. a 20 ºC (Ω/ km)** | 0,641 | 0,320 | 0,206 | 0,125 | 0,100 | 0,078 | 0,061 | 0,047 | 0,037 | 0,029 | 0,025 |
| **Rc.a., 50 Hz a 90 ºC (Ω/ km)** | 0,822 | 0,411 | 0,265 | 0,161 | 0,129 | 0,101 | 0,080 | 0,063 | 0,051 | 0,042 | 0,037 |
| **Inductancia (mH / km)** | 0,473 | 0,425 | 0,394 | 0,363 | 0,351 | 0,338 | 0,325 | 0,313 | 0,309 | 0,298 | 0,293 |
| **Capacidad (µF/km)** | 0,142 | 0,171 | 0,193 | 0,235 | 0,255 | 0,279 | 0,310 | 0,343 | 0,387 | 0,431 | 0,458 |

Valores sujetos a variación en función de las tolerancias dimensionales.

# ANEXO II: CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

# Índice

**1. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN BESS ..... 3**

**2. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN LSMT 30 KV ..... 4**

# 1. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN BESS

El siguiente cronograma muestra las actividades necesarias y su duración para la ejecución de la Planta BESS como si fuera una instalación independiente de las otras que componen el proyecto, de manera que pueda verse claramente cada una de dichas actividades y no suponga una fuente de confusión con respecto a las actividades de las otras instalaciones del proyecto.

Los dos cronogramas tienen en común la fecha de inicio en el mes 1.

| | 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 |
| **Proyecto PB Águila Imperial** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **1** | **Trabajos Previos** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.1 | Ingeniería de detalle | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.2 | Desbroce | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.3 | Vallado perimetral | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **2** | **Obra Civil** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 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 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **3** | **Instalación Mecánica y Eléctrica** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.1 | Posicionamiento contenedores baterías y Estaciones de Potencia | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.3 | Instalación y conexión eléctrica de BT | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.5 | Instalación y conexión eléctrica de MT | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.6 | Instalación y conexión sistema de control | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.8 | Sistema de seguridad y videovigilancia | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **4** | **Puesta en Marcha** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.1 | Pruebas en frio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.2 | Puesta en marcha | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.3 | Pruebas en caliente | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

# 2. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN LSMT 30 KV

| | MES | 1 | | | | 2 | | | | 3 | | | | 4 | | | | 5 | | | | 6 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| # | SEMANA | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | **Proyecto de Línea Subterránea 30 kV** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **1** | **Obra civil** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.1 | Limpieza del Terreno | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.2 | Excavación de Zanja | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.3 | Perforación Horizontal Dirigida | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.4 | Canalizaciones Eléctricas y Cámaras de Empalme | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.5 | Relleno con Hormigón, Arena Compactada y Señalización | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **2** | **Montaje eléctrico** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.1 | Tendido eléctrico | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.2 | Empalmes, Puesta a Tierra de las Pantallas y Conexionado en los Extremos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **3** | **Pruebas y Ensayos** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **4** | **Puesta en servicio** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

# ANEXO II:

# PLAN DE DESMANTELAMIENTO

# Índice

**1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO ..... 3**

**2. PLAN DE DESMANTELAMIENTO ..... 4**

2.1. DESCONEXIÓN DE LA RED ELÉCTRICA ..... 4
2.2. DESMANTELAMIENTO ..... 5
2.3. MEDIDAS CORRECTORAS Y RESTAURACIÓN PAISAJÍSTICA ..... 7
2.4. GESTIÓN DE RESIDUOS ..... 7
2.5. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD ..... 8
2.6. MEDICIONES Y PRESUPUESTO ..... 8

# 1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

El objeto del presente documento es la descripción del Plan de Desmantelamiento de la Planta de Almacenamiento **Planta BESS "Águila Imperial"**, con 4,99 MW de capacidad de acceso. La Planta de almacenamiento evacuará la energía a través de una línea de evacuación subterránea de media tensión de 30 kV hasta la **SE Valduro 45/30 kV (objeto de otro proyecto).**

El desmantelamiento implica dejar el terreno ocupado por las diferentes instalaciones en su estado original. Todos los elementos constituyentes del Proyecto serán desmontados o demolidos y todos los escombros retirados a un vertedero autorizado, favoreciendo el reciclaje de los diferentes materiales que componen el Proyecto.

# 2. PLAN DE DESMANTELAMIENTO

En esta sección se describe el Plan de Desmantelamiento del Proyecto que se realizará una vez cese la actividad de la Instalación. A efectos de este Proyecto se establece un mínimo de 30 años al igual que la vida útil de la Planta desde su puesta en servicio.

El desmantelamiento implica dejar el terreno ocupado por la Planta BESS en su estado original. Todos los elementos constituyentes de la Planta serán desmontados o demolidos y todos los escombros retirados a un vertedero autorizado, favoreciendo el reciclaje de los diferentes materiales que componen el Proyecto. El plazo de ejecución de las actuaciones previstas en el Plan de Desmantelamiento será de seis meses.

Con el fin de que las operaciones de desmantelamiento se realicen de forma segura, se comenzará con la desconexión eléctrica de la Planta BESS, para proceder de forma segura al desmontaje de los equipos y conexiones eléctricas, continuando con las mecánicas y con la demolición de las obras civiles, terminando con las operaciones de restitución del suelo sus condiciones originales previas a la construcción del Proyecto.

A continuación, se describen las labores de desmantelamiento de las instalaciones que componen el Proyecto, el tratamiento de los residuos generados y la restauración de los terrenos ocupados por la misma, así como la valoración de los costes de dichas labores.

## 2.1. Desconexión de la Red Eléctrica

Una vez que la Planta finalice su actividad y antes de proceder al desmantelamiento de las instalaciones, se procederá al desconexionado de la Planta de la red eléctrica. Lo que se realizará en las siguientes fases.

- Desconexión de la red de media tensión:
    - Desconexión de las líneas subterráneas de media tensión, Esta acción se realizará a nivel de la Subestación Elevadora.
    - Desconexión de la red interna subterránea de media tensión: Se realizará a nivel de las Estaciones de Potencia.
    - Para ello se procederá a:
        - Aislamiento de la Planta mediante apertura de líneas en la Subestación Elevadora.
        - Retirada de los conductores de media tensión correspondientes al entronque.

- Los conductores y demás materiales sobrantes serán almacenados para su entrega a gestor autorizado para su reciclaje.

- Desconexión de la red de baja tensión:
  - Desconexión de los cables que unen unidades de almacenamiento con transformadores de potencia.
  - Desconexión de los circuitos internos entre los módulos de baterías y PCS.
  - Desconexión de los cables de interconexión de los sistemas auxiliares de la planta.
  - Desmantelamiento de los tubos protectores y del cableado.
  - Desmantelamientos de las baterías

Los conductores y demás material sobrante serán almacenados en contenedores para su entrega a gestor autorizado para su reciclaje.

## 2.2. Desmantelamiento

Durante el desmantelamiento se adoptarán todas las medidas de seguridad y prevención de riesgos laborales recogidas en la legislación vigente en ese momento, así como toda la legislación sectorial aplicable.

Se describe a continuación el desmantelamiento de los equipos principales del Proyecto.

**Desmantelamiento de la Instalación Eléctrica**

Los trabajos de desmantelamiento de la instalación eléctrica consistirán en:

- Remoción del cable de baja tensión desde los PCS a los transformadores de potencia.
- Remoción del cable de baja tensión de los sistemas auxiliares de la planta.
- Remoción del cable de cable de media tensión entre los transformadores de potencia y las celdas MT del centro de seccionamiento
- Remoción del cable de media tensión entre el centro de seccionamiento y la subestación.

El cable se organizará por tipo de cable y se acoparía en contenedores distribuidos por la obra para dicho fin. Para desmontar las líneas subterráneas se recuperará en primer lugar el cableado y se abrirán después

las zanjas para extraer las canalizaciones. También se demolerán las arquetas de registro distribuidas en el trazado de dicha red subterránea.

Tras la remoción del cableado se procederá con remover las unidades de baterías, PCS, los transformadores, las celdas de media tensión, los equipos de medida protección y control.

Todos los elementos recuperados, entre los que fundamentalmente hay cables de aluminio y cobre y material eléctrico, se acopiarán en los puntos habilitados para ello, para después llevarlos al camión separados según su destino, ya sea para su posterior reciclado o reutilización cuando sea posible o para su entrega a vertedero autorizado de cada tipo de material en caso contrario.

**Desmantelamiento de los Módulos de Baterías**

Para llevar a cabo el desmontaje mecánico de los módulos de baterías, en primer lugar, se debe realizar la desconexión eléctrica de los módulos de baterías. Una vez que se haya garantizado la desconexión del sistema eléctrico se procederá en retirar los módulos de la estructura de los racks.

La estrategia de desmantelamiento de las baterías de ion litio es la de reciclaje de las mismas mediante gestor autorizado.

**Desmantelamiento de la Obra Civil**

Se eliminarán las cimentaciones hasta una profundidad mínima de 70 cm, a medir desde la cota natural del terreno. Una vez realizada la extracción, se procederá al recubrimiento de la zona afectada mediante una capa de terreno vegetal de espesor suficiente para que se permita el arraigo de las especies autóctonas.

En el caso de edificios fabricados en la Planta, se procederá a su demolición y retirada de escombros a vertedero autorizado.

Los viales y caminos interiores, y correspondientes cunetas y bordillos, se desmantelarán una vez finalizado el desmantelamiento de todas las instalaciones de la Planta, siempre y cuando los servicios forestales o las autoridades competentes no expresen su deseo de contar con ellos en el futuro.

**Desmantelamiento del Vallado Perimetral**

El desmontaje del vallado perimetral se llevará a cabo manualmente, retirando los postes y vallas metálicas. Los residuos generados serán acopiados en camión para su traslado a una planta de tratamiento o vertedero autorizado para su reciclado.

## 2.3. Medidas Correctoras y Restauración Paisajística

Las medidas correctoras que se plantean están enfocadas a lograr algunos de los siguientes aspectos:

- Reducir o eliminar las alteraciones que el medioambiente de la zona pueda haber sufrido por las instalaciones.
- Reducir o atenuar los efectos ambientales negativos, limitando la intensidad de la acción que se ha provocado.
- Llevar a cabo medidas de restauración de modo que se consiga el efecto contrario a la acción provocada.

En la tabla siguiente aparece un esquema simplificado de los aspectos a considerar para el buen desarrollo de las medidas correctoras a realizar.

| Factor Ambiental | Medidas Correctoras |
|---|---|
| **Contaminación Atmosférica** | - Reducir los niveles de polvo. |
| **Contaminación Acústica** | - Minimizar los niveles de ruido en las labores de desmantelamiento.<br>- Limitación del horario de trabajo de las unidades ruidosas.<br>- Protección del personal adscrito a la obra según Plan de Seguridad y Salud. |
| **Suelo** | - Reducir los riesgos de contaminación propios de esta fase.<br>- Restauración de las zonas ocupadas por las instalaciones. |
| **Vegetación** | - Revegetación de los puntos ocupados por las instalaciones, empleando especies autóctonas que lo aproximen al clima. |
| **Paisaje** | - Restauración paisajística de las zonas ocupadas por las instalaciones. |

***Tabla 1: Medidas correctoras y restauración paisajística***

## 2.4. Gestión de Residuos

Como se ha mencionado en apartados anteriores, todos aquellos elementos resultantes del desmantelamiento de la Instalación se llevarán a centros autorizados para su reciclaje o a vertederos controlados para su eliminación.

Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización, asegurando que los destinados a operaciones de reutilización reciban un control y tratamiento adecuado antes de ser reutilizado como repuestos u otras funciones que cumplan con un desarrollo sostenible de la actividad en cuestión.

## 2.5. Plan de Seguridad y Salud

El contratista adjudicatario de los trabajos de desmantelamiento, realizará conforme a la legislación vigente un plan de seguridad y salud, donde recoja, según su sistema de trabajo, las medidas de seguridad a aplicar durante la realización de estos. Este plan de seguridad y salud será aprobado por el coordinador de seguridad y salud previo al comienzo de los trabajos.

## 2.6. Mediciones y Presupuesto

### 2.6.1. Planta BESS

A continuación, se presenta una tabla con las partidas destinadas al desmantelamiento de la Planta BESS.

| Presupuesto de Desmantelamiento BESS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ***Código*** | ***Cantidad*** | ***UD*** | ***Concepto*** | ***Precio unitario (€/ud)*** | ***Importe (€)*** |
| **1** | | | **Desmantelamiento Equipos principales** | | **9.400,00 €** |
| *1.1* | 5 | Ud | Desmontaje, carga y transporte de módulos de baterías | 1.400,00 € | 7.000,00 € |
| *1.1* | 2 | Ud | Desmontaje, carga y transporte de estaciones de potencia | 1.200,00 € | 2.400,00 € |
| **2** | | | **Instalación Eléctrica de BT** | | **307,23 €** |
| *2.1* | 1.059,41 | ml | Desconexión de cableado eléctrico | 0,29 € | 307,23 € |
| **3** | | | **Instalación Eléctrica de MT** | | **1.896,68 €** |
| *3.1* | 205,64 | ml | Desconexión de cableado eléctrico | 4,95 € | 1.017,92 € |
| *3.2* | 293,9 | ml | Desmontaje de la red de tierras | 2,99 € | 878,76 € |
| **4** | | | **Obra Civil** | | **5.794,05 €** |
| *4.1* | 0,08 | Ha | Movimiento de tierras para restauración | 200,00 € | 16,80 € |
| *4.2* | 320,6 | $m^3$ | Excavación de la zanja de conducción | 2,20 € | 705,30 € |
| *4.3* | 320,6 | $m^3$ | Relleno de la zanja | 1,30 € | 416,77 € |
| *4.4* | 15,00 | uds | Transporte a vertederos y/o reciclado | 100,00 € | 1.500,00 € |
| *4.5* | 1558,96 | m | Recuperación cableado enterrado con excavadoras | 1,80 € | 2.806,13 € |
| *4.6* | 99,7 | $m^3$ | Excavación de la cimentación | 2,20 € | 219,41 € |
| *4.7* | 99,7 | $m^3$ | Relleno de la cimentación | 1,30 € | 129,65 € |
| **5** | | | **Cerramiento Perimetral** | | **256,26 €** |
| *5.1* | 117,55 | ml | Desmontaje del vallado | 2,18 € | 256,26 € |
| **6** | | | **Restauración Paisajística** | | **1.918,35 €** |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| *6.1* | 0,08 | ha | Restauración capa vegetal | 88,00 € | 28,25 € |
| *6.2* | 0,08 | ha | Aporte de tierra vegetal en tierras afectadas | 45,42 € | 14,58 € |
| *6.3* | 0,08 | ha | Limpieza manual de escombros, materiales y basura presentes en la superficie | 304,45 € | 97,73 € |
| *6.4* | 0,08 | ha | Extendido de tierra vegetal mediante ayuda mecánica en zonas afectadas | 42,00 € | 13,48 € |
| *6.5* | 30 | Uds. | Apertura de hoyos en los puntos de plantación | 1,28 € | 1,28 € |
| *6.6* | 1 | Uds. | Compra de ejemplares vegetales | 517,29 € | 517,29 € |
| *6.7* | 1 | Uds. | Proceso de plantación de plantas forestales | 1.322,35 € | 1.322,35 € |

***Tabla 2: Mediciones y Presupuesto Planta BESS***

Resumen del Presupuesto de Desmantelamiento:

| Resumen del Presupuesto | Cantidad |
|---|---|
| Total Módulos de Baterías y Estaciones de potencia | 9.400,00 € |
| Total Instalación Eléctrica de BT | 307,23 € |
| Total Instalación Eléctrica de MT | 1.896,68 € |
| Total Obra Civil | 5.794,05 € |
| Total Cerramiento Perimetral | 256,26 € |
| Total Restauración Paisajística | 1.918,35 € |
| **TOTAL PRESUPUESTO** | **19.572,56 €** |

***Tabla 3: Resumen Presupuesto Desmantelamiento de la Planta BESS***

El presupuesto total del desmantelamiento de la Planta BESS asciende a **DIECINUEVE MIL QUINIENTOS SETENTA Y DOS CON CINCUENTA Y SEIS CENTAVOS (19.572,56 €).**

# ANEXO IV:

# ESTUDIO DE SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

# Índice

**1. DESCRIPCIÓN PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO ..... 3**

1.1. OBJETO ..... 3
1.2. PLANTA BESS ..... 3
1.3. SISTEMA DE BATERÍAS ..... 4
*1.3.1. Sistema de detección ..... 5*
*1.3.2. Sistema de extinción ..... 5*
*1.3.3. Sistema de alarma ..... 5*
*1.3.1. Sistema de supresión de incendios a base de agua ..... 6*
*1.3.2. Certificaciones ..... 7*
1.4. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA ITC-RAT-14 ..... 8

# 1. DESCRIPCIÓN PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

## 1.1. Objeto

El objeto del presente documento es describir las medidas de protección contra incendio que tienen los sistemas de baterías de las siguientes instalaciones:

- Planta BESS “Águila Imperial” de 4,99 MW / 23,04 MWh de capacidad de acceso otorgada en el punto de conexión, localizada en el término municipal de Leganés, Madrid (en adelante la “Planta” o el “Proyecto”).

Considerando la documentación suministrada por el proveedor del sistema de baterías, se expone a continuación una descripción de los sistemas de protección contra incendio del contenedor de baterías.

Es necesario remarcar, que los incendios en las baterías no son una situación común en una planta BESS. Las celdas de las baterías son inherentemente seguras por su construcción y diseño. Las celdas y los módulos están diseñados para evitar el vertido de electrolito y la salida de gases inflamables, pero hay situaciones muy esporádicas y ocasionales en las que una celda dañada puede causar una situación de potencial de riesgo de incendio.

Una celda dañada puede incrementar su temperatura durante la operación por encima de la temperatura segura o normal de operación, lo que puede llevar a una situación denominada “thermal runaway” (embalamiento térmico). Si ésta excepcional situación sucede, la temperatura aumenta en cuestión de milisegundos, y la reacción en cadena interna genera temperaturas extremadamente altas (alrededor de 400ºC). A esta temperatura, las baterías pueden emanar gases que causes un incendio.

En consecuencia, los contenedores de baterías de una Planta BESS incluye sistemas de protección contra incendio (PCI) para prevenir y detectar un potencial riesgo de incendio y llegar a extinguir el fuego si sucede. Los sistemas PCI están divididos habitualmente en dos subsistemas: detección y extinción.

## 1.2. Planta BESS

De cumplimiento con el Real Decreto 337/2014, no se requiere el uso de sistemas de extinción fijos en ningún lugar de la Planta BESS:

- Los transformadores con dieléctrico son equipos de exterior y de acuerdo con el RD no requiere de sistema de extinción fijo.

- El transformador para los servicios auxiliares estará instalado en interior, pero será de refrigeración por aire, de manera que tampoco requiere de sistema de extinción fijo.

Por otro lado, en cumplimiento del RD 337/2014, se colocará al menos un extintor de eficacia mínima 21A-113B, ya que la sala donde se ubicará el transformador comparte zona con otros usos.

## 1.3. Sistema de baterías

Como se expone en la memoria descriptiva, el sistema de baterías está compuesto por el equipo Power Titan 2.0, del fabricante Sungrow.




***Figura 1. Unidad de almacenamiento Power Titan 2.0***

Dicho equipo está equipado con un sistema de extinción de incendios a base de gas, un sistema de alarma contra incendios automática y de control de enlace, un sistema de detección y alarma de gases combustibles y un sistema de escape, un sistema de extinción de incendios a base de agua (opcional), un sistema de extinción de incendios a base de aerosol (opcional) y un sistema de alivio de explosiones (opcional). Está equipado con detectores de gases combustibles, detectores de humo y detectores de temperatura. Si se detecta alguna anomalía, el sistema envía una señal al host de alarma a nivel de estación a través del terminal externo BSP para una alerta temprana de incendio, y controla el sistema de baterías con el control lógico correspondiente.

### 1.3.1. Sistema de detección

El equipo Power Titan 2.0 cuenta con los siguientes elementos de detección de incendios:

- Detector de temperatura
- Detector de humo
- Detector de gases inflamables

### 1.3.2. Sistema de extinción

El equipo cuenta con los siguientes elementos de extinción de incendios:

- Sistema de extinción de incendios a base de gas
- Sistema de extinción de incendios a base de agua
- Sistema de extinción de incendios a base de aerosol
- Sistema de alivio de explosiones

### 1.3.3. Sistema de alarma

El sistema de alarma de gases combustibles y el sistema de ventilación de emergencia están instalados en el contenedor de baterías para advertencia de incendio. Una vez que la concentración de gas combustible en el área protegida alcance el umbral de alarma, el detector de gas combustible actuará y enviará una señal a través del módulo de entrada al panel de control de la alarma de incendios. Luego, el panel de control enviará una señal a través del módulo de salida para activar el sistema de escape, expulsando así el gas combustible del área protegida, y enviará la señal a través del módulo de salida al BSC para apagar el sistema.

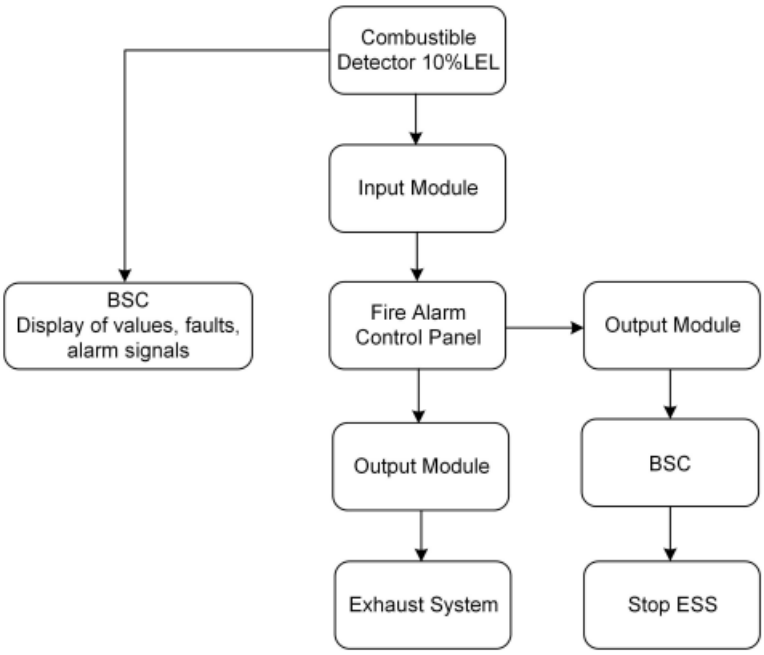



***Figura 2: Lógica de control de sistema de escape***

## 1.3.1. Sistema de supresión de incendios a base de agua

El contenedor de baterías está equipado con una tubería prefabricada para rociadores, con la cual el sistema de agua puede activarse automáticamente o ser iniciado de manera manual. Si se requiere un sistema automático de supresión de incendios a base de agua, será necesario realizar una construcción adicional. Las tuberías de suministro de agua y el equipo fuera del BESS deben conectarse a las conexiones de los rociadores del BESS. El sistema de rociadores adopta boquillas verticales para garantizar que el agua pueda ser rociada en todas las áreas del gabinete.

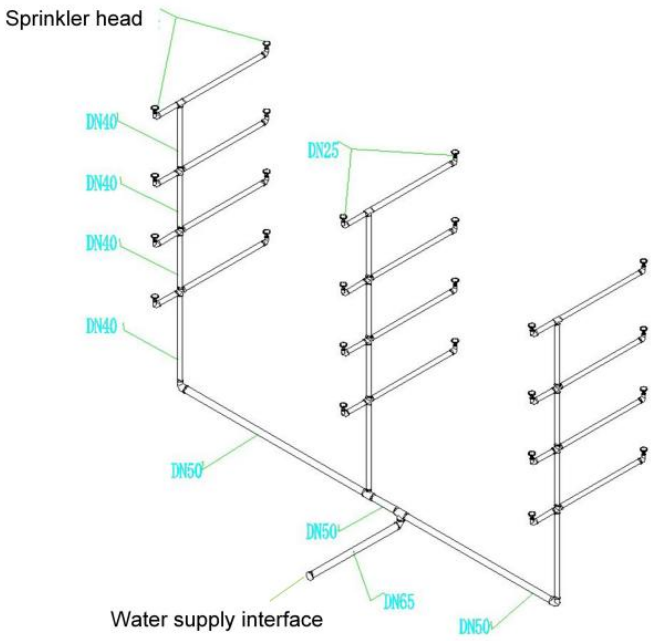



***Figura 3: Tubería del sistema de supresión de incendios a base de agua***

## 1.3.2. Certificaciones

El equipo Power Titan 2.0 ha sido testado y certificado bajo los siguientes estándares internacionales:

- IEC 61000: abordan los aspectos relacionados con la compatibilidad electromagnética (CEM)
- IEC 62933: se enfoca en el diseño y la implementación de sistemas de almacenamiento de energía
- UN 38.3. Lithium metal and lithium-ion batteries
- IEC 62477: norma internacional de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) que se refiere a sistemas de protección de dispositivos de potencia y equipos eléctricos en instalaciones industriales.
- IEC 62619. Acumuladores con electrolitos alcalinos u otros electrolitos no ácidos. Requisitos de seguridad para acumuladores y elementos de litio para uso en aplicaciones industriales.

## 1.4. Justificación del cumplimiento de normativa ITC-RAT-14

De acuerdo con lo establecido en el apartado 5.1 de la ITC-RAT-14 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, se analiza a continuación el riesgo de incendio asociado al sistema de almacenamiento mediante baterías y las medidas adoptadas para minimizar sus consecuencias.

1) Posibilidad de propagación del incendio a otras partes de la instalación

La instalación BESS está compuesta por equipos independientes dispuestos al aire libre y separados físicamente entre sí, reduciendo significativamente la probabilidad de propagación de un eventual incendio.

Los contenedores de baterías incorporan sistemas propios de detección temprana de humo, temperatura y gases combustibles, así como sistemas automáticos de supresión y extinción de incendios integrados por el fabricante. Adicionalmente, el sistema de gestión de baterías (BMS) monitoriza continuamente los parámetros operativos de las celdas y ejecuta acciones automáticas de desconexión ante cualquier condición anómala.

La configuración modular del sistema limita la propagación de un posible evento térmico al módulo afectado, minimizando la afección al resto de equipos de la planta.

2) Posibilidad de propagación del incendio al exterior de la instalación y afección a terceros

La planta se ubica en una parcela delimitada y vallada, sin edificaciones habitadas en su interior. Los equipos BESS se encuentran instalados en exterior y diseñados específicamente para aplicaciones industriales de almacenamiento energético. La separación respecto a linderos y elementos externos reduce significativamente el riesgo de afección a terceros.

Asimismo, la detección temprana de eventos térmicos, junto con los sistemas automáticos de mitigación incorporados en los contenedores, permite actuar en fases iniciales de cualquier incidente, minimizando la posibilidad de propagación fuera de la instalación. En consecuencia, el riesgo de afección a personas o bienes ajenos a la instalación se considera muy reducido.

3) Presencia o ausencia de personal de servicio permanente

La planta funcionará en régimen no atendido, sin presencia permanente de personal de operación. La supervisión de la instalación se realizará mediante sistemas de monitorización remota SCADA, capaces de recibir y transmitir alarmas de incendio, fallo y operación en tiempo real.

En caso de incidencia, los protocolos de operación contemplan la intervención del personal de mantenimiento y, cuando proceda, la activación de los servicios de emergencia correspondientes.

4) Naturaleza y resistencia al fuego de la estructura soporte y cubiertas

Los sistemas BESS se alojan en contenedores metálicos prefabricados diseñados específicamente para aplicaciones industriales de almacenamiento energético. La estructura principal está constituida por materiales metálicos no combustibles, reduciendo significativamente la carga de fuego asociada a la envolvente exterior.

Los equipos incorporan sistemas de ventilación, detección y protección contra incendios certificados conforme a estándares internacionales aplicables como se ha reflejado en los apartados anteriores.

5) Disponibilidad de medios públicos de lucha contra incendios

La instalación dispone de acceso mediante caminos aptos para vehículos de emergencia, permitiendo la intervención de los servicios públicos de extinción de incendios en caso necesario. Asimismo, se prevé la disponibilidad de extintores portátiles conforme a la normativa aplicable y la señalización correspondiente de los equipos de protección contra incendios.

La ubicación de la planta dentro del término municipal de Leganés permite la actuación de los servicios de emergencia y extinción de incendios competentes de la Comunidad de Madrid.

Considerando las características constructivas de la instalación, los sistemas automáticos de detección y extinción integrados en los equipos BESS, la monitorización permanente mediante SCADA y la disponibilidad de acceso para los servicios de emergencia, se considera que la instalación cumple las prescripciones relativas a protección contra incendios establecidas en el apartado 5.1 de la ITC-RAT-14.

# ANEXO V: CÁLCULO DE BAJA TENSIÓN

# Índice

**1. INSTALACIONES DE BAJA TENSION ..... 3**

1.1. NORMATIVA ..... 3
1.2. OBJETO ..... 3
1.3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN BT: BATERÍAS – ESTACIONES DE POTENCIA ..... 3
1.4. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN BT: INSTALACIÓN SERVICIOS AUXILIARES DE LAS BATERÍAS ..... 4
1.5. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS ..... 5
1.6. ESTUDIO DE PUESTA A TIERRA ..... 8

# 1. INSTALACIONES DE BAJA TENSION

## 1.1. Normativa

Los cálculos de las instalaciones de Baja Tensión 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.

## 1.2. Objeto

En este apartado se definen los criterios y la instalación de Baja Tensión. Puesto que no existe instalación exterior en corriente continua, las instalaciones de Baja Tensión serán todas en corriente alterna. Ahora bien, la instalación de Baja Tensión del Proyecto BESS consiste en el cableado de alimentación de Servicios auxiliares de los contenedores de baterías en corriente alterna (CA), el cableado de alimentación de servicios auxiliares de la Planta, como el alumbrado, CCTV e instalaciones del Centro de Seccionamiento y el cableado de potencia de las baterías a las Estaciones de Potencia.

Se describe también la puesta a tierra de la Planta BESS.

## 1.3. Descripción de la Instalación BT: Baterías – Estaciones de Potencia

La instalación de potencia en Corriente Alterna (CA) consiste en el cableado entre los contenedores de baterías, con los PCS integrados, y las Estaciones de Potencia.

Como se ha indicado en la descripción del sistema BESS, existen 5 unidades de baterías o contenedores, los cuales se interconectan a los transformadores integrados en las estaciones de potencia. Habrá dos estaciones de potencia, cada una de las cuales estará conectada con 2 y 3 contenedores de baterías. Por tanto, cada

Estación de Potencia se conectará con las baterías a través de dos y tres líneas de CA, teniendo un total en la planta BESS de 5 líneas de CA de características y longitudes similares.

| Tipo de Interconexión | Nº Cond x fase | Nº fases | P (MW) | V (V) | Longitud (m) |
|---|---|---|---|---|---|
| Contenedor Baterías 1 - Estación Potencia 1 | 4 | 3 | 1,085 | 690 | 2,83 |
| Contenedor Baterías 2 - Estación Potencia 1 | 4 | 3 | 1,085 | 690 | 2,83 |
| Contenedor Baterías 3 - Estación Potencia 2 | 4 | 3 | 0,905 | 690 | 2,83 |
| Contenedor Baterías 4 - Estación Potencia 2 | 4 | 3 | 0,905 | 690 | 6,13 |
| Contenedor Baterías 5 - Estación Potencia 2 | 4 | 3 | 0,905 | 690 | 6,19 |

***Tabla 1. Características del cableado de BT (CA) de conexión de las unidades de baterías – E.P.***

| Características de los cables de CA | |
|---|---|
| Tipo | XZ1 |
| Tensión AC | 0,6-1 kV |
| Conductor | Cobre |
| Secciones | 240 $mm^2$ |

***Tabla 2: Características de los cables de CA***

## 1.4. Descripción de la Instalación BT: Instalación Servicios Auxiliares de las baterías

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 20 kW cada uno aproximadamente. Es por ello que el transformador de SSAA de la planta BESS tendrá una potencia cercana a los 120 kVA.

| Tipo de Interconexión | Nº Cond x fase | Nº fases | Pot. SSAA (kW) | V (V) | Max. Longitud (m) |
|---|---|---|---|---|---|
| CS - Contenedor Batería 1 | 1 | 3 | 20 | 400 | 30,50 |
| CS - Contenedor Batería 2 | 1 | 3 | 20 | 400 | 28,35 |
| CS - Contenedor Batería 3 | 1 | 3 | 20 | 400 | 25,75 |
| CS - Contenedor Batería 4 | 1 | 3 | 20 | 400 | 19,87 |
| CS - Contenedor Batería 4 | 1 | 3 | 20 | 400 | 27,82 |

***Tabla 3. Características del cableado de alimentación de los servicios auxiliares de las unidades de baterías en CA***

| Características de los cables de CA | |
|---|---|
| Tipo | RZ1-K |
| Tensión AC | 0,6-1 kV |
| Conductor | Cobre |
| Secciones | 16 mm2 |
| Calibre protecciones | 63 A |

***Tabla 4: Características del de los cables de CA***

## 1.5. Cálculos Justificativos

### 1.5.1. Condiciones de la Instalación de BT

Las condiciones de la instalación de Baja Tensión son comunes tanto para la instalación de SSAA como de potencia en CA. Para el cálculo de la instalación eléctrica de baja tensión se han considerado las condiciones:

- Directamente enterrados
- Temperatura del terreno: 30ºC
- Resistividad media del terreno: 1,5 K·m/W
- Profundidad de enterramiento: 0,5 m – 1,5 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.

### 1.5.2. 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.

### 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.

### 1.5.2.1. Cálculo por Caída de Tensión

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

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

***Tabla 5. 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 (Ω/m)
- $X$ es la reactancia por metro de conductor (Ω/m)
- $cos\varphi$ es el factor de potencia

### 1.5.3. 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.

#### 1.5.3.1. 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:

$$Ib \leq In \leq Iz$$

$$1{,}45 \cdot In \leq 1{,}45 \cdot Iz$$

Siendo:

- $Ib$: Corriente de diseño ($I_b = 1{,}25 \cdot I_{sc}$) [A]
- $In$: Corriente nominal del fusible [A]
- $Iz$: 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.

#### 1.5.3.2. 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 Un=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.

## 1.6. Estudio de Puesta a Tierra

### 1.6.1. 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.

### 1.6.2. 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.

### 1.6.3. 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.

Siendo la potencia monofásica de cortocircuito mínima habitual en el punto de interconexión a la red de distribución de 675,77 MVA la obtenida por el Pliego de Condiciones Técnicas de AyC de I – DE Redes Eléctricas Inteligentes, al nivel de tensión de 45 kV, se puede estimar la corriente de cortocircuito monofásico como el resultado de la siguiente expresión:

$$P = V * I_{1cc} * \sqrt{3} \rightarrow I_{1cc} = 8{,}67\ kA$$

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

La red de tierra general de la parcela estará compuesta con un conductor de cobre desnudo de 95 mm$^2$ que discurrirá por las canalizaciones de BT y MT enterrado a una profundidad mínima de 0,6 m.

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 95 mm$^2$ enterrado a una profundidad mínima de 0,6 m, y estará unida a la red de tierra general.

La sección mínima del conductor de la malla de tierra se calcula con la siguiente expresión:

$$S = \frac{I_{1cc} \cdot \sqrt{t}}{k} = 25{,}33\ mm^2$$

Donde $S$ se refiere a la sección mínima del conductor de tierra en mm$^2$, $I$ a la intensidad de cortocircuito considerada en amperios, $t$ al tiempo máximo de despeje de falta (0,5 s.), y $k$ es una constante que, para un conductor de cobre, $k = 242$.

Donde:

- S: sección mínima del conductor de puesta a tierra ($mm^2$)
- $I_{1cc}$: corriente de cortocircuito fase-fase-tierra (A)
- t: duración del cortocircuito (s)
- k: constante dependiente del material conductor

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

$$A = \frac{I_f \cdot \sqrt{t_c \cdot \alpha_r \cdot \rho_r \cdot 10^4}}{\sqrt{TCAP \,.\, ln\left(\frac{k_0 + T_m}{k_0 + T_a}\right)}} = 21{,}82\ mm^2$$

Donde:

- A: sección mínima del conductor de cobre
- $I_f$: intensidad de la falta a tierra
- $T_m$: máxima temperatura admisible (1.084 ºC)
- $T_a$: temperatura ambiente (35 ºC)
- $T_{CAP}$: capacidad térmica por unidad de volumen (3,42 J/cm$^{3}$·ºC)
- $\alpha_r$: coeficiente térmico de resistividad a 20ºC (0,00381 ºC$^{-1}$)
- $T_c$: tiempo máximo de despeje de la falla (0,5 s)
- $K_o = 1/\alpha_o$ (242 ºC)
- $\rho_r$: resistividad del conductor de cobre de puesta a tierra (1,78 µΩ·m)

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

| Material | $\alpha_r$ a 20ºC (ºC$^{-1}$) | $K_0$ a 0ºC (ºC) | $T_m$ (ºC) | $Ta$ (ºC) | $\rho_r$ a 20ºC (µΩ·m) | TCAP (J/cm$^{3}$·ºC) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Cu | 0,00381 | 242 | 1084 | 20 | 1,78 | 3,42 |

***Tabla 6. Características conductor de cobre.***

Se tomará como sección normalizada mínima para el conductor de la red de tierra enterrada **Conductor de Cobre de 95 mm$^2$** para cumplir con los siguientes criterios**:**

$$(E_p < U_p) \quad y \quad (E_c < E_c)$$

Donde:

- $U_P$: tensión de paso admisible (V)
- $U_C$: tensión de contacto admisible (V)
- $E_P$: tensión de paso estimada (V)
- $E_C$: tensión de contacto estimada (V)

### 1.6.4. Tensión de Paso y Contacto Máximas Admisibles

Las tensiones de paso y contacto máximas admisibles se calculan de acuerdo con la ITC-RAT-13.

$$Up = 10U_{ca}\left(1 + \frac{2R_{a1} + 2R_{a2}}{2 \cdot Z_B}\right) = 56.060{,}81\ V$$

$$Uc = U_{ca}\left(1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2 \cdot Z_B}\right) = 1.554{,}52\ V$$

Donde:

- $U_P$: tensión de paso admisible (V)
- $U_C$: tensión de contacto admisible (V)
- $U_{CA}$: tensión de contacto máxima admisible para tiempo de despeje de falta de 0,5 segundos (204 V).
- $R_{A1}$: resistencia equivalente del calzado (2.000 Ω).
- $R_{A2}$: resistencia equivalente del suelo, calculado por $R_{a2} = 3 \cdot C_s \cdot \rho_s$ donde $C_s$ es el coeficiente reductor de superficie (1) y $\rho_s$ es la resistividad de la superficie del terreno.
- $Z_B$: impedancia del cuerpo humano (1.000 Ω).

### 1.6.5. 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:

$$E_p = K_s \cdot K_i \cdot \rho \cdot \frac{I_g}{L_s} = 1.452{,}55\ V$$

$$E_c = K_m \cdot K_i \cdot \rho \cdot \frac{I_g}{L_m} = 1.546{,}69\ V$$

Donde:

- $E_P$: tensión de paso estimada (V)

- $E_C$: tensión de contacto estimada (V)
- $K_s$: factor de diferencia de potencial a 1m
- $K_i$: factor de corrección de densidad de corriente
- ρ: resistividad del terreno (5.000 Ω·m)
- $I_g$: intensidad de defecto a tierra
- $L_s$: factor longitud efectiva de conductor enterrado (m)
- $K_m$: factor de espacio de conductores
- $L_m$: longitud efectiva de conductor enterrado (m)

### 1.6.6. Resistencia de Puesta a Tierra

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

$$R_g = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L} = 3{,}233\ \Omega$$

Donde:

- $R_g$: resistencia de puesta a tierra (Ω)
- ρ: resistividad del terreno (5.000 Ω·m)
- L: longitud total de conductor enterrado (1.155,1 m)
- r: radio equivalente de área de malla (16,34 m)

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

$$R_g = \rho \cdot \left[\frac{1}{L_T} + \frac{1}{\sqrt{20 \cdot A}} \cdot \left(1 + \frac{1}{1 + h \cdot \sqrt{20 \cdot A}}\right)\right] = 3{,}131\ \Omega$$

Donde:

- $R_g$: resistencia de puesta a tierra (Ω)
- ρ: resistividad del terreno (5.000 Ω·m)
- $L_T$: es la longitud total de conductor enterrado (1.155,1 m)
- A: área que ocupa la malla (838,78 $m^2$)
- h: profundidad de la malla (0,6 m)

# ANEXO VI:

# DIMENSIONAMIENTO PLANTA BESS

# Índice

**1. OBJETO ..... 3**

**2. JUSTIFICACIÓN DE LA POTENCIA ACTIVA MÁXIMA ..... 4**

2.1. CONCLUSIONES ..... 9

# 1. OBJETO

El presente documento tiene como objeto describir y justificar el dimensionamiento realizado sobre el Proyecto para Autorización Administrativa de Construcción del sistema de almacenamiento en baterías (BESS) denominado “PB Águila Imperial” de 4,99 MW de potencia y 23,04 MWh de capacidad.

.

# 2. JUSTIFICACIÓN DE LA POTENCIA ACTIVA MÁXIMA

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 Beginning of Life).

El diseño del sistema de almacenamiento estará basado en una configuración modular y escalable compuesta por 5 bloques. Cada uno de estos bloques constarán de una unidad modular de energía y una unidad modular de potencia. El sistema BESS integrará también 1 transformador de 120 kVA para alimentar los sistemas auxiliares ubicado en el Centro de Seccionamiento y un Centro de Seccionamiento que conectará el sistema BESS con la subestación de destino.

- Las unidades modulares de potencia tendrán una potencia de 3,46 MVA según su hoja de datos, y estarán compuestas por el transformador que elevará la tensión de las unidades de energía hasta la tensión de 30 kV de la subestación y por las celdas de MT.
- Cada unidad modular de energía tendrá una capacidad de 5.015 kWh. Cada unidad de energía se compone de los racks de baterías y del contenedor de 20 pies y, además, contiene los PCS integrados en la envolvente. Cada PCS tiene una potencia de 210 kVA.

La potencia instalada del sistema vendrá definida según el artículo 5.3 del Real Decreto 997/2025, de 5 de noviembre.

A continuación, se muestra un esquema conceptual de la configuración propuesta:

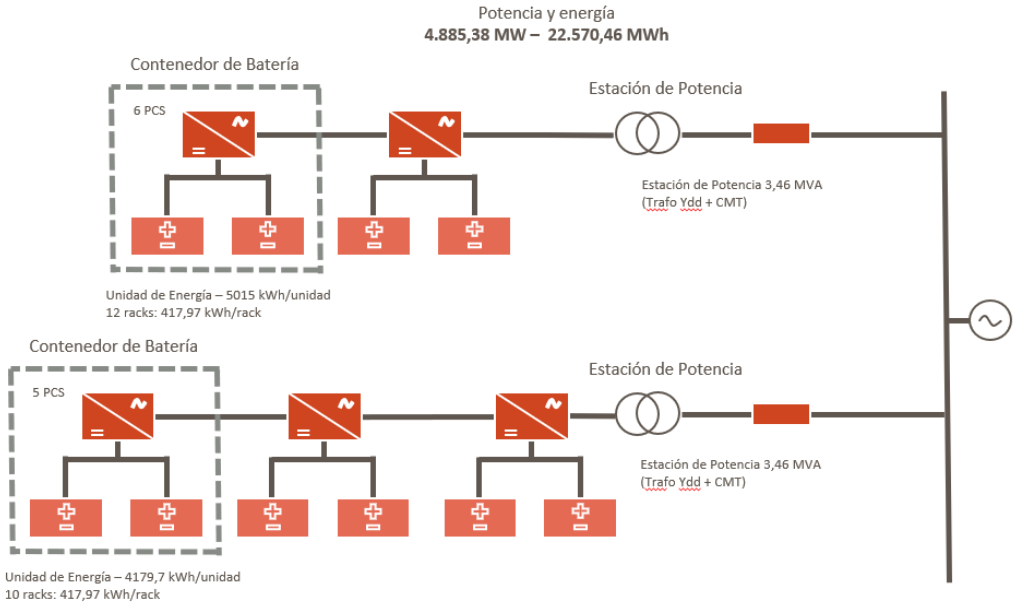



***Ilustración 1: Esquema Conceptual del sistema de Almacenamiento propuesto***

En la siguiente tabla se muestran las características generales del sistema de almacenamiento propuesto, añadiendo información del nivel más bajo de integración, la celda de baterías:

| Elemento | Parámetro | Unidad | |
|---|---|---|---|
| **Rack de batería** | Fabricante | - | Sungrow |
| | Modelo | - | ST5015UX |
| | Tecnología | - | Ion-Litio (LFP) |
| | Potencia | kW | 90,47 (*) |
| | Energía | kWh | 417,97 (*) |
| **Envolvente de Baterías** | Fabricante | | Sungrow |
| | Modelo | - | Power Titan 2.0 |
| | Indice de Protección | - | IP 55 |
| | Nº de racks de baterías/Unidad bat. | Ud. | 12/10 |
| | Nº unidad de baterías/Proyecto | Ud. | 5 |
| | Nº de racks/Proyecto | Ud. | 54 |
| **PCS** | Tipo | - | Integrado en el contenedor de baterías |
| | Fabricante | - | Sungrow |
| | Modelo | | SC210HV |
| | Potencia AC (Máxima del equipo) | kW | 210 (***) |
| | Nº de PCS/Contenedor | Ud. | 6/5 (***) |
| | Nº de PCS/Proyecto | Ud. | 27 |

| Elemento | Parámetro | Unidad | |
|---|---|---|---|
| **Parámetros de Diseño** | Tª de diseño | ºC | 35 |
| | Potencia AC | kW | 4.885,38 |
| | Autonomía | h | 4,62 |

***Tabla 1: Consideraciones de Partida.***

(*) La Energía nominal del contenedor, según ficha técnica, es 5.015 kWh. Si cada contenedor contiene un máximo de 12 racks, cada rack tiene una capacidad de 417,97 kWh aproximadamente.
(**) En este Proyecto, existen 2 contenedores con 12 racks y 3 contenedores con 10 racks, haciendo una totalidad de 54 racks.
(***) En este Proyecto, existen 2 contenedores con 6 PCS y 3 contenedores con 5 PCS, haciendo un total de 27 PCS.

Una vez detalladas las características principales referentes al dimensionamiento de la planta de baterías, podemos atender a la definición de potencia instalada expuesta en el artículo 5.3 del Real Decreto 997/2025, de 5 de noviembre, siendo esta definición la siguiente:

*La potencia instalada de un módulo de almacenamiento electroquímico será la menor de entre las siguientes:*

*a) La suma de las potencias activas máximas unitarias de las celdas de las baterías que configuran dicho módulo.*

*b) La potencia activa máxima del inversor o, en su caso, la suma de las potencias activas máximas de los inversores que configuran dicho módulo.*

*c) La potencia activa máxima del transformador o, en su caso, la suma de las potencias activas máximas de los transformadores que configuran dicho módulo si estos se encontrasen conectados en paralelo. Para determinar la potencia activa máxima de un transformador se aplicará un factor de potencia igual a la unidad.*

A continuación, se detallará cual es la potencia correspondiente a cada uno de los apartados anteriormente listados.

**a) Potencia activa máxima unitaria de las celdas de baterías**

El presente proyecto está compuesto por 5 contenedores del fabricante Sungrow modelo ST5015UX. La composición del contenedor a nivel de celda, módulo y rack puede observarse en la siguiente tabla:

| Elemento | Parámetro | Unidad | |
|---|---|---|---|
| **Celdas de baterías** | Fabricante y modelo | | Sungrow |
| | Tipo | | LFP<br>3,2 V / 314 Ah |
| | Configuración | - | 416S12P |
| **Racks** | Fabricante y modelo | - | Sungrow |
| | Energía por rack | kWh | 417,97 |
| **Contenedor de Baterías** | Fabricante y modelo | - | Sungrow ST5015UX |
| | N.º Racks de baterías por Contenedor | Qty. | 12/10 |
| | N.º de contenedores totales en la planta | Qty. | 5 |

Así pues, es posible determinar, en primer lugar, que la potencia de cada celda se extrae de la siguiente fórmula, atendiendo a la capacidad del proyecto, que es de 4,62 horas:

$$P_{celda} = \frac{V_{celda} * Capacidad_{celda}}{Nº\ horas} = 217{,}48\ W$$

Conociendo el número de celdas que componen cada rack, podemos calcular la potencia por rack:

$$P_{Rack} = P_{celda} * Nº Celdas\ por\ rack = 217{,}5\ W * 416 \frac{Celdas}{Rack} = 90{,}47\ kW$$

En este Proyecto existen 2 contenedores con 12 racks y 3 contenedores con 10 racks, haciendo un total de 54 racks. Conociendo que la potencia de cada rack es 90,47 kW, podemos obtener la potencia total del proyecto según baterías:

$$P_{PlantaBESS} = P_{rack} * Nº\ Racks$$

Sustituyendo valores en la fórmula anterior, resulta:

$$P_{PlantaBESS} = 90{,}47\ kW * 54\ Racks$$

$$\boldsymbol{P_{PlantaBESS}} = 4.885{,}38\ kW = \mathbf{4{,}885{,}38\ MW}$$ *(Potencia activa máxima unitaria del conjunto de racks)*

**b) Potencia activa máxima de los inversores**

El presente proyecto está compuesto por 27 PCS del fabricante Sungrow modelo SC210HV. Cada PCS tiene una potencia activa de 210 kVA, a una temperatura de 45ºC y con un factor de potencia unidad. Estos valores pueden observarse en las hojas de datos aportadas en el anexo I del presente informe.

| AC side ( On - Grid ) | |
|---|---|
| AC output power | 210 kVA @ 45 °C 231 kVA @ 30 °C |
| Converter port maximum AC output current | 176 A @ 45°C 193 A @ 30 °C |
| Converter port nominal AC voltage | 690V |
| Converter port AC voltage range | 621 V - 759 V |
| Nominal grid frequency / Grid frequency range | 50 Hz / 45 - 55 Hz , 60 Hz / 55 - 65 Hz |
| Harmonic (THD) | < 3 % ( at nominal power ) |
| Power factor at nominal power / Adjustable power factor | > 0.99 / 1 leading - 1 lagging |

***Ilustración 2: Potencia activa máxima del PCS. (Fuente: Hoja de datos del Fabricante)***

Por lo tanto, la potencia activa máxima de la planta, a nivel de inversores, sería la siguiente:

$$P_{PlantaBESS_{Inv.}} = Nº\ Inversores * P_{inversor} = 27 * 210\ kW = 5.670\ kW$$

$$\boldsymbol{P_{PlantaBESSinv.}} = \mathbf{5,67\ MW}\ \textit{(Potencia activa máxima de los inversores)}$$

### c) Potencia activa máxima del transformador

El proyecto constará de un único transformador alojado en la estación de potencia. Dicha estación de potencia será del fabricante Sungrow, modelo MVS3460-LS.

El transformador alojado en la estación de potencia tendrá una potencia máxima de 3,46 MVA, como puede observarse en las hojas de datos aportadas en el anexo I del presente informe, y en la siguiente imagen:

| Product name | MVS3460-LS |
|---|---|
| MV transformer | |
| Rated power | 3460 kVA |
| MV / LV poltage | 11 kV - 33 kV / 0.69 kV |
| Transformer vector | Dy11 ( standard ) |

***Ilustración 3: Potencia activa máxima del transformador. (Fuente: Hoja de datos del Fabricante)***

Por lo tanto, empleando factor de potencia la unidad, la potencia activa máxima por los transformadores de la planta sería la siguiente:

$$P_{PlantaBESStransformador.} = P_{transformador} * Nº\ Transformadores$$

$$\boldsymbol{P_{PlantaBESStransformador.}} = \mathbf{3,46\ MW * 2 = 6,92\ MW}$$

## 2.1. Conclusiones

Una vez detallada la potencia de la planta, atendiendo a las distintas definiciones expuestas en el artículo 5.3 del Real Decreto 997/2025, de 5 de noviembre, es posible verificar que la menor de las 3 potencias mencionadas sería la correspondiente a la potencia activa máxima de las celdas de baterías.

Por lo tanto, la potencia instalada del módulo de almacenamiento electroquímico sería de 4,885 MW.

$$\boldsymbol{P_{módulo\ de\ almacenamiento\ electroquímico.} = 4,885\ MW}$$

# DOCUMENTO 2: PRESUPUESTO

# Índice

**1. PRESUPUESTO PB ÁGUILA IMPERIAL .....3**

**2. PRESUPUESTO DE LSMT 30 KV .....4**

**3. PRESUPUESTO TOTAL .....5**

# 1. PRESUPUESTO PB ÁGUILA IMPERIAL

El presupuesto total de la Planta BESS se detalla en la siguiente tabla:

| Código | Capítulo | Importe (€) |
|---|---|---|
| **1** | **Estudios e ingenierías** | **150.000,00 €** |
| **2** | **Suministro de Equipos** | **3.669.750,00 €** |
| 2.1 | Sistemas de baterías | **3.259.750,00 €** |
| 2.2 | Estaciones de Potencia | **240.000,00 €** |
| 2.3 | Centro de Seccionamiento | **170.000,00 €** |
| **3** | **Control y Comunicaciones** | **130.000,00 €** |
| **4** | **EPC (Obra Civil + Montaje Eléctrico)** | **300.000,00 €** |
| | | |
| | **Total Presupuesto de Ejecución Material** | **4.249.750,00 €** |
| | **Gastos generales (8%)** | **339.980,00 €** |
| | **Beneficio Industrial (6%)** | **254.985,00 €** |
| | **IVA (21%)** | **1.017.390,15 €** |
| | | |
| **TOTAL Presupuesto Ejecución BESS (sin IVA)** | | **4.844.715,00 €** |
| | | |
| **TOTAL Presupuesto Ejecución BESS (con IVA)** | | **5.862.105,15 €** |

***Tabla 1: Presupuesto Planta BESS PB Águila Imperial***

# 2. PRESUPUESTO DE LSMT 30 KV

| Código | Capítulo | Importe |
|---|---|---|
| 1 | Estudios e Ingenierías | 422,94 € |
| 2 | Obra Civil | 2.368,45 € |
| 2.1 | Limpieza del terreno mediante medios mecánicos | 257,15 € |
| 2.2 | Carga y transporte de tierras procedente de excavación de zanjas | 1.133,47 € |
| 2.3 | Excavación de zanjas | 977,83 € |
| 3 | Montaje Canalización | 2.051,25 € |
| 3.1 | Montaje de canalizaciones y cruzamientos | 1.734,04 € |
| 3.2 | Montaje cable de tierras y sistema de puesta a tierras | 317,20 € |
| 4 | Tendido | 2.609,91 € |
| 4.1 | Suministro, montaje del tendido eléctrico | 1.818,63 € |
| 4.2 | Suministro, montaje del tendido de FO | 791,28 € |
| 5 | Conexión a red | 7,61 € |
| 5.1 | Conexión de línea de con la planta FV y el punto de conexión | 5,08 € |
| 5.2 | Conexión de las pantallas a tierras | 2,54 € |
| 6 | Elementos Auxiliares | 11,28 € |
| 7 | Pruebas y Ensayos | 81,10 € |
| | **Total Presupuesto de Ejecución Material LSAT** | **9.063,03 €** |
| | **Gastos generales (8%)** | **725,04 €** |
| | **Beneficio Industrial (6%)** | **543,78 €** |
| | **TOTAL Presupuesto Ejecución LSAT (Sin IVA)** | **10.331,85 €** |
| | **IVA (21%)** | **2.169,69 €** |
| | **TOTAL Presupuesto Ejecución LSAT (con IVA)** | **12.501,54 €** |

***Tabla 2: Presupuesto LSMT 30 kV***

# 3. PRESUPUESTO TOTAL

| *Código* | *Capítulo* | *Importe* |
|---|---|---|
| 1 | Planta BESS | 5.862.105,15 € |
| **Presupuesto de Ejecución Material Planta BESS** | | **4.249.750,00 €** |
| **Gastos generales (8%)** | | **339.980,00 €** |
| **Beneficio Industrial (6%)** | | **254.985,00 €** |
| **IVA (21%)** | | **1.017.390,15 €** |
| 2 | Línea Subterránea 30 kV de evacuación | 12.501,54 € |
| **Presupuesto de Ejecución Material** | | **9.063,03 €** |
| **Gastos generales (8%)** | | **725,04 €** |
| **Beneficio Industrial (6%)** | | **543,78 €** |
| **IVA (21%)** | | **2.169,69 €** |
| **Total Presupuesto Ejecución Material** | | **4.258.813,03 €** |
| **Gastos generales (8%)** | | **340.705,04 €** |
| **Beneficio Industrial (6%)** | | **255.528,78 €** |
| **Total Presupuesto Ejecución (Sin IVA)** | | **4.855.046,85 €** |
| **IVA (21%)** | | **1.019.559,84 €** |
| **Total Presupuesto Ejecución (Con IVA)** | | **5.874.606,69 €** |

***Tabla 3: Presupuesto Total***

El Presupuesto de Ejecución Material del Proyecto BESS es **CINCO MILLONES OCHOCIENTOS SETENTA Y CUATRO MIL SEISCIENTOS SEIS EUROS CON SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS (5.847.606,69€)**

# DOCUMENTO 3: PLANOS

# Índice

## 1. PLANOS GENERALES

### 1.1. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

### 1.2. IMPLANTACIÓN CONJUNTO DE INSTALACIONES

### 1.3. AFECCIONES

### 1.4. PGOU

## 2. PLANOS PLANTA BESS PB ÁGUILA IMPERIAL

### 2.1 LAYOUT SISTEMA BESS (IMPLANTACIÓN)

### 2.2 ESQUEMA UNIFILAR BAJA TENSIÓN

## 3. PLANOS CENTRO DE SECCIONAMIENTO

### 3.1 IMPLANTACIÓN CS

### 3.2. ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO

### 3.3. ESQUEMA UNIFILAR DESARROLLADO

## 4. PLANOS LSMT DE EVACUACIÓN 30KV

### 4.1 TRAZADO LSMT 30 KV

PB ÁGUILA IMPERIAL - 4,99 MW - 23,04 MWh

LOCALIZACIÓN:



| Versión | Fecha | Descripción | Emitido | Dibujado | Revisado | Aprobado |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 00 | 28/04/2025 | Primera Edición | ATA | AVF | FCB | SSR |

Cliente: Savanna Power Solar 18 S.L.U.

Ingeniería: ata

Proyecto: PB Águila Imperial (4,99 MW - 23,04 MWh)

Título & Subtítulo: Situación y Emplazamiento — Situación

Escala: 1/200.000 | Plano nº: 1.1 | Hojas: 2 | Hoja nº: 1 | Tamaño: A1 | Número de proyecto: 15088

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.

PB ÁGUILA IMPERIAL - 4,99 MW - 23,04 MWh

COORDENADAS PLANTA BESS (ETRS89/UTM30N):

X: 432.027,17 m E
Y: 4.465.425,37 m N

LOCALIZACIÓN:



| Versión | Fecha | Descripción | Emitido | Dibujado | Revisado | Aprobado |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 00 | 28/04/2025 | Primera Edición | ATA | AVF | FCB | SSR |

Cliente: Savanna Power Solar 18 S.L.U.

Ingeniería: ata

Proyecto: PB Águila Imperial (4,99 MW - 23,04 MWh)

Título & Subtítulo: Situación y Emplazamiento / Emplazamiento

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
Hojas: 2
Hoja nº: 2
Tamaño: A1
Número de proyecto: 15088




LEYENDA:

- LÍMITE DE PARCELAS
- PB ÁGUILA IMPERIAL (4,99 MW - 23,04 MWh)
- CAMINOS DE ACCESO
- CS — CENTRO DE SECCIONAMIENTO
- LSMT DE EVACUACIÓN 30kV
- ZONA DE INSTALACIONES PROVISIONALES Y ACOPIOS
- SET VALDURO 45/30 KV*

Nota: Objeto de otro proyecto (*)

LOCALIZACIÓN:



| Versión | Fecha | Descripción | Emitido | Dibujado | Revisado | Aprobado |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 00 | 30/04/2025 | Primera Edición | ATA | JAB | FCB | SSR |

Cliente: Savanna Power Solar 18 S.L.U.

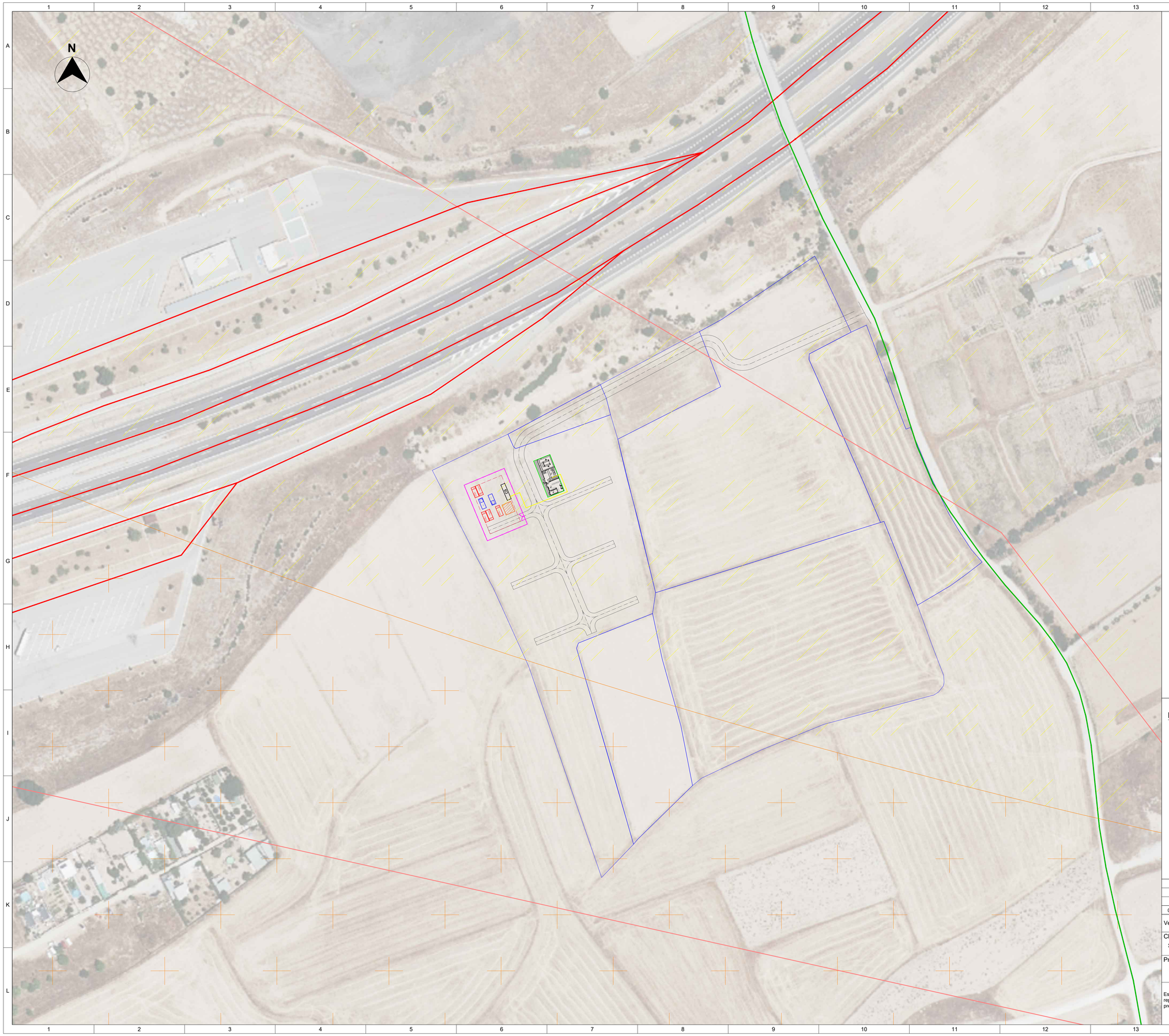
Ingeniería: ata

Proyecto: PB Águila Imperial (4,99 MW - 23,04 MWh)

Título & Subtítulo: Implantación Conjunto Instalaciones
Planta BESS/LSMT/SE/LSAT

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: 1.2
Hojas: 1
Hoja nº: 1
Tamaño: A1
Número de proyecto: 15088




## LEYENDA:

- PARCELA
- PB ÁGUILA IMPERIAL (4,99 MW - 23,04 MWh)
- CAMINOS DE ACCESO
- CS — CENTRO DE SECCIONAMIENTO
- LSMT DE EVACUACIÓN 30 kV
- SET VALDURO 45/30 KV (*)

## AFECCIONES:

- VÍAS PECUARIAS
- CARRETERAS/AUTOVÍAS
- LÍNEAS ELÉCTRICAS 45 kV
- AFECCIÓN AÉREA CUATRO VIENTOS 730
- AFECCIÓN AÉREA CUATRO VIENTOS 805

Nota: Objeto de otro proyecto (*)

## LOCALIZACIÓN:



| Versión | Fecha | Descripción | Emitido | Dibujado | Revisado | Aprobado |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 00 | 30/04/2025 | Primera versión | ATA | JAB | FCB | SSR |

Cliente: Savanna Power Solar 18 S.L.U.

Ingeniería: ata

Proyecto: PB Águila Imperial (4,99 MW - 23,04 MWh)

Título & Subtítulo: Afecciones / General

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: 1:1000

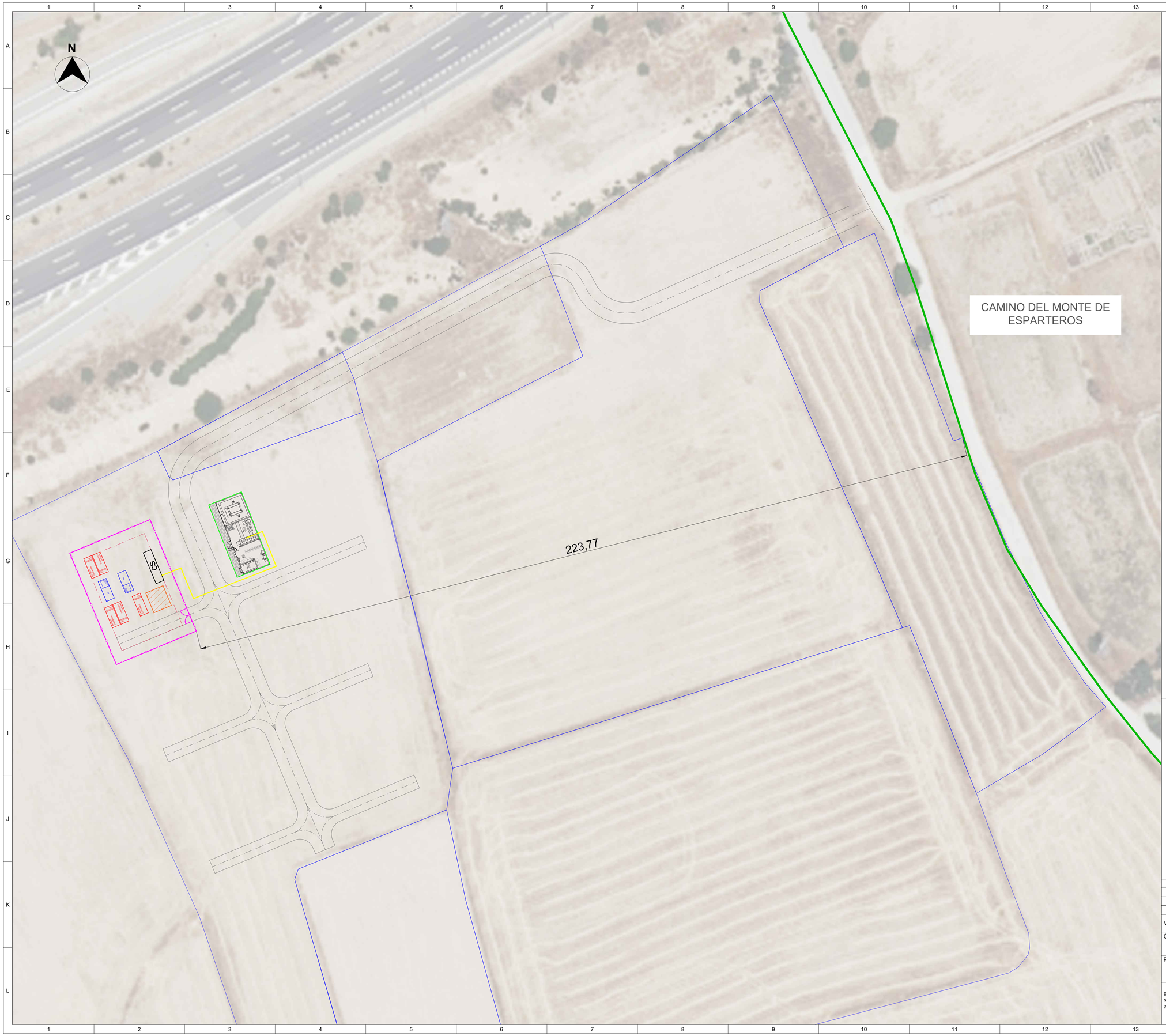
Plano nº: 1.3

Hojas: 6

Hoja nº: 1

Tamaño: A1

Número de proyecto: 15088




## LEYENDA:

- PARCELA
- PB ÁGUILA IMPERIAL (4,99 MW - 23,04 MWh)
- CAMINOS DE ACCESO
- CS — CENTRO DE SECCIONAMIENTO
- LSMT DE EVACUACIÓN 30kV
- SET VALDURO 45/30 KV (*)

## AFECCIONES:

- VÍAS PECUARIAS

Nota: Objeto de otro proyecto (*)

## LOCALIZACIÓN:



| Versión | Fecha | Descripción | Emitido | Dibujado | Revisado | Aprobado |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 00 | 30/04/2025 | Primera versión | ATA | JAB | FCB | SSR |

Cliente: Savanna Power Solar 18 S.L.U.

Ingeniería: ata

Proyecto: PB Águila Imperial (4,99 MW - 23,04 MWh)

Título & Subtítulo: Afecciones — Vías Pecuarias

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

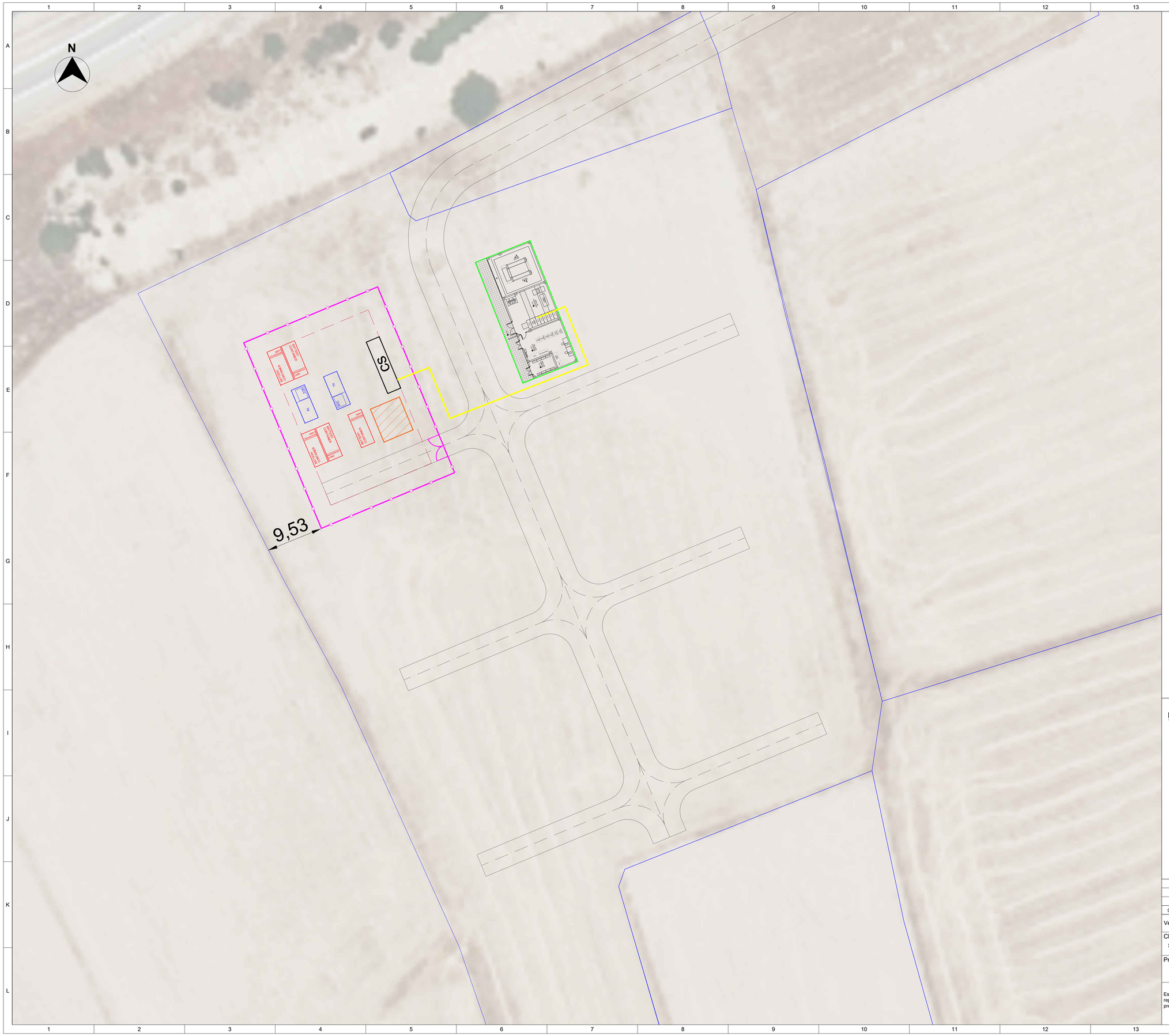
Plano nº: 1.3

Hojas: 6

Hoja nº: 2

Tamaño: A1

Número de proyecto: 15088




## LEYENDA:

- PARCELA
- PB ÁGUILA IMPERIAL (4,99 MW - 23,04 MWh)
- CAMINOS DE ACCESO
- CS — CENTRO DE SECCIONAMIENTO
- LSMT DE EVACUACIÓN 30kV
- SET VALDURO 45/30 KV (*)

Nota: Objeto de otro proyecto (*)

## LOCALIZACIÓN:



| Versión | Fecha | Descripción | Emitido | Dibujado | Revisado | Aprobado |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 00 | 30/04/2025 | Primera versión | ATA | JAB | FCB | SSR |

Cliente: Savanna Power Solar 18 S.L.U.

Ingeniería: ata

Proyecto: PB Águila Imperial (4,99 MW - 23,04 MWh)

Título & Subtítulo: Afecciones — Linderos y Caminos

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: 1:300

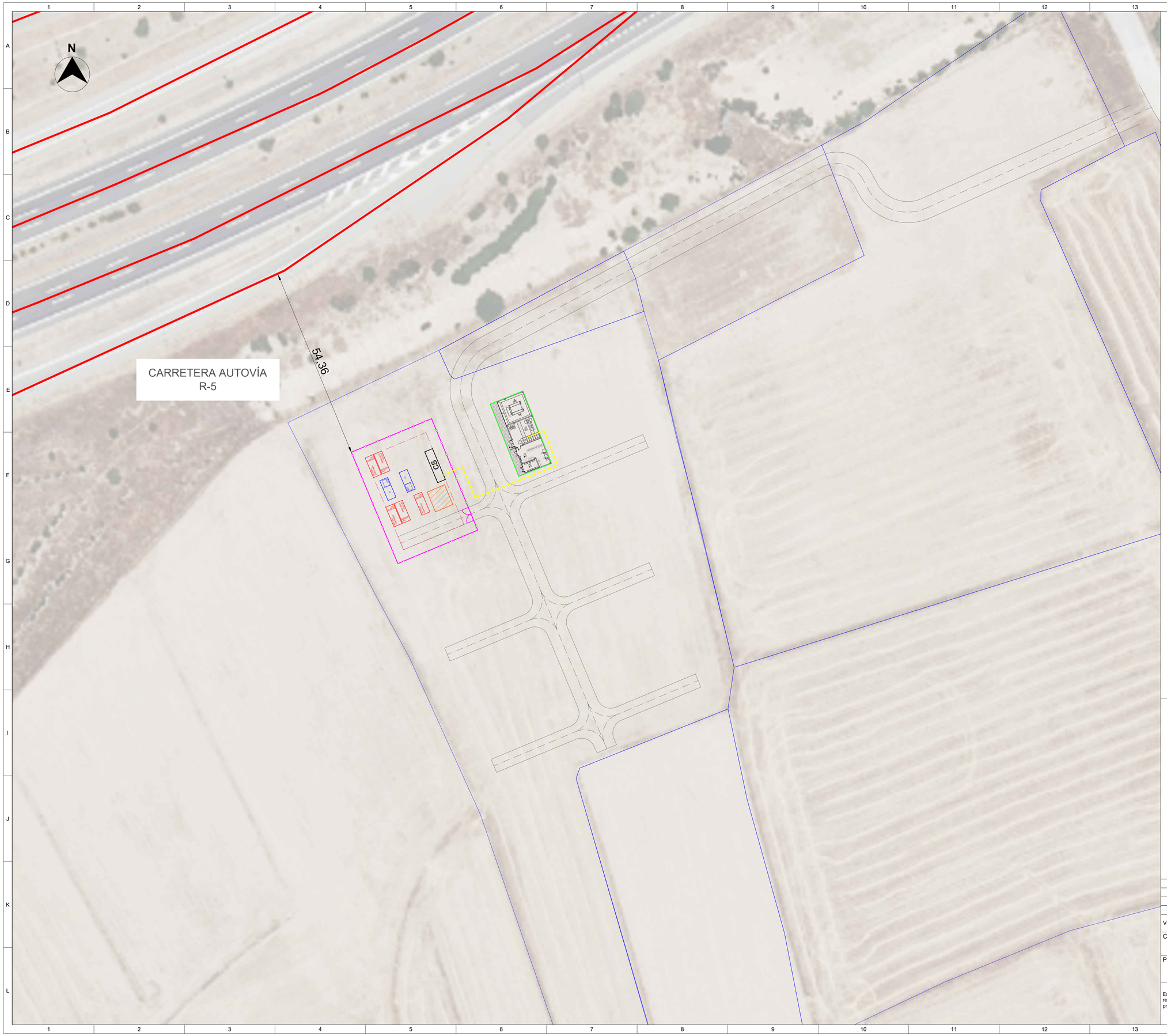
Plano nº: 1.3

Hojas: 6

Hoja nº: 3

Tamaño: A1

Número de proyecto: 15088




LEYENDA:

- PARCELA
- PB ÁGUILA IMPERIAL (4,99 MW - 23,04 MWh)
- CAMINOS DE ACCESO
- CS — CENTRO DE SECCIONAMIENTO
- LSMT DE EVACUACIÓN 30kV
- SET VALDURO 45/30 KV (*)

AFECCIONES:

- CARRETERAS/AUTOVÍAS

Nota: Objeto de otro proyecto (*)

LOCALIZACIÓN:



| Versión | Fecha | Descripción | Emitido | Dibujado | Revisado | Aprobado |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 00 | 30/04/2025 | Primera versión | ATA | JAB | FCB | SSR |

Cliente: Savanna Power Solar 18 S.L.U.

Ingeniería: ata

Proyecto: PB Águila Imperial (4,99 MW - 23,04 MWh)

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: 1:500

Plano nº: 1.3

Hojas: 6

Hoja nº: 4

Tamaño: A1

Número de proyecto: 15088




## LEYENDA:

- PARCELA
- PB ÁGUILA IMPERIAL (4,99 MW - 23,04 MWh)
- CAMINOS DE ACCESO
- CS — CENTRO DE SECCIONAMIENTO
- LSMT DE EVACUACIÓN 30kV
- SET VALDURO 45/30 KV (*)

## AFECCIONES:

- LÍNEAS ELÉCTRICAS 45kV

Nota: Objeto de otro proyecto (*)

## LOCALIZACIÓN:



| Versión | Fecha | Descripción | Emitido | Dibujado | Revisado | Aprobado |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 00 | 30/04/2025 | Primera versión | ATA | JAB | FCB | SSR |

Cliente: Savanna Power Solar 18 S.L.U.

Ingeniería: ata

Proyecto: PB Águila Imperial (4,99 MW - 23,04 MWh)

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: 1:500

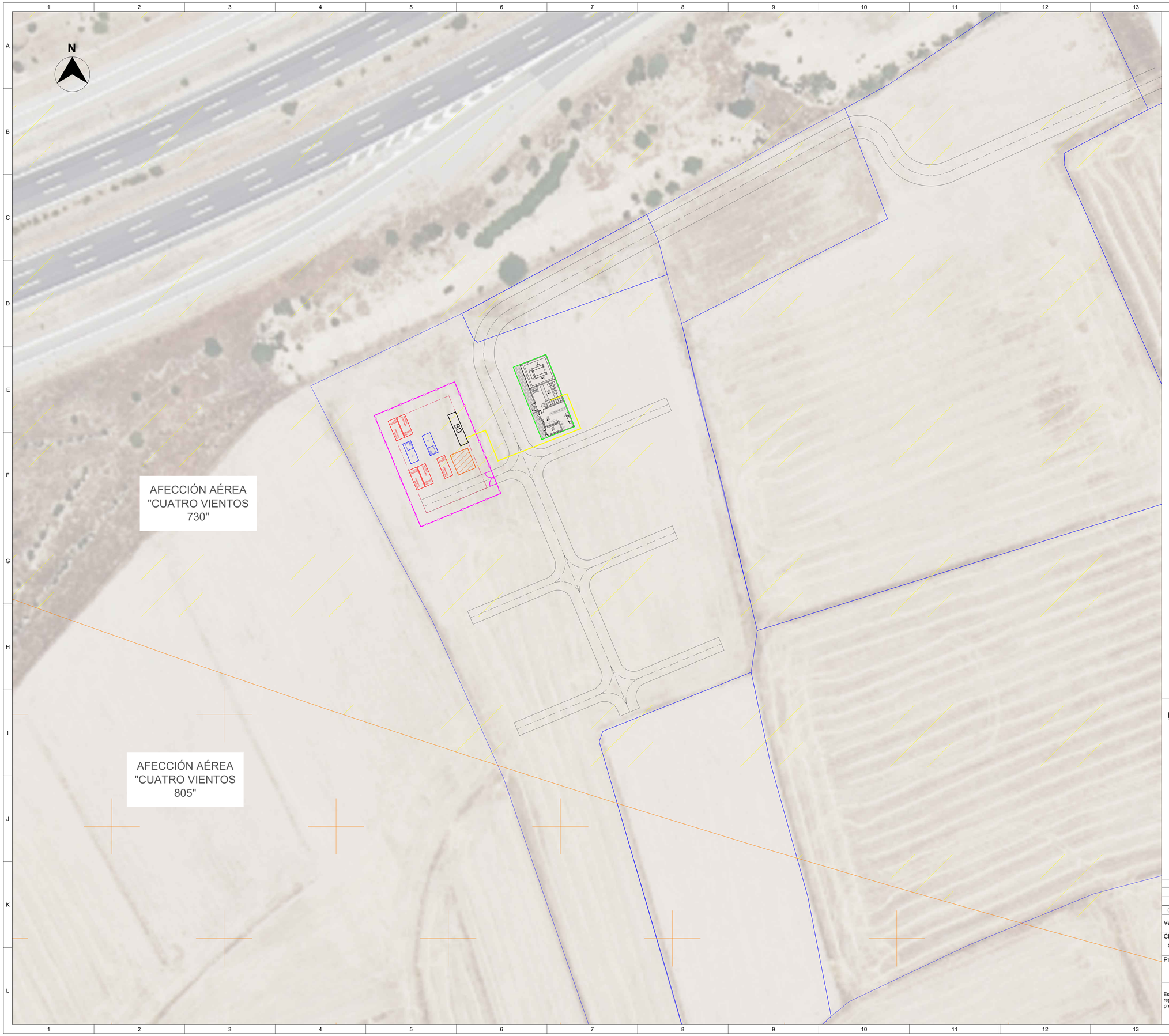
Tamaño: A1

Plano nº: 1.3

Hojas: 6

Hoja nº: 5

Número de proyecto: 15088




## LEYENDA:

- PARCELA
- PB ÁGUILA IMPERIAL (4,99 MW - 23,04 MWh)
- CAMINOS DE ACCESO
- CS — CENTRO DE SECCIONAMIENTO
- LSMT DE EVACUACIÓN 30kV
- SET VALDURO 45/30 KV (*)

## AFECCIONES:

- AFECCIÓN AÉREA CUATRO VIENTOS 730
- AFECCIÓN AÉREA CUATRO VIENTOS 805

Nota: Objeto de otro proyecto (*)

## LOCALIZACIÓN:



| Versión | Fecha | Descripción | Emitido | Dibujado | Revisado | Aprobado |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 00 | 30/04/2025 | Primera versión | ATA | JAB | FCB | SSR |

Cliente: Savanna Power Solar 18 S.L.U.

Ingeniería: ata

Proyecto: PB Águila Imperial (4,99 MW - 23,04 MWh)

Título & Subtítulo: Afecciones — Afección Aérea

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

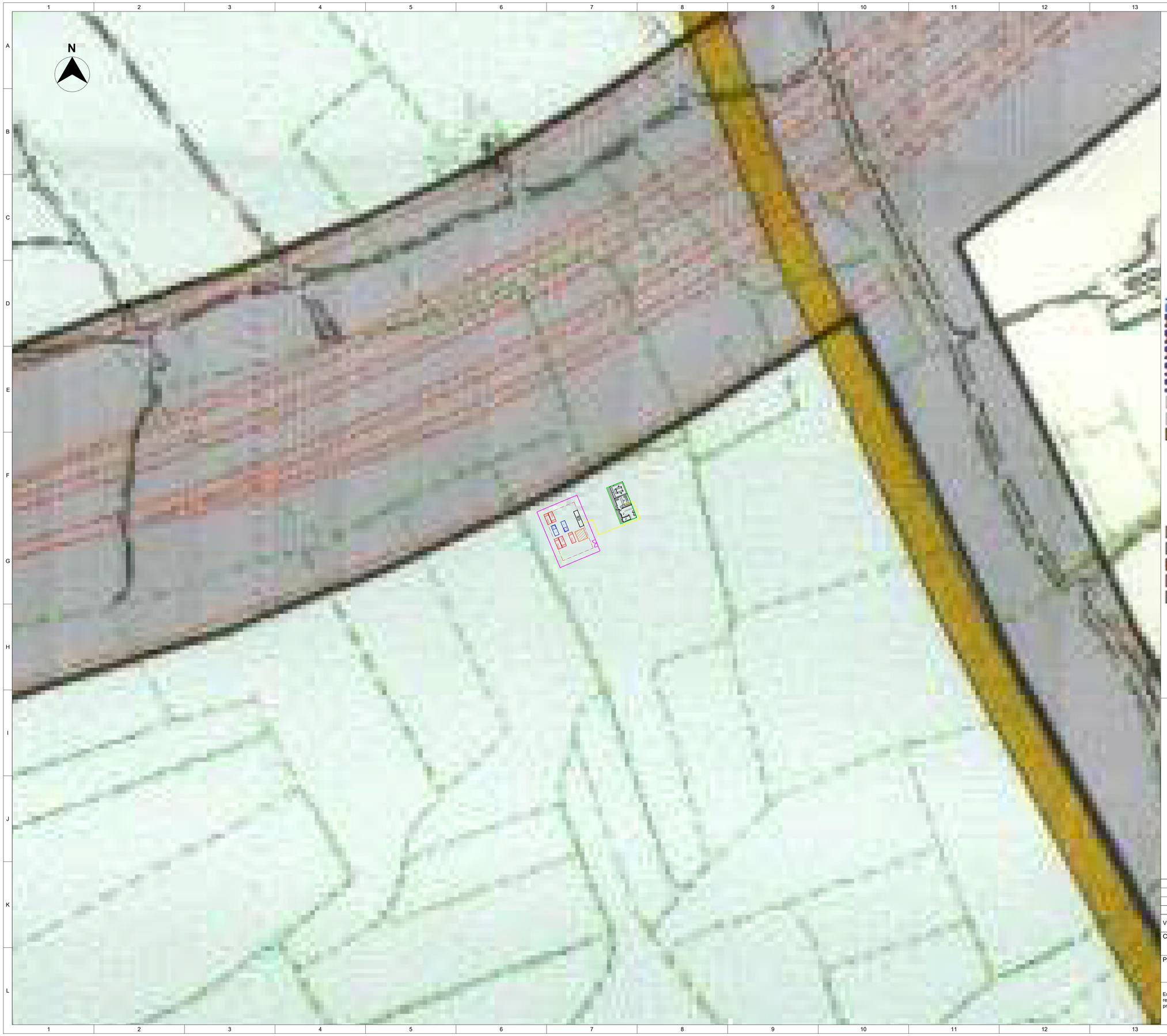
Plano nº: 1.3

Hojas: 6

Hoja nº: 6

Tamaño: A1

Número de proyecto: 15088




LEYENDA:

- PARCELA
- PB ÁGUILA IMPERIAL (4,99 MW - 23,04 MWh)
- CS — CENTRO DE SECCIONAMIENTO
- LSMT DE EVACUACIÓN 30kV
- SET VALDURO 45/30 KV*

## CLASIFICACIÓN DEL SUELO

- SUELO URBANO
- SUELO URBANIZABLE EN DESARROLLO
- SUELO URBANIZABLE 1º CUATRIENIO
- SUELO URBANIZABLE 2º CUATRIENIO
- SUELO URBANIZABLE NO PROGRAMADO SUPRAMUNICIPAL
- SUELO URBANIZABLE NO PROGRAMADO
- SUELO NO URBANIZABLE COMÚN
- SUELO NO URBANIZABLE DE PROTECCIÓN AMBIENTAL
- SUELO NO URBANIZABLE ESPECIAL PROTECCIÓN VÍAS PECUARIA

## SISTEMAS GENERALES

- SG-EL — ZONAS VERDES Y ESPACIOS LIBRES
- SG-ED — EQUIPAMIENTO
- SG-F — FERROVIARIO
- SG-I — INFRAESTRUCTURAS
- SG-V — VIARIO

Nota: Objeto de otro proyecto (*)

LOCALIZACIÓN:



| Versión | Fecha | Descripción | Emitido | Dibujado | Revisado | Aprobado |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 00 | 30/04/2025 | Primera Edición | ATA | JAB | FCB | SSR |

Cliente: Savanna Power Solar 18 S.L.U.

Ingeniería: ata

Proyecto: PB Águila Imperial (4,99 MW - 23,04 MWh)

Título & Subtítulo: PGOU — Planta BESS/LSMT/SET/LSAT

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: 1/1000

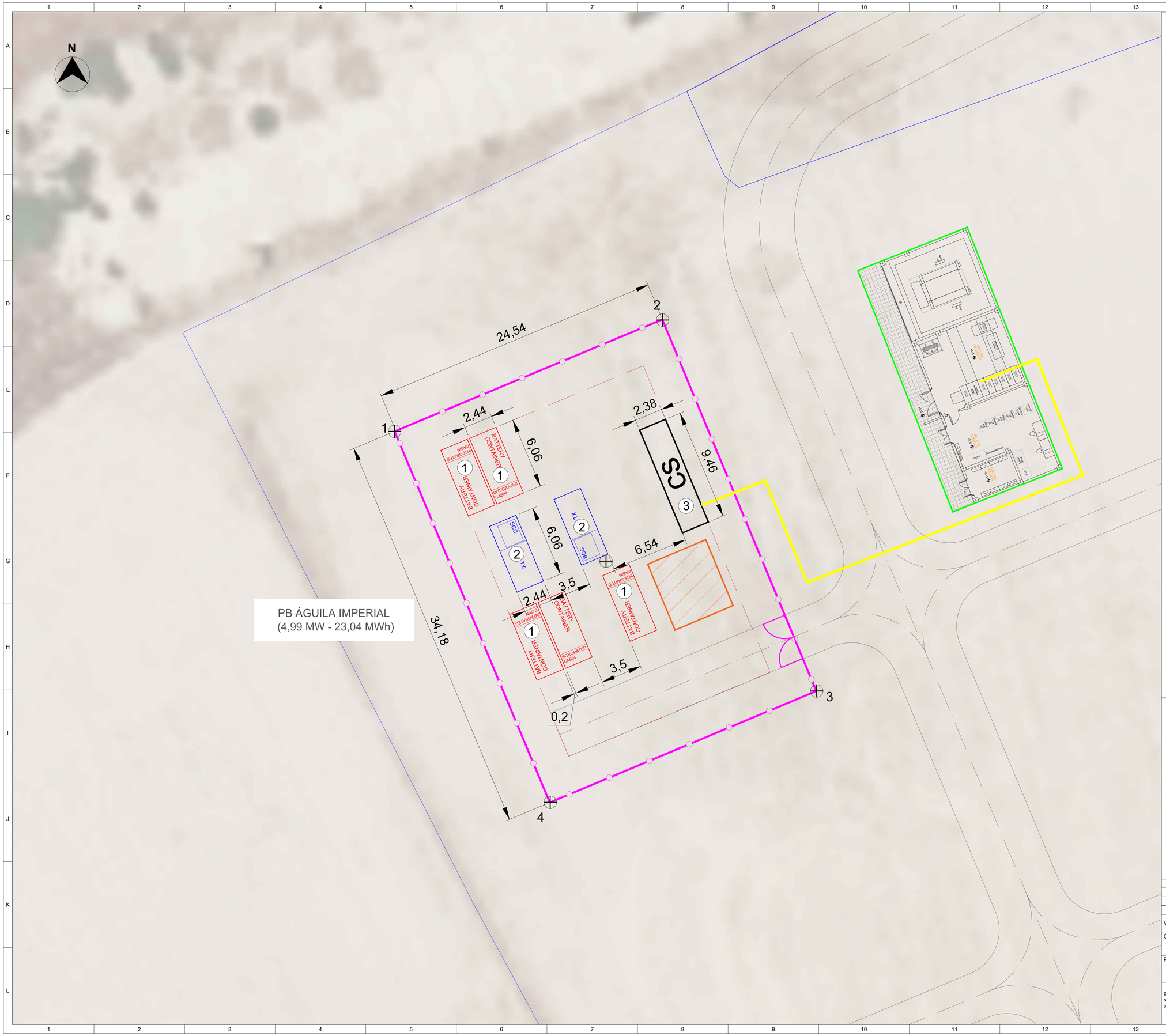
Plano nº: 1.4

Hojas: 1

Hoja nº: 1

Tamaño: A1

Número de proyecto: 15088




## LEYENDA:

- PARCELA
- PB ÁGUILA IMPERIAL (4,99 MW - 23,04 MWh)
- CAMINOS DE ACCESO
- CS — CENTRO DE SECCIONAMIENTO
- LSMT DE EVACUACIÓN 30 kV
- SET VALDURO 45/30 KV*
- 1 — CONTENEDOR BATERÍAS
- 2 — ESTACIÓN DE POTENCIA (3 PCS)
- 3 — CENTRO DE SECCIONAMIENTO

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

V1: X: 432009.23 ; Y: 4465436.39
V2: X: 432032.00 ; Y: 4465445.85
V3: X: 432045.09 ; Y: 4465414.32
V4: X: 432022.45 ; Y: 4465404.86

Centroide: X: 432027.19 ; Y: 4465425.35

Nota: Objeto de otro proyecto (*)

## LOCALIZACIÓN:



| Versión | Fecha | Descripción | Emitido | Dibujado | Revisado | Aprobado |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 00 | 30/04/2025 | Primera versión | ATA | JAB | FCB | SSR |

Cliente: Savanna Power Solar 18 S.L.U.

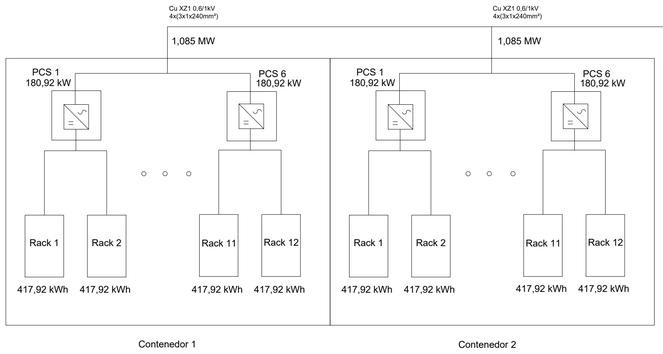
Ingeniería: ata

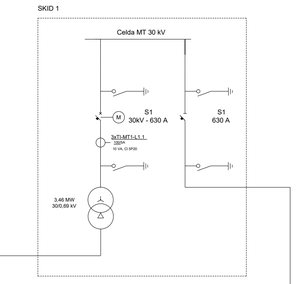
Proyecto: PB Águila Imperial (4,99 MW - 23,04 MWh)

Título & Subtítulo: Layout — Planta BESS

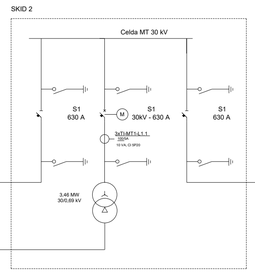
Este plano es propiedad de Astrom Technical Advisors, S.L. No se puede reproducir, copiar, prestar, ceder o usar bajo ninguna circunstancia sin el previo consentimiento escrito del Propietario.

Escala: 1:150
Tamaño: A1
Plano nº: 2.1
Hojas: 1
Hoja nº: 1
Número de proyecto: 15088



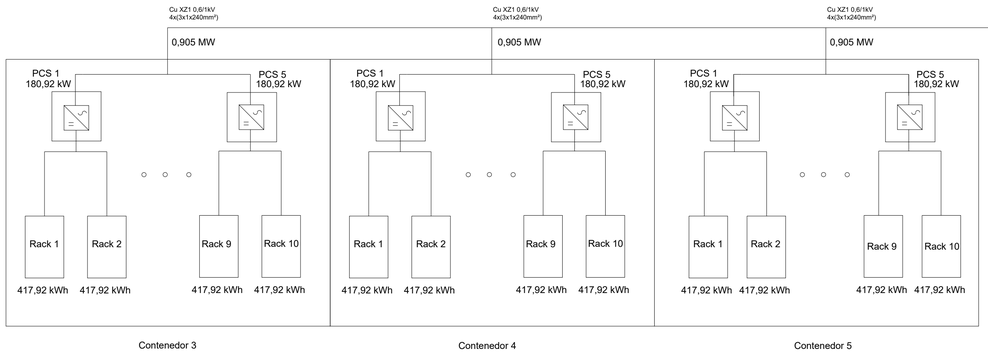




Al XLPE 15/30 kV
3x(1x300)mm²
Longitud = 3.5 m




Al XLPE 18/30 kV
3x(1x300)mm²
Longitud = 8 m

L1: HACIA CENTRO DE SECCIONAMIENTO




Puesta a Tierra

Seccionador en carga

Interruptor

Transformador de intensidad

Elemento de conversión CC/CA

Sistema de almacenamiento

Transformador de potencia (Tres devanados)

LOCALIZACIÓN:



| Versión | Fecha | Descripción | Emitido | Dibujado | Revisado | Aprobado |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 00 | 30/04/2025 | Primera Edición | ATA | JAB | JLJ | SSR |

Cliente: Savanna Power Solar 18 S.L.U.

Ingeniería: ata

Proyecto: PB Águila Imperial (4,99 MW - 23,04 MWh)

Título & Subtítulo: Esquema unifilar básico — PB Águila Imperial (4,99 MW - 23,04 MWh)

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

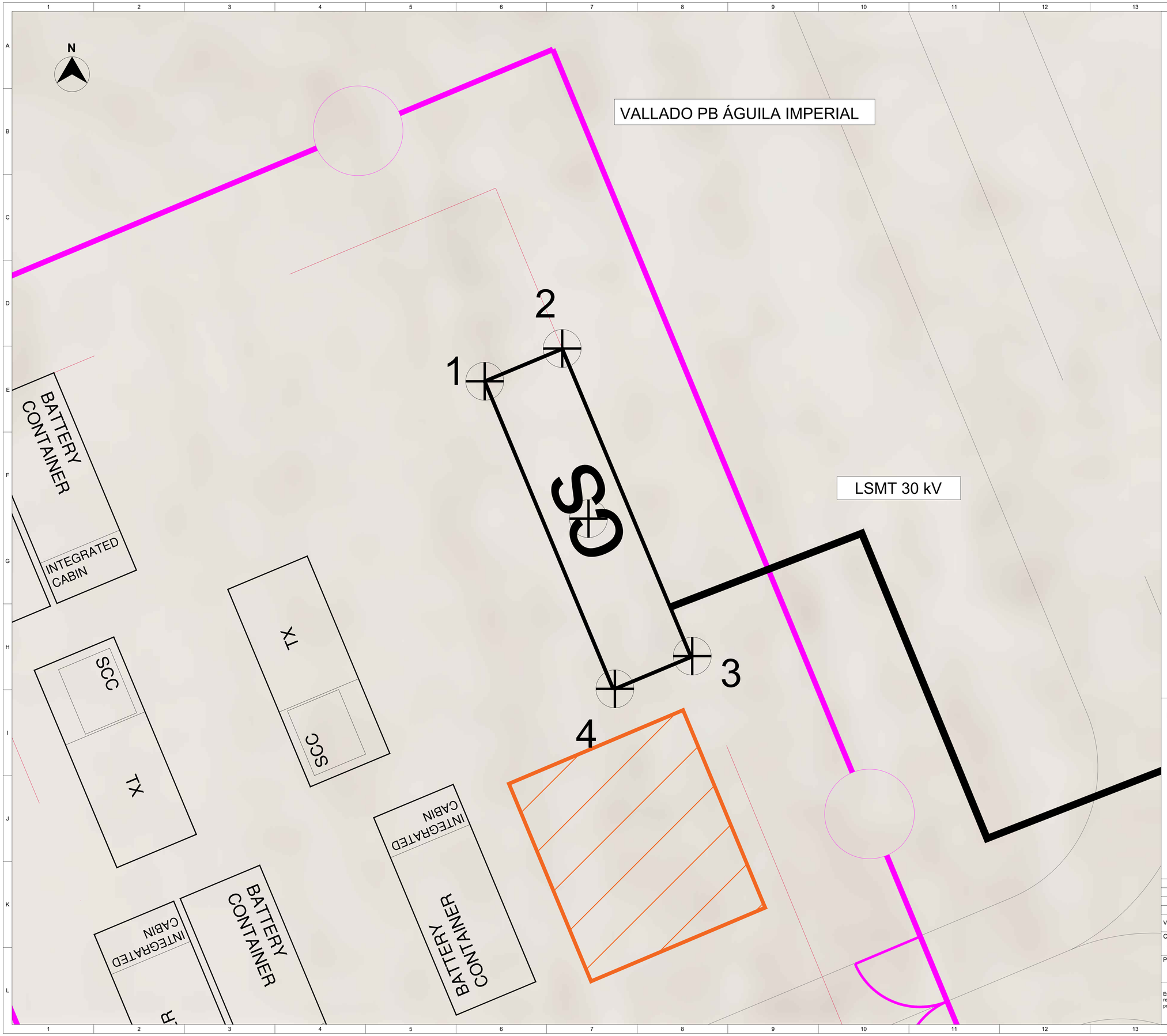
Plano nº: 2.2

Hojas: 1

Hoja nº: 1

Tamaño: A1

Número de proyecto: 15086




LEYENDA:

- LÍMITE DE PARCELAS
- VALLADO PB ÁGUILA IMPERIAL (4,99 MW - 23,04 MWh)
- LSMT 30 kV
- CS — CENTRO DE SECCIONAMIENTO
- CAMINOS INTERIORES

COORDENADAS CENTRO DE SECCIONAMIENTO (ETRS89/UTM30N):

V1: X: 432030.05 ; Y: 4465436.49

V2: X: 432032.24 ; Y: 4465437.42

V3: X: 432035.93 ; Y: 4465428.71

V4: X: 432033.73 ; Y: 4465427.78

Centroide: X: 432032.99 ; Y: 4465432.60

Nota: Objeto de otro proyecto (*)

LOCALIZACIÓN:



| Versión | Fecha | Descripción | Emitido | Dibujado | Revisado | Aprobado |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 00 | 30/04/2025 | Primera emisión | ATA | JAB | JMA | AMH |

Cliente: Savanna Power Solar 18 S.L.U.

Ingeniería: ata

Proyecto: PB Águila Imperial (4,99 MW - 23,04 MWh)

Título & Subtítulo: Implantacion — Centro de Seccionamiento

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

Plano nº: 3.1

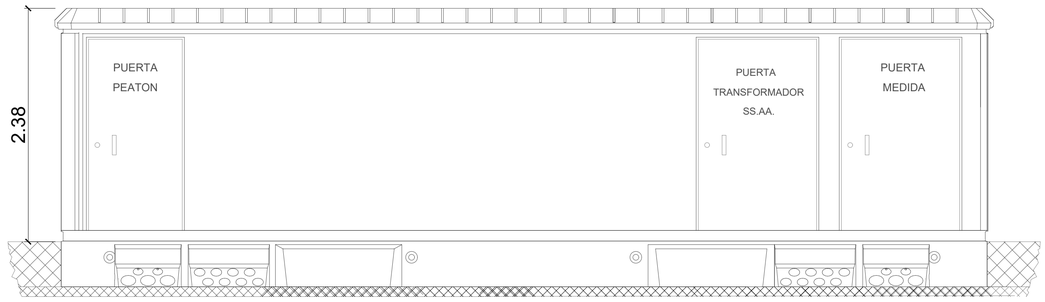
Hojas: 2

Hoja nº: 1

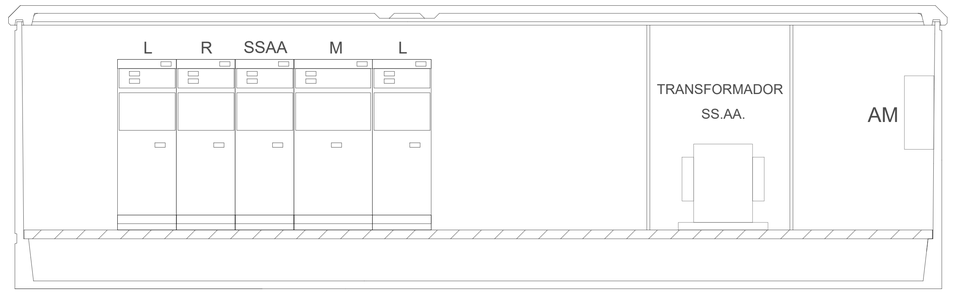
Tamaño: A1

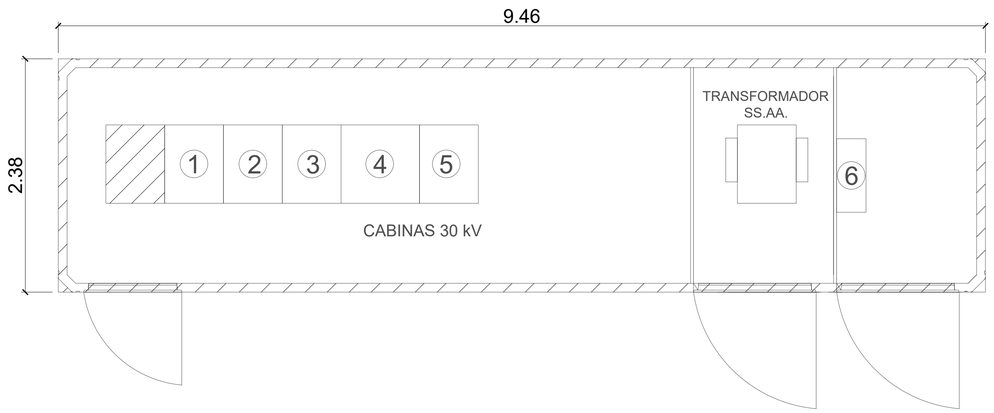
Número de proyecto: 15088

## VISTA FRONTAL




## SECCIÓN




## VISTA LATERAL IZQUIERDA



## VISTA LATERAL DERECHA



LEYENDA:

① CELDA DE ENTRADA DE LÍNEA
② CELDA DE RESERVA
③ CELDA DE SSAA
④ CELDA DE MEDIDA
⑤ CELDA DE SALIDA DE LÍNEA
⑥ ARMARIO MEDIDA PB ÁGUILA IMPERIAL

NOTAS:

1. COTAS EN METROS

| Versión | Fecha | Descripción | Emitido | Dibujado | Revisado | Aprobado |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 00 | 30/04/2025 | Primera emisión | ATA | JAB | JMA | AMH |

Cliente: Savanna Power Solar 18 S.L.U.

Ingeniería: ata

Proyecto: PB Águila Imperial (4,99 MW - 23,04 MWh)

Título & Subtítulo: Implantacion — Centro de Seccionamiento

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

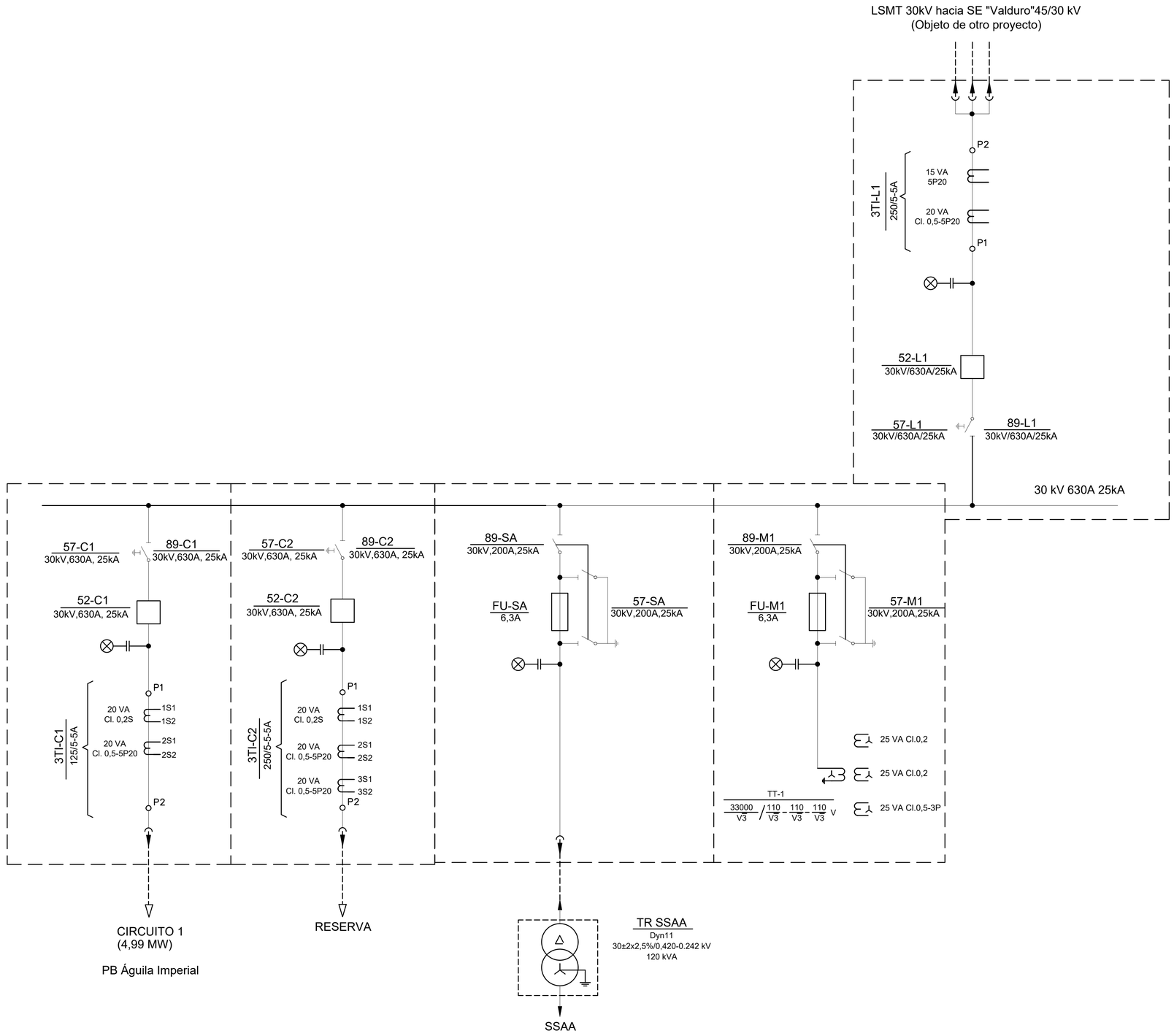
Plano nº: 3.1

Tamaño: A3

Hojas: 2

Hoja nº: 2

Número de proyecto: 15088




LOCALIZACIÓN:



| Versión | Fecha | Descripción | Emitido | Dibujado | Revisado | Aprobado |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 00 | 30/04/2025 | Primera emisión | ATA | JAB | JLJ | SSR |

Cliente: Savanna Power Solar 18 S.L.U.

Ingeniería: ata

Proyecto: PB Águila Imperial (4,99 MW - 23,04 MWh)

Título & Subtítulo: Esquema unifilar MT
PB Águila Imperial

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: 3.2.

Hojas: 1

Hoja nº: 1

Tamaño: A1

Número de proyecto: 15088

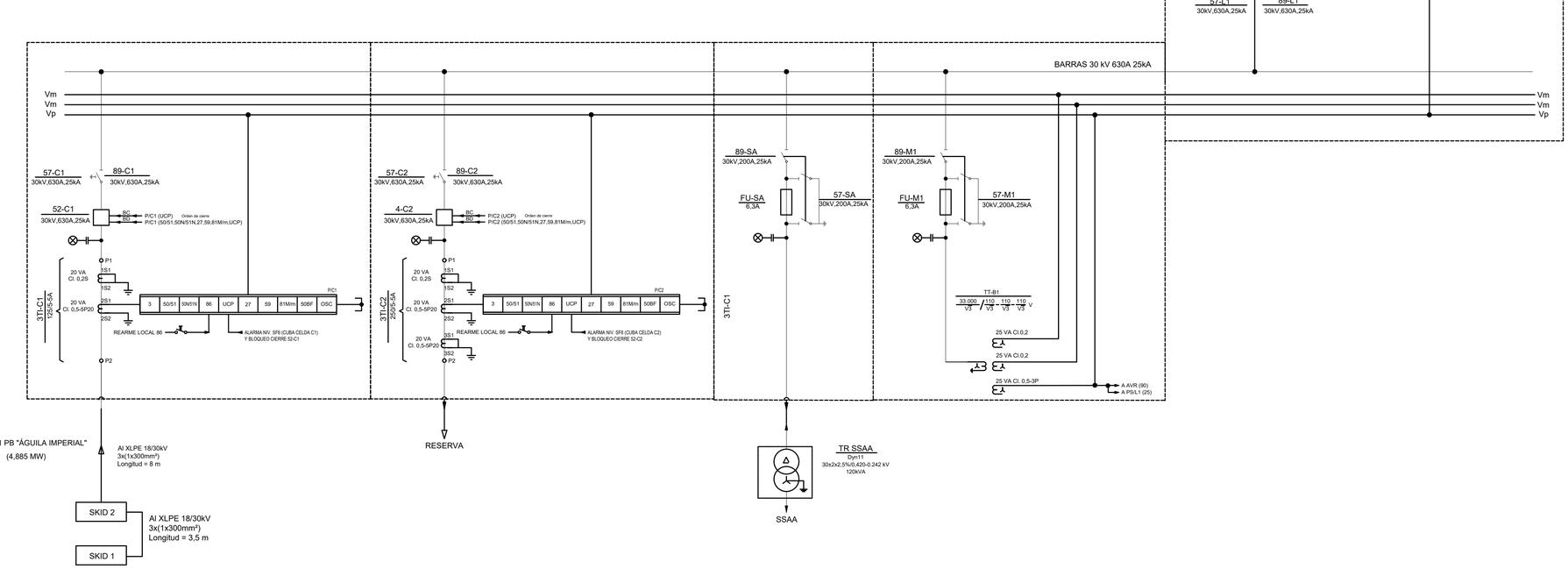
# CARACTERISTICAS BASICAS DEL DISEÑO

SISTEMA 30 kV

| | |
|---|---|
| TENSIÓN DE SERVICIO | 30 kV |
| TENSIÓN ELEVADA PARA EL MATERIAL | 36 kV |
| TENSIÓN DE FRECUENCIA INDUSTRIAL 1 MINUTO | 70 kV |
| NIVEL DE IMPULSO BASICO | 170 kV |
| INTENSIDAD NOMINAL BUSBARS | 630 A |
| CORRIENTE NOMINAL DE CORTOCIRCUITO | 25 kA |
| DURACIÓN CORTOCIRCUITO | 1 s |
| TENSIÓN CIRCUITOS AUXILIARES | 125 Vcc; 400/230 Vca |

## LEYENDA/LEYEND

| | |
|---|---|
| 52 | INTERRUPTOR AUTOMATICO |
| 89 | SECCIONADOR |
| 57 | SECCIONADOR DE PUESTA A TIERRA |
| 2 | DISCORDANCIA DE POLOS |
| 3 | SUPERVISION DE COILINAS |
| 87T | PROTECCION DIFERENCIAL TRANSFORMADOR |
| 50-51 | PROTECCION SOBREINTENSIDAD DE FASES NO DIRECCIONAL |
| 50N-51N | PROTECCION SOBREINTENSIDAD DE NEUTRO NO DIRECCIONAL |
| 25 | PROTECCION DE SINCRONISMO |
| 27 | PROTECCION MINIMA TENSION |
| 59 | PROTECCION MAXIMA TENSION |
| 59N | PROTECCION MAXIMA TENSION HOMOPOLAR |
| 67 | PROTECCION DIRECCIONAL |
| 67N | PROTECCION DIRECCIONAL DE NEUTRO |
| 81m/M | PROTECCION MAXIMA-MINIMA FRECUENCIA |
| 86 | RELE DE APERTURAARO CON BLOQUEO |
| 50BF | PROTECCION FALLO INTERRUPTOR MT |
| 50S-62 | PROTECCION FALLO INTERRUPTOR AT |
| 26 | TEMPERATURA DEL ACEITE TRAFO |
| 49 | TEMPERATURA DEVANADOS BT TRAFO |
| 63BJTZ | RELE BUCHHOLZ REACTANCIA |
| 63T | ALIVIO PRESION TRAFO |
| 63B | BUCHHOLZ TRAFO |
| 63C | RELE PROTECCION CTC TRAFO |
| 63C1 | ALIVIO PRESION CTC TRAFO |
| UCP | UNIDAD CONTROL POSICION |
| OSC | OSCILO |




## LOCALIZACIÓN:



| Versión | Fecha | Descripción | Emitido | Dibujado | Revisado | Aprobado |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 00 | 01/05/2025 | Primera emisión | ATA | CAL | JLJ | SSR |

Cliente: Savanna Power Solar 18 S.L.U.

Ingeniería: ata

Proyecto: PB Águila Imperial (4,99 MW - 23,04 MWh)

Título & Subtítulo: Esquema unifilar desarrollado

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: 3.3

Hojas: 1

Hoja nº: 1

Tamaño: A1

Número de proyecto: 15086




Leyenda:

- LÍMITE DE PARCELA
- VALLADO PB ÁGUILA IMPERIAL (4,99 MW - 23,04MWh)
- LSMT 30 kV
- CS — CENTRO DE SECCIONAMIENTO
- CAMINOS DE ACCESO
- SET VALDURO 45/30 kV*

| Coordenadas LSMT | | |
|---|---|---|
| Puntos | X | Y |
| P1 - Inicio | 432.035,28 | 4.465.430,09 |
| P2 - Fin | 432.059,04 | 4.465.440,63 |

Nota: Objeto de otro proyecto (*)

LOCALIZACIÓN:



| Versión | Fecha | Descripción | Emitido | Dibujado | Revisado | Aprobado |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 00 | 30/04/2025 | Primera emisión | ATA | JAB | JMA | AMH |

Cliente: Savanna Power Solar 18 S.L.U.

Ingeniería: ata

Proyecto: PB Águila Imperial (4,99 MW - 23,04 MWh)

Título & Subtítulo: Trazado — LSMT 30 kV de evacuación

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: 4.1

Hojas: 1

Hoja nº: 1

Tamaño: A1

Número de proyecto: 15088