



# **Proyecto para solicitud de Autorización Administrativa Previa y Autorización Administrativa de Construcción**

**“BESS STAND ALONE BARRUNDIA”  
26 MW / 120,36 MWh**

Junio 2025 - Ed00

DOCUMENTO 1: MEMORIA



Proyecto para solicitud de Autorización Administrativa Previa y

Autorización Administrativa de Construcción

Ed.00

“BESS STAND ALONE BARRUNDIA”

06/2025

26 MW / 120,36 MWh

Versión	Elaborado	Revisado	Aprobado	Fecha
00	A.C.C.	F.S.	J.A.V.F	06/2025



# Contenido

1	OBJETO Y ALCANCE .....	7
2	DATOS GENERALES.....	8
2.1	PROMOTOR .....	8
2.2	NORMATIVA .....	8
3	BLOQUE I: INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO “BESS STAND ALONE BARRUNDIA” .....	12
3.1	DESCRIPCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO .....	12
3.1.1	Instalación de almacenamiento .....	12
3.1.2	Accesibilidad.....	14
3.2	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	15
3.2.1	Descripción general.....	15
3.2.2	Contenedores de baterías .....	17
3.2.3	Estación de potencia .....	20
3.2.4	Cableado de baja tensión .....	23
3.2.5	Cableado de media tensión.....	25
3.2.6	Sistema de puesta a tierra.....	27
3.2.7	Protecciones.....	28
3.2.8	Sistema de control y protección.....	30
3.2.9	Servicios auxiliares .....	32
3.2.10	Armónicos y compatibilidad electromagnética.....	33
3.2.11	Seguridad y vigilancia .....	33
3.2.12	Obra Civil .....	34
4	BLOQUE II: INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN .....	39
4.1	SUBESTACIÓN SET ABEI 30/220 kV .....	39

4.1.1	Descripción general de la instalación.....	39
4.1.2	Emplazamiento.....	40
4.1.3	Descripción esquema unifilar .....	40
4.1.4	Aislamiento.....	43
4.1.5	Celdas de 30 kV .....	43
4.1.6	Aparellaje de 220 kV.....	47
4.1.7	Servicios auxiliares .....	49
4.1.8	Cuadros de control y armarios de protecciones .....	50
4.1.9	Sistemas complementarios en el edificio.....	51
4.1.10	Instalación de puesta a tierra.....	52
4.1.11	Obra civil.....	52
4.2	LÍNEA SOTERRADA 220 kV.....	52
4.2.1	Características de la línea.....	53
4.2.2	Características del cable subterráneo .....	54
4.2.3	Parámetros de instalación.....	57
4.2.4	Terminales.....	57
4.2.5	Empalmes .....	57
4.2.6	Cable de comunicaciones.....	60
4.2.7	Obra civil.....	60
4.2.8	Puesta a tierra .....	64
4.2.9	Ensayos.....	65
4.2.10	Cruzamientos y paralelismos .....	68
5	MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.....	74
6	SISTEMAS AUXILIARES.....	75
6.1	SISTEMA DE VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN .....	75

6.2	SISTEMA CONTRA INCENDIOS.....	75
6.3	ALUMBRADO Y FUERZA.....	76
6.3.1	Alumbrado Exterior .....	76
6.3.2	Alumbrado de emergencia.....	77
7	RELACIÓN DE ORGANISMOS AFECTADOS.....	78
8	PLANIFICACIÓN.....	79

# ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

ANEXO 2: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

ANEXO 3: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

ANEXO 4: PLAN DE DESMANTELAMIENTO

ANEXO 5: RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

## 1 OBJETO Y ALCANCE

El presente documento describe las características generales de la Instalación “BESS STAND ALONE BARRUNDIA”, así como la infraestructura necesaria para llevar a cabo su conexión con la subestación BARRUNDIA 220 kV.

Las instalaciones se situarán en los términos municipales de San Millán y Barrundia, provincia de Álava, Comunidad Autónoma de País Vasco.

La instalación “BESS STAND ALONE BARRUNDIA” permitirá el almacenamiento de energía mediante baterías, describiéndose en este proyecto sus principales características constructivas y funcionales.

El sistema propuesto dispone de una capacidad de almacenamiento de energía de 120,36 MWh con una potencia que permite una autonomía de 4 horas.

Además de lo anterior, el presente documento se redacta con la finalidad:

- En el orden técnico, para obtener la Autorización Administrativa Previa de la instalación diseñada y la Aprobación del Proyecto de Ejecución de la instalación diseñada.
- En el orden administrativo, para obtener la Autorización Administrativa Previa y la Aprobación del Proyecto de Ejecución, según lo establecido en la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico y en el 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.
- Informar a los Ayuntamientos de San Millán y Barrundia de la obra civil y electromecánica que se pretende realizar para la instalación de almacenamiento y su infraestructura de evacuación, así como solicitar la correspondiente licencia de obras.
- Servir de base para la contratación de las obras e instalaciones.

## 2 DATOS GENERALES

### 2.1 PROMOTOR

El promotor del proyecto de la instalación “BESS STAND ALONE BARRUNDIA” y de sus infraestructuras de evacuación es la sociedad **ABEI GREEN ENERGY, S.L.** cuyos datos principales son los siguientes:

- CIF: B-88564620
- Dirección fiscal: AVENIDA DEL BRILLANTE, 32, 14012, CÓRDOBA, ESPAÑA

### 2.2 NORMATIVA

El presente Proyecto se ha elaborado teniendo en cuenta los reglamentos, normas e instrucciones técnicas que se citan a continuación:

- Ley 24/2013 de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico (B.O.E. 27 de diciembre de 2013).
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se 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 aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT 01 a BT 51. Aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, del Ministerio de Ciencia y Tecnología (B.O.E. de 18-09-2002).
- Real Decreto 1048/2013, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de distribución de energía eléctrica.

- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto 1544/2011 sobre tarifas de acceso a productores, en régimen ordinario y especial.
- Ley 21/2013 de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental.
- Ley 9/2018, de 5 de diciembre, por la que se modifica la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, la Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes y la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero.
- 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.
- Orden PRA/1080/2017, de 2 de noviembre, por la que se modifica el anexo I del 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 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido.
- Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental.
- Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- Real Decreto 1038/2012, de 6 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios (RIPCI-2017), aprobado por Real Decreto 513/2017.

- Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales (RSCIEI), aprobado por Real Decreto 2267/2004.
- Real Decreto-ley 1/2012, de 27 de enero, por el que se procede a la suspensión de los procedimientos de pre-asignación de retribución y a la supresión de los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de cogeneración, fuentes de energía renovables y residuos.
- Real Decreto-ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico.
- Orden IET/221/2013, de 14 de febrero, por la que se establecen los peajes de acceso a partir de 1 de enero de 2013 y las tarifas y primas de las instalaciones del régimen especial.
- Orden HAP/703/2013, de 29 de abril, por la que se aprueba el modelo 583 «Impuesto sobre el valor de la producción de la energía eléctrica. Autoliquidación y Pagos Fraccionados», y se establece la forma y procedimiento para su presentación.
- Código Técnico de la Edificación (CTE), aprobado por Real Decreto 314/2006.
- Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.
- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.
- 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-ley 6/2022, de 29 de marzo, por el que se adoptan medidas urgentes en el marco del Plan Nacional de respuesta a las consecuencias económicas y sociales de la guerra en Ucrania.
- 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.

- Resolución de 20 de mayo de 2021, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por la que se establecen las especificaciones de detalle para la determinación de la capacidad de acceso de generación a la red de transporte y a las redes de distribución.
- Real Decreto 647/2020, de 7 de julio, por el que se regulan aspectos necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión de determinadas instalaciones eléctricas.
- UNE-EN 61439-1. Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 1: Reglas generales.
- UNE-EN IEC 61000-6-4. Compatibilidad Electromagnética (CEM). Parte 6-4: Normas genéricas. Norma de emisión en entornos industriales.
- UNE-EN 61000-6-5. Compatibilidad Electromagnética (CEM). Parte 6-5: Normas genéricas. Inmunidad para los equipos utilizados en entornos de centrales eléctricas y subestaciones.
- UNE-EN 62619. Acumuladores con electrolitos alcalinos u otros electrolitos no ácidos. Requisitos de seguridad para acumuladores de litio de gran formato y para baterías para uso en aplicaciones industriales.
- Resto de normas UNE de obligado cumplimiento.
- Normativa autonómica y provincial de aplicación a este tipo de instalaciones.
- Normativa municipal de aplicación a este tipo de instalaciones.
- Condicionados que puedan ser emitidos por Organismos afectados por las instalaciones.

La normativa descrita se enmarca en la legislación básica del Estado, correspondiendo a las comunidades autónomas en el ejercicio de sus competencias el desarrollo del marco normativo aplicable a las instalaciones eléctricas que les corresponda autorizar.

### 3 BLOQUE I: INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO “BESS STAND ALONE BARRUNDIA”

#### 3.1 DESCRIPCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO

##### 3.1.1 Instalación de almacenamiento

La instalación de almacenamiento estará situada en el término municipal de San Millán, provincia de Álava, comunidad autónoma de País Vasco. La instalación se encuentra en la parcela con referencia catastral 530403820000000000HO, el cerramiento se ubicará en las siguientes coordenadas aproximadas (coordenadas UTM sistema de referencia ETRS89 H30):

Tabla 1. *Coordenadas UTM delimitación Instalación de almacenamiento “BESS STAND ALONE BARRUNDIA”*

Coordenadas ETRS89.UTM-30		
Número	Posición X (m)	Posición Y (m)
1	545815,8483	4750858,5149
2	545814,6587	4750923,8872
3	545814,6587	4750928,6996
4	545813,3213	4751034,9566
5	545837,1087	4751036,6978
6	545869,4152	4751037,9809
7	545892,5760	4751038,5498
8	545894,3250	4750896,2023
9	545894,3031	4750862,5343
10	545893,6525	4750854,1696
11	545867,6896	4750855,0487

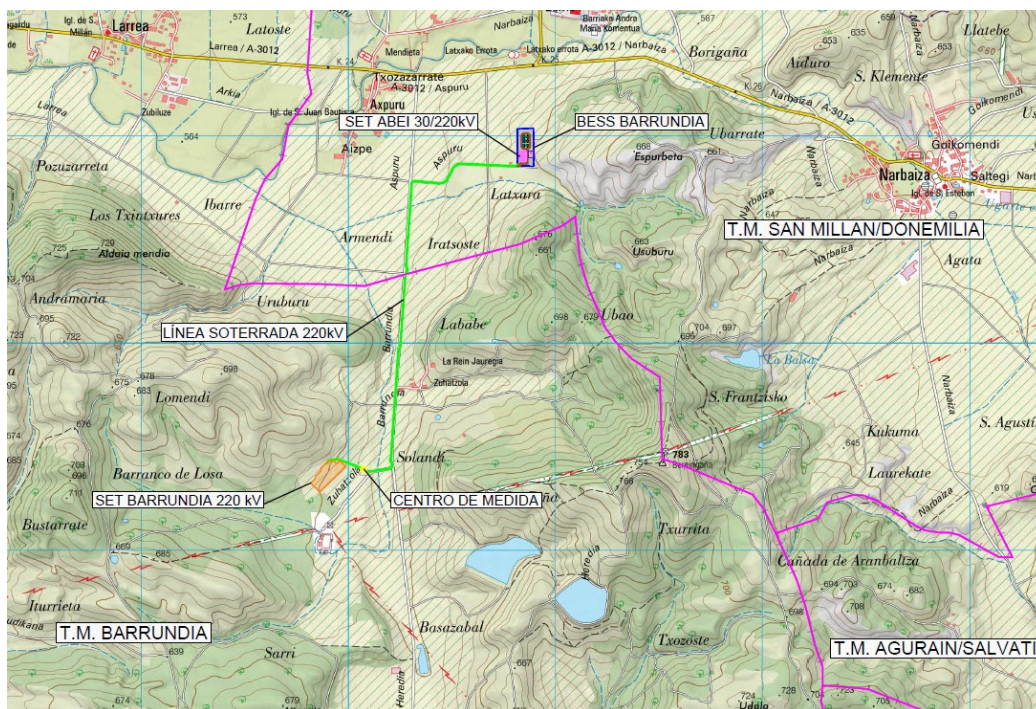


Imagen 1. Localización del Instalación de almacenamiento “BESS STAND ALONE BARRUNDIA”

La parcela en la que se dispondrá la instalación de almacenamiento ocupa un área de 15.391 m2, mientras que la instalación de almacenamiento ocupará un área aproximada de 10.445 m2.

Tabla 2. Parcelas planta de almacenamiento “BESS STAND ALONE BARRUNDIA”.

Polígono	Parcela	Referencia catastral	Término municipal
04	0382	530403820000000000HO	SAN MILLÁN

Además, la línea de evacuación (220 kV) que conecta la subestación elevadora SET ABEI 30/220kV de la instalación de almacenamiento objeto del presente proyecto con la subestación BARRUNDIA 220kV, discurre por las siguientes parcelas:

Tabla 3. Parcelas afectadas por la línea de evacuación

Nº Orden	Polígono	Parcela	Referencia catastral	Término municipal
1	4	382	530403820000000000HO	SAN MILLAN/DONEMILIA
2	4	395	530403950000000000GV	SAN MILLAN/DONEMILIA

Nº Orden	Polígono	Parcela	Referencia catastral	Término municipal
3	4	394	530403940000000000AN	SAN MILLAN/DONEMILIA
4	4	393	530403930000000000HS	SAN MILLAN/DONEMILIA
5	4	392	530403920000000000BX	SAN MILLAN/DONEMILIA
6	3	515	130305150000000000JY	BARRUNDIA
7	3	535	A-130305350A00000000KW	BARRUNDIA
8	3	536	130305360000000000DY	BARRUNDIA
9	3	537	A- 130305370A00000000JZ	BARRUNDIA
10	3	534	130305340000000000EV	BARRUNDIA
11	3	551	130305510000000000AP	BARRUNDIA
12	3	548	A-130305480A00000000JQ	BARRUNDIA
13	3	549	130305490000000000CS	BARRUNDIA
14	3	550	A-130305500A00000000HN	BARRUNDIA

### 3.1.2 Accesibilidad

Para el acceso a la instalación de almacenamiento se utilizarán los caminos existentes provenientes de la carretera A-3012.

En la Imagen 2 se muestra la ruta estimada de acceso desde la carretera A-3012. Esta ruta ha sido seleccionada en base a criterios de accesibilidad preliminar y viabilidad logística. No obstante, se considera provisional y podrá ser modificada durante la fase de ejecución del proyecto, en función de las necesidades logísticas finales, disponibilidad de permisos, o requerimientos de transporte especial.



Imagen 2. Caminos de acceso a la instalación de almacenamiento BESS STAND ALONE BARRUNDIA

## 3.2 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

### 3.2.1 Descripción general

El sistema de almacenamiento propuesto es un sistema denominado Stand Alone, consistente en baterías conectadas a la red eléctrica, para su carga y descarga. El sistema consta de una capacidad de almacenamiento de 120,36 MWh, con una potencia instalada de 26 MW, que permite una autonomía de 4 horas.

El sistema de almacenamiento objeto del presente proyecto se conecta mediante una línea subterránea de 220 kV, que partirá desde la SET ABEI 30/220 kV, con la subestación BARRUNDIA 220kV, propiedad de REE.

Los componentes principales que forman el núcleo tecnológico de la instalación de almacenamiento son:

- Contenedores de baterías.
- Cableado de baja tensión entre contenedores de baterías, convertidor y transformador.
- Equipos convertidores de potencia AC/DC-DC/AC.



- Transformador de potencia.
- Celdas de media tensión (30 kV).
- Red de cableado de baja y media tensión.
- Sistema de puesta a tierra.
- Sistema de control y protecciones
- Servicios auxiliares

Además de los componentes principales, la planta contará con otros sistemas entre los que se encuentran: sistema de monitorización, sistema de seguridad, sistema anti-incendios, etc,

La instalación incorpora todos los elementos necesarios para garantizar en todo momento la protección física de las personas, la calidad de suministro y no provocar averías en la red.

El sistema completo de almacenamiento de energía está formado por:

- 24 contendedores de baterías electroquímicas LFP (fosfato de hierro y litio), del fabricante Hithium, modelo ESS Container 5.015 MWh, con 5.015 kWh de capacidad de almacenamiento por contenedor.
- 3 sistemas de transformación de media tensión del fabricante Power Electronics, modelo Twin Skid Compact integrado por un transformador de media tensión de 8.780 kVA y dos sistemas de conversión de energía (PCS, por sus siglas en ingles) de doble flujo de 4.333 kW (@40°C) cada uno, también del fabricante Power Electronics, modelo FP4390K.

A continuación, se presenta una tabla con los parámetros principales de la instalación de almacenamiento:

Tabla 4. *Parámetros principales de la instalación BESS STAND ALONE BARRUNDIA*

Parámetros principales de la instalación de almacenamiento	
Capacidad de almacenamiento por contenedor (comienzo de vida)	5,015 MWh
Número de contendedores	24
Capacidad total de almacenamiento de la instalación (comienzo de vida)	120,36 MWh

Parámetros principales de la instalación de almacenamiento	
C-rate nominal de carga/descarga	0,25C
Potencia aparente de cada convertidor (@40°C)	4390 kVA
Número de convertidores	6
Potencia activa máxima de la instalación	26 MW
Potencia aparente de los convertidores	26,34 MVA
Potencia activa en el POI	22,69 MW
Potencia de demanda en el POI	26 MW
Número de transformadores	3
Potencia aparente del transformador	8,78 MVA

### 3.2.2 Contenedores de baterías

El sistema de almacenamiento empleará contenedores de baterías a partir de celdas de ion-litio con cátodo de fosfato de hierro-litio (LFP).

Las celdas se conectan en serie y paralelo dependiendo de las características de tensión e intensidad que se quieran alcanzar para la aplicación en la que se implanten. Estas agrupaciones de celdas conforman lo que se denomina módulos.

De igual manera, las agrupaciones de diferentes unidades de módulos dan lugar a los racks, que se dispondrán en el interior de los contenedores. Cada rack está protegido por una unidad de protección de baterías (BPU). El cableado de corriente continua y baja tensión conectará los racks con el convertidor AC/DC-DC/AC.

Para obtener la capacidad de almacenamiento necesaria, cada contenedor albergará 6 racks de baterías. En este caso, se dispondrá de un convertidor AC/DC-DC/AC por cada 4 contenedores de baterías, el cual se encargará de evacuar la potencia hacia la power station.

Los contenedores serán capaces de resistir altas temperaturas y estarán diseñados de forma que se puedan instalar en intemperie, evitando la entrada a su interior de aire y agua. Dispondrán de puertas que permitirán el acceso, mantenimiento y sustitución de sus equipos internos. En

su base, dispondrá de una apertura de forma que puedan realizarse las conexiones eléctricas mediante cableado con los convertidores.

El sistema de almacenamiento estará formado por un total de 24 contenedores con una capacidad de 5.015 kWh cada uno, haciendo un total de 120,36 MWh y una autonomía de 4 horas (0,25C).

El contenedor de baterías será del fabricante HITHIUM, modelo ESS Container 5.015 MWh, o similar. Las características técnicas de estos contenedores son las que se muestran a continuación o similares dependiendo de la disponibilidad y la tecnología:

Tabla 5. *Características eléctricas y físicas de los contenedores de baterías*

	Cabinas
Energía almacenada (comienzo de vida)	5.015 kWh
Tensión mínima	1.123,2 V
Tensión máxima	1.497,6 V
C-Rate nominal de carga/descarga	0,25C
Ancho	2.438 mm
Largo	6.058 mm
Alto	2.896 mm
Peso	45.000 kg

### 3.2.2.1 *Convertidor AC/DC-DC/AC*

Los convertidores son los equipos encargados de transformar la corriente continua almacenada por las baterías en corriente alterna sincronizada con la de la red a la que se conecta el sistema, así como de proceder a la conversión a corriente continua de la corriente alterna proveniente de la red a la que se conecta el sistema para la carga de las baterías. Por lo tanto, los convertidores serán bidireccionales, permitiendo tanto alternar como rectificar la corriente.

El funcionamiento de los convertidores es totalmente automático. A partir de un valor de potencia de entrada suficiente, la electrónica de potencia implementada en el convertidor supervisa la tensión y la frecuencia de red y a partir de ahí comienza el proceso de



acondicionamiento de potencia. Para la carga de las baterías, el convertidor adaptará la tensión entrante a la tensión nominal de la batería, empleando los filtros necesarios para evitar el rizado y proporcionar una tensión constante.

Los convertidores trabajan de forma que permiten controlar la energía en ambos sentidos, es decir, serán capaces de cargar o descargar las baterías conforme a las consignas que el sistema de control le facilite.

El convertidor se desconectará en las siguientes circunstancias:

- Fallo de red eléctrica: en caso de interrupción en el suministro de la red eléctrica, el convertidor se encuentra en vacío y por tanto se desconectará, no funcionando en ningún caso en isla, y volviéndose a conectar cuando se haya restablecido la tensión en la red.
- Tensión fuera de rango: si la tensión está por encima o por debajo de la tensión de funcionamiento, este se desconectará automáticamente, esperando a tener condiciones más favorables de funcionamiento.
- Frecuencia fuera de rango: en el caso de que la frecuencia de red esté fuera del rango admisible, el convertidor se parará de forma inmediata, ya que esto quiere decir que la red está funcionando en modo de isla o que es inestable.
- Temperatura elevada: el convertidor dispone de un sistema de refrigeración por convección y ventilación no forzada. En el caso de que la temperatura interior del equipo aumente, el equipo está diseñado para dar menos potencia a fin de no sobrepasar la temperatura límite, si bien, llegado el caso, se desconectará automáticamente.

Estos convertidores no están provistos de transformadores de aislamiento galvánico en su interior, ya que el transformador estará dispuesto inmediatamente después del convertidor, garantizando de esta manera el aislamiento galvánico entre red y la instalación de almacenamiento.

En la instalación de almacenamiento, 4 contenedores de baterías se conectarán a un (1) convertidor por lo que, en total, se instalarán 6 convertidores del fabricante Power Electronics,

modelo PCSK FP4390K, o similar. Las características técnicas de estos convertidores son las que se muestran a continuación o similares dependiendo de la disponibilidad y la tecnología:

Tabla 6. Características eléctricas de los sistemas de conversión de potencia (PCS)

Características eléctricas	Valor	Unidad
Potencia aparente del convertidor	4390 @40°C	kVA
Potencia activa del convertidor	4333 @40°C	kW
Rango de tensión de baterías DC	976 – 1.500	V
Tensión máxima DC	1.500	V
Corriente nominal en DC	3767	A
Número de entradas	4	-
Rango de tensión AC	690±10%	V
Tensión nominal de salida (AC)	690	V
Euroeficiencia	98,65	%

### 3.2.3 Estación de potencia

La instalación de almacenamiento incluye:

- 3 estaciones de potencia del fabricante Power Electronics, modelo Twin Skid Compact o similar, compuestas cada una por: un (1) transformador de potencia de simple devanado (30/0,69 kV de 8,78 MVA) y celdas de media tensión. Cada skid contará también con dos convertidores AC/DC-DC/AC.

A continuación, se detallan sus principales equipos:

#### 3.2.3.1 Transformador BT/MT

El transformador que se sitúe en la estación de potencia será el encargado de adaptar la tensión de salida de los convertidores a la tensión nominal de la red de la instalación.

El transformador cumplirá con lo indicado en la Instrucción técnica complementaria ITC-RAT 07 “Transformadores y autotransformadores de potencia” del Reglamento sobre condiciones

técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, aprobado por el Real Decreto 337/2014, así como la norma UNE-EN 60076.

El transformador de potencia será de tres fases, de tipo exterior con regulación en carga (en el lado de alta tensión), aislado en baño de aceite y enfriamiento natural. El transformador será de baja pérdida eléctrica, especialmente diseñado para instalaciones de almacenamiento y diseñado para un funcionamiento continuo a una carga nominal sin exceder los límites de temperatura.

En el caso de transformadores con aislamiento en aceite existirá un cubeto de retención del aceite cuya capacidad será tal que pueda almacenar toda la cantidad de aceite utilizada dando, de esta manera, cumplimiento a lo recogido en la ITC-RAT 15 Instalaciones Eléctricas de Exterior que forma parte del Reglamento de Alta Tensión aprobado mediante el 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.

El transformador estará diseñado de forma que sea capaz de soportar sin daño, en cualquiera de las tomas, las solicitaciones mecánicas y térmicas producidas por un cortocircuito externo. Para la determinación de los esfuerzos mecánicos en condiciones de cortocircuito, el valor de cresta de la intensidad de cortocircuito inicial se calculará de acuerdo a lo indicado en la norma IEC 60076-5.

Las características principales de las estaciones de potencia presentes en la instalación de almacenamiento son las siguientes:

Tabla 7. *Características eléctricas transformador*

Características eléctricas	Valor	Unidad
Potencia del transformador	8.780	kVA
Tensión de servicio primario	30.000	V
Tensión de servicio secundario	690	V
Grupo de conexión	Dy11y11	-
Refrigeración	ONAN	-

De esta forma, se instalarán en total 3 transformadores con simple devanado secundario 30/0,69 kV 8,78 MVA que darán servicio a 6 convertidores.

### 3.2.3.2 Celdas de media tensión

En las mismas plataformas que alberga el transformador se instalarán las celdas de media tensión que incorporarán la aparamenta necesaria de maniobra y protección.

Las celdas de media tensión y sus interruptores emplearán gas SF6 como medio aislante y de ruptura u otros medios conforme a la normativa de aplicación, teniendo en cuenta la fecha de puesta en funcionamiento.

Se instalarán celdas compactas debido a que, entre otras ventajas, permiten una operación segura y sencilla, tienen pequeñas dimensiones y poco peso, aumentan la protección frente a condiciones ambientales y accidentes, y generalmente la manipulación e instalación es rápida y sencilla.

Las características constructivas y de diseño de las celdas responden a los siguientes valores:

Tabla 8. Características celdas de media tensión (Estación de potencia)

Características eléctricas	Valor	Unidad
Tensión nominal de servicio	30	kV
Tensión máxima de servicio	36	kV
Nivel de aislamiento a frecuencia industrial	70	kV
Nivel de aislamiento a onda de choque tipo rayo	170	kV (val. cresta)
Intensidad nominal embarrado	630	A
Intensidad nominal de corte	25	kA

El módulo de celdas de cada estación de potencia contará con la siguiente configuración:

- Una (1) celda de protección de transformador y dos (2) celdas de línea, compuestas por el siguiente aparellaje:
  - Celda de protección de transformador:
    - Un (1) juego de barras.

- Un (1) interruptor-seccionador tripolar de tres posiciones (abierto, cerrado y puesto a tierra).
  - Un (1) interruptor automático tripolar.
  - Tres (3) transformadores de intensidad.
  - Captador capacitivo de tensión.
  - Tres (3) terminales unipolares de conexión de cables.
- Celda de línea:
- Un (1) juego de barras.
  - Un (1) interruptor-seccionador tripolar de tres posiciones (abierto, cerrado y puesto a tierra).
  - Captador capacitivo de tensión.
  - Tres (3) terminales unipolares de conexión de cables

### 3.2.3.3 *Armónicos y compatibilidad electromagnética*

Los equipos instalados cumplirán con la normativa referente a armónicos y compatibilidad electromagnética cumpliendo con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 (art. 16).

### 3.2.4 *Cableado de baja tensión*

En la instalación de almacenamiento, el sistema de corriente continua de baja tensión incluirá el siguiente cableado principal:

- Cableado interno entre los racks de las cabinas de baterías y el convertidor AC/DC-DC/AC asociado.
- Cableado externo entre los convertidores AC/DC-DC/AC y el transformador BT-MT.

El diseño y dimensionado del sistema de corriente continua vendrá establecido por las conexiones internas del propio fabricante entre los racks de baterías y los convertidores. Respecto al cableado correspondiente entre los convertidores y los transformadores de BT-MT

cumplirá todo lo establecido en la normativa vigente y constará de cable unipolar de baja tensión para sistema trifásico.

Los cables unipolares que conectan los convertidores con los transformadores de BT-MT tendrán las siguientes características:

Tabla 9. Características cables de baja tensión (CA)

Conductor	Aluminio (clase 2)
Aislamiento	Polietileno reticulado (XLPE)
Cubierta exterior	Poliolefina termoplástica libre de halógenos
Tensión nominal de servicio (U <sub>0</sub> /U)	0,6/1 kV (AC)
Tensión máxima en régimen permanente	1,2/1,2 kV (AC <sub>max</sub> )
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente	90°C
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito	250°C

Los cables deberán ser apropiados para su instalación directamente enterrados, en canales registrables o bajo tubo de PVC o similar, así como resistentes a la absorción de agua, el frío, la radiación ultravioleta, agentes químicos, grasas o aceites, abrasión e impactos.

En este proyecto, los cables están dimensionados para garantizar una caída de tensión máxima del 1% entre los convertidores y el transformador BT-MT.

La conexión entre los convertidores asociados y el transformador se realizará mediante seis (6) circuitos compuestos por 3 cables unipolares cada uno de 185 mm<sup>2</sup> de sección, de tensión nominal 0,69 kV (AC), flexible, no propagador de llama y de baja emisión de humos.

Los circuitos se instalarán directamente enterrados en zanja, hasta su llegada a la entrada del transformador, en la estación de potencia. En el cruce con viales internos, en caso de realizarse, las zanjas dispondrán de protección mecánica reforzada.

### 3.2.5 Cableado de media tensión

La instalación de almacenamiento contará con un circuito de media tensión en 30 kV que conectarán las estaciones de potencia con la celda de llegada en la subestación SET ABEI 30/220kV de la instalación objeto del presente proyecto.

La configuración del circuito de media tensión es la siguiente:

- Circuito 1: conformado por 3 estaciones de potencia con un (1) transformador con simple devanado secundario cada una, evacuando en el sistema de 30 kV de la subestación SET ABEI 30/220kV.

La potencia del circuito de media tensión se determina teniendo en consideración la potencia activa de los convertidores AC/DC-DC/AC.

Tabla 10. *Circuito de media tensión*

Origen	Destino	Potencia (MW)
CT-01	CT-02	8,33
CT-02	CT-03	17,33
CT-03	SET ABEI 30/220kV	26

El diseño y dimensionado del sistema de corriente alterna de media tensión (30 kV) cumplirá todo lo establecido en la normativa vigente y constará de circuitos trifásicos conformados con cables unipolares para cada una de las fases.

Los cables unipolares empleados en la red interna de media tensión (30 kV) tendrán las siguientes características:

Tabla 11. *Características cables media tensión*

Conductor	Aluminio (clase 2)
Semiconductora interna	Pantalla semiconductora termoestable aplicada sobre el conductor en un proceso de triple extrusión.
Aislamiento	Etileno propileno de alto módulo (HEPR). Espesor reducido.

Semiconductora externa	Pantalla semiconductora termoestable aplicada sobre el aislamiento en un proceso de triple extrusión.
Pantalla metálica	Hilos de cobre en hélice con cinta de cobre. Sección total 16 mm <sup>2</sup> (18/30 kV)
Cubierta exterior	Poliolefina, DMZ2 Flamex
Tensión nominal de servicio (U <sub>0</sub> /U (U <sub>m</sub> ))	18/30 kV (30 kV)
Tensión a impulsos (U <sub>p</sub> )	125 kV <sub>(max)</sub>
Sección conductores	400 mm <sup>2</sup>
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente	105°C

Los cables deberán ser apropiados para su instalación directamente enterrados o directamente enterrados bajo tubo de PVC o similar, así como resistentes a la absorción de agua, el frío, la radiación ultravioleta, agentes químicos, grasas o aceites, abrasión e impactos.

En este proyecto, los cables de MT están dimensionados para una caída de tensión máxima del 0,5%.

Los cables empleados en el circuito de media tensión serán de tensión 18/30 kV del tipo unipolar, conductor de aluminio de sección 400 mm<sup>2</sup>, aislamiento HEPR y cubierta exterior de poliolefina termoplástica libre de halógenos.

El circuito de media tensión se instalará en zanja de dimensiones adecuadas directamente enterrado, salvo en el cruce con caminos o viales que lo hará en zanja de dimensiones adecuadas bajo tubo hormigonado.

La conexión del cable con las celdas de 30 kV en los extremos terminales se realizará mediante conectores tipo enchufables rectos, del tipo Pfisterer o similar tamaño 3 de 36 kV hasta 400 mm<sup>2</sup> de sección de conductor.

Las características técnicas de estos terminales son compatibles con los cables proyectados, así como con el sistema subterráneo global y condiciones de operación de la instalación.



Con respecto a los empalmes, en caso de ser necesarios, serán premoldeados. Los empalmes serán probados en fábrica previamente al montaje para cada instalación en particular. Proporcionarán al menos las mismas características eléctricas y mecánicas que los cables que unen, teniendo al menos la misma capacidad de transporte, mismo nivel de aislamiento, corriente de cortocircuito, protección contra entrada de agua, protección contra degradación, etc.

Cada juego de empalmes se suministrará con todos los accesorios y pequeño material necesarios para la confección y conexionado de pantallas. Las líneas se dispondrán en tramos de la mayor longitud posible, reduciendo el número de empalmes al mínimo necesario.

### 3.2.6 Sistema de puesta a tierra

La instalación de puesta a tierra de la instalación de almacenamiento se deberá realizar teniendo en cuenta la ITC-RAT 13: Instalaciones de puesta a tierra, y la ITC-BT 18: Instalaciones de puesta a tierra.

#### 3.2.6.1 Puesta a tierra de baja tensión

Su objeto, principalmente, es delimitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en el material utilizado.

Todas las masas de la instalación, tanto de la sección de continua como de la de alterna, estarán conectadas a una única tierra, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Se realizará una instalación de puesta a tierra constituida por un cable de cobre desnudo enterrado. El cable desnudo, se enterrará a una profundidad no inferior a 0,60 m desde el nivel N.T.E.

Todos los convertidores y estructuras se conectarán equipotencialmente quedando una tierra equipotencial.

Para la conexión de los dispositivos al circuito de puesta a tierra, se dispondrá de bornas o elementos de conexión que garanticen una unión perfecta, teniendo en cuenta los esfuerzos dinámicos y térmicos que se producen en caso de cortocircuito. Para garantizar un buen contacto eléctrico con el electrodo, las conexiones se efectuarán por medio de piezas de

empalme adecuadas: terminales bimetálicos, grapas de conexión atornilladas, elementos de compresión o soldadura aluminotérmica de alto punto de fusión.

#### 3.2.6.2 *Puesta a tierra de media tensión*

Se dotará a la instalación de una malla de tierra inferior enterrada a 0,60 m de profundidad bajo la cota del nivel N.T.E. y conformada por conductor de cobre desnudo, que se extenderá hacia el exterior del cerramiento perimetral y que permita reducir las tensiones de paso y de contacto a niveles admisibles, anulando el peligro de electrocución del personal que transite tanto por el interior como por el exterior de la instalación.

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

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

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

#### 3.2.7 *Protecciones*

Las protecciones eléctricas deben garantizar la operación segura, tanto para las personas como para los equipos que participan en todo el sistema de almacenamiento.

La instalación de almacenamiento 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.

A continuación, se describen las protecciones asociadas a cada equipo principal:

- Contenedores de baterías: disponen de un sistema de gestión, denominado BMS (Battery Management System) por sus siglas en inglés, que permite monitorear diferentes variables, registrando y comparando tensión e intensidad con los valores de referencia. En ocasiones el BMS emplea una arquitectura distribuida con BMS de cabina, BCU o BMS de rack y BMU o BMS de módulo. Las principales protecciones de estos equipos son:
  - Protección contra sobrecarga: el BCU o BMS de rack actúa sobre el contactor de desconexión del rack. Si llegase a producirse la sobrecarga, el sistema de gestión comunicaría con el SCADA del sistema para actuar sobre las consignas de corriente del convertidor, bien sea en carga o descarga, para revertir el problema.
  - Protección contra cortocircuito: se dispone de protecciones frente a cortocircuitos a nivel celda, rack y bus de corriente continua en el que, para evitar el aporte de corriente de cortocircuito de cada rack a este, se dispone de fusibles. Además, dispondrá de fusibles en la salida de la propia cabina al convertidor, protegiendo también de esta manera el lado de corriente continua del convertidor.
  - Protección de mínima tensión: para evitar que la tensión se sitúe bajo el umbral de seguridad determinado por el fabricante, el sistema de gestión vigila la tensión a nivel módulo, comunicando y actuando si se detecta una tensión inferior a la recomendada.
  - Protección de sobretensión: el sistema de gestión, ante tensiones cercanas al nivel límite marcado por el fabricante, comunicará con el convertidor para limitar la corriente de carga, realizará el balance de tensiones (equilibrando cada celda de las que conforma el módulo) o desconectará el rack.
  - Protección de aislamiento: monitoriza y mide el valor de la resistencia de aislamiento de cada polo a tierra.

- Convertidor AC/DC-DC/AC: dispondrán de elementos de protección tanto en el lado de corriente continua como en el de corriente alterna. A continuación, se enumeran los más importantes: protección de aislamiento DC, interruptor DC motorizado, protección frente a polarización inversa DC, protección frente a cortocircuitos y sobrecargas en la salida, frecuencia de red fuera de rango, anti-isla con desconexión automática, seccionador magnetotérmico AC motorizado y descargadores de sobretensiones atmosféricas DC y AC.
- Celdas de media tensión: las celdas de línea contarán con interruptor-seccionador con tres posiciones (cerrado-abierto-puesto a tierra) y las celdas de protección de transformador incorporarán interruptor-seccionador con tres posiciones (cerrado-abierto-puesto a tierra) e interruptor automático incluyendo las funciones de protección de sobreintensidad de fase y neutro instantánea (50, 50N) y sobreintensidad de fase y neutro temporizada (51, 51N).

### 3.2.8 Sistema de control y protección

El sistema de control y monitorización de la instalación de almacenamiento estará basado en productos abiertos del mercado e incluirá el SCADA y el sistema de control 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 instalación de almacenamiento, la detección de fallos y modificaciones del funcionamiento de los distintos componentes.

Las cabinas de baterías, a través del sistema de gestión (BMS) y mediante su arquitectura distribuida, realizan la adquisición y supervisión de diferentes magnitudes eléctricas y físicas, así como de otra serie de datos que, comunicando con el resto de la instalación, permiten la gestión de las órdenes de apertura y cierre de los contactores de conexión de los diferentes racks.

Los convertidores integrados en el sistema de baterías gestionarán los flujos de energía de carga/descarga de las baterías conforme a las consignas que reciba. La coordinación de todos los convertidores que se ubican en la instalación se realiza de forma autónoma por unidad de baterías y se lleva a cabo mediante un controlador PLC.

El sistema de Control y Monitorización permitirá supervisar en tiempo real el sistema de almacenamiento, permitiendo atender de forma inmediata cualquier incidencia que afecte o pueda afectar al funcionamiento del convertidor AC/DC–DC/AC, dando cumplimiento a las demandas del operador del sistema. Para ello se basa en los datos que obtiene de los distintos componentes, entre otros:

- Convertidores: envían al sistema de control las variables de entrada y salida del convertidor, las cuales permiten evaluar el funcionamiento del equipo. De igual forma, realizará estas funciones con las cabinas de baterías.
- Remotas de Adquisición de E/S de cada estación de potencia.
- Remotas de Adquisición de E/S en las inmediaciones de la subestación BARRUNDIA 220 a un nivel de tensión de 220 kV.
- Medidores de Facturación ubicados en las inmediaciones de la subestación BARRUNDIA 220.
- Sistema de seguridad.
- Sistema PCI.

El sistema de monitorización será fácilmente accesible por el usuario.

El SCADA debe permitir realizar control remoto sobre el mismo desde cualquier lugar con conexión con el sistema de almacenamiento. 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.

Toda la información a recoger por parte del SCADA se puede clasificar en cuatro tipos de señales:

- ED (entradas digitales): indicaciones, alarmas.
- EM (entradas de medida).
- EC (entradas contadoras).
- SD (salidas digitales): mandos / órdenes.

Con estos sistemas, se dará cumplimiento a lo indicado en la normativa, en la que se expone que las instalaciones de almacenamiento deberán remitir toda la información intercambiada con el operador del sistema en tiempo real. Además, el sistema de control deberá coordinar la instalación de almacenamiento de forma que no se supere la capacidad de acceso máxima que puede ser evacuada.

La comunicación entre los diferentes sistemas de control y monitorización se realizará mediante fibra óptica, cable ethernet o cableado compatible que permita comunicar mediante los protocolos convenientes.

### 3.2.9 Servicios auxiliares

Para la alimentación de los servicios auxiliares de la instalación de almacenamiento, se ha previsto la instalación de un (1) transformador de servicios auxiliares conectado a su correspondiente celda en las salas de media tensión dentro de la subestación SET ABEI 30/220kV.

Este transformador alimentará el cuadro de baja tensión que permitirá alimentar los sistemas de alumbrado, vigilancia y demás sistemas auxiliares de la planta.

Por otro lado, cada estación de potencia dispondrá de dos transformadores de servicios auxiliares, haciendo un total de 6 transformadores de servicios auxiliares, que distribuirán la potencia requerida a la estación de potencia y a cada contenedor de baterías conectado a la misma. Entre otros, permitirán la alimentación de los sistemas de fuerza de la estación de potencia y de los contenedores de baterías, los sistemas HVAC y la UPS.

Los cuadros de baja tensión de la estación de potencia contarán con un sistema de alimentación ininterrumpida (UPS), asegurando la alimentación continua a las cargas esenciales. Este sistema

contará con un rectificador, cargador de batería, inversor sistemas bypass, batería y conexión enchufable.

Para la alimentación de los sistemas de comunicaciones, se instalarán cuadros de corriente continua alimentados desde rectificadores.

Todos los dispositivos de protección (fusibles, interruptores magnetotérmicos y/o diferenciales) de la instalación utilizados, tanto de corriente alterna como de continua de baja tensión, permiten la conexión y desconexión en carga y serán de tipo omnipolar.

Las principales características del transformador de servicios auxiliares son:

Tabla 12. Características transformador SSAA MT/BT

Potencia nominal	100 kVA
Relación de transformación	30/0,400-0,230 kV
Conexión	Triángulo/estrella
Grupo de conexión	Dyn11

Tabla 13. Características transformador SSAA sistemas de conversión de potencia

Potencia nominal	120 kVA
Relación de transformación	0,69/0,400-0,230 kV
Conexión	Triángulo/estrella
Grupo de conexión	Dyn11

### 3.2.10 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 baterías stand alone conectadas a la red de baja tensión.

### 3.2.11 Seguridad y vigilancia

Se instalará un sistema de videovigilancia (CCTV) en tiempo real distribuido por la planta. El sistema de cámaras estará concebido de tal manera que en el mismo pueda habilitarse un

barrido de toda la extensión de la planta, con detector de movimiento configurable. Dicho sistema será autónomo y será gestionado por un servidor web integrado o sistema equivalente,

Todos los canales de CCTV irán grabados sobre disco duro, y el conexionado de los equipos grabadores será IP.

Las cámaras se instalarán en lugares altos quedando a una altura sobre el nivel del suelo que sea suficiente para evitar obstáculos. También permitirán el cambio automático de color a blanco y negro cuando las condiciones de luminosidad sean bajas. Las lentes de las cámaras garantizarán imágenes nítidas y bien delineadas, por lo que los sistemas de lentes serán diseñados, dimensionados y configurados para operar en zonas en las que se ubicarán las cámaras, teniendo en cuenta la luminosidad del lugar, los requerimientos de zoom y las distancias mínima y máxima entre los objetos que se desean registrar y la cámara.

Durante la construcción se estiman necesarias medidas adicionales de seguridad, a pesar de realizar un cercado de seguridad perimetral, mediante vigilancia permanente.

### 3.2.12 Obra Civil

La obra civil para la construcción de la instalación de almacenamiento consistirá en:

#### 3.2.12.1 *Explanación y acondicionamiento del terreno*

Se proyectará la ejecución de la explanación y acondicionamiento del terreno a un único nivel a la cota de proyecto, llevándose a cabo el desbroce y retirada de la capa vegetal de dicha zona, que se acopiará en obra para su extendido final en las zonas libres exteriores a la explanada, procediéndose, posteriormente, a la realización de los trabajos de excavación y relleno compactado en las correspondientes zonas hasta la cota de explanación.

La transición de la explanada con el terreno natural se resolverá mediante taludes.

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

La cota de terminado de grava de la explanada quedará 10 cm por encima de la cota de explanación.



#### 3.2.12.2 Cerramiento perimetral

El cerramiento que delimitará el terreno destinado a alojar la instalación de almacenamiento estará formado por una malla metálica, fijado todo sobre postes metálicos de 48,3 mm de diámetro, colocados cada 2,50 m. La sujeción de los postes al suelo se realizará mediante dados de hormigón, rematándose el espacio entre dados con un bordillo prefabricado.

Además de lo señalado anteriormente, en todas las orientaciones del cerramiento se instalarán señales de advertencia de peligro por alta tensión, con objeto de advertir sobre el peligro de acceso al recinto a las personas ajenas al servicio.

Se dotará de un acceso formado por dos puertas metálicas, una peatonal de una hoja y 1 m de anchura y otra para el acceso de vehículos de dos hojas y 6 m de anchura.

#### 3.2.12.3 Accesos y viales interiores

Para el acceso a la instalación de almacenamiento se utilizarán los caminos existentes provenientes de la carretera A-3012.

Tabla 14. Coordenadas UTM 30 ETRS89 del acceso a la instalación BESS STAND ALONE BARRUNDIA

Nº	X	Y
Acceso	545821,9973	4750856,0993

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

#### 3.2.12.4 Cimentaciones

Se realizarán las cimentaciones necesarias para la instalación de almacenamiento, nivelación, fijación y anclaje de los equipos de la instalación de almacenamiento.

Para las cabinas de baterías se emplearán dados de hormigón situados en su perímetro que permitirán el asiento sobre el terreno elevándolo lo necesario para realizar la correcta conexión del cableado.

Para la estación de potencia, centro de control y centro de protección y medida, se realizarán losas de hormigón que dispondrán de las entradas y salidas de cableado necesarias para el correcto funcionamiento de los equipos. Las losas contarán con firme sin obstáculos alrededor de los equipos principales para el tránsito de las personas.

Además de las anteriores, se realizarán las cimentaciones necesarias para los elementos auxiliares tales como soportes iluminación, carteles de obra, etc...

#### *3.2.12.5 Canalizaciones eléctricas*

Se construirán todas las canalizaciones necesarias para el tendido de los cables de potencia, control, alumbrado, fuerza y telecomunicaciones. Según el caso, se instalarán directamente enterrados en zanja o directamente enterrados en zanja bajo tubo. Se buscará que las canalizaciones queden, en todo momento, accesibles.

El sistema de canalización diseñado para cada tipo de circuito de la instalación de almacenamiento es el siguiente:

- Circuitos de baja tensión corriente alterna: discurrirán en zanjas de dimensiones adecuadas directamente enterrados, salvo en el cruce con caminos o viales que lo hará en zanja de dimensiones adecuadas bajo tubo hormigonado.
- Circuitos de baja tensión de corriente alterna para servicios auxiliares: discurrirán en las mismas zanjas directamente enterrados que los circuitos de baja tensión.
- Circuito de media tensión 30 kV: discurrirá en zanja de dimensiones adecuadas directamente enterrado, salvo en el cruce con caminos o viales que lo hará en zanja de dimensiones adecuadas bajo tubo hormigonado.
- Circuitos de control y comunicaciones: se dispondrán, en la medida de lo posible, directamente enterrados en zanja, conjuntamente con los circuitos de baja y media tensión. En caso de emplearse zanjas únicamente para ellos, se dispondrán bajo tubo.

Para los circuitos de baja tensión directamente enterrados, la profundidad, hasta la parte superior del cable más próximo a la superficie, no será menor de 0,7 m en tierra.

Para los circuitos de media tensión directamente enterrados, la profundidad, hasta la parte superior del cable más próximo a la superficie, no será menor de 0,6 m en acera o tierra, ni de 0,8 m en calzada.

Sobre el fondo de zanja, se colocará una capa de arena o material de características equivalentes de espesor mínimo 5 cm y exenta de cuerpos extraños sobre la que se dispondrán los circuitos de media tensión. Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con estribas u otros medios para asegurar su estabilidad, 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 líneas correspondientes a comunicaciones se tenderán en la anterior capa de arena definida.

Para proteger los cables frente a excavaciones hechas por terceros, los cables deberán tener una protección mecánica que en las condiciones de instalación soporte un impacto puntual de una energía de 20 J y que cubra la proyección en planta de los cables.

Finalmente, se rellena la zanja con la misma tierra procedente de las excavaciones para compactar por tongadas, con un espesor de 15 cm, donde se instalará la cinta de señalización sobre todo el recorrido de la zanja, la cual indicará la presencia de cables eléctricos, manteniendo una distancia mínima a los cables de 25 cm. Se admitirá también la colocación de placas con doble misión de protección mecánica y de señalización.

En el caso de que la zanja de media tensión discurra bajo vial, contará con las siguientes características: el relleno inferior será de arena de río. Sobre dicho relleno se colocarán los circuitos de media tensión contenidos en tubos, los cuales se embeberán en hormigón. La capa de hormigón también alojará un tubo para los circuitos de comunicaciones. Finalmente, se rellenará la zanja con una capa de la misma tierra procedente de las excavaciones para compactar por tongadas, donde se instalará la cinta de señalización sobre todo el recorrido de la zanja, la cual indicará la presencia de cables eléctricos. Sobre esta última capa irá dispuesto el firme del vial.

#### *3.2.12.6 Sistemas de drenaje aceite transformadores*

No se considera la construcción de foso de recogida de aceite para los transformadores de los convertidores de la estación de potencia, puesto que estas incorporan un cubeto metálico con una válvula de drenaje que conecta al filtro de aceite (separador de agua).

Para este caso se considera una arqueta bajo el filtro separador de aceite, para el drenaje del agua que expulse el filtro. El agua se drenará al terreno a través de una cama de piedras.

#### *3.2.12.7 Drenaje de aguas pluviales*

Se dotará a la instalación de una red de drenaje superficial que sea capaz de captar y conducir al exterior del recinto las aguas procedentes de las lluvias o del subsuelo para proteger contra la humedad a los edificios, viales, cimentaciones, obras de contención de tierras, etc.

El drenaje de las aguas pluviales se realizará mediante una red de recogida formada por tuberías drenantes y arquetas que canalizarán las mismas a través de un colector hasta el exterior de la instalación de almacenamiento, vertiendo en las cunetas próximas.

#### *3.2.12.8 Terminado de la instalación*

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

## 4 BLOQUE II: INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

Para la evacuación de la energía del sistema de almacenamiento BESS STAND ALONE BARRUNDIA, se proyectan los siguientes elementos:

- Subestación SET ABEI 30/220kV
- Línea subterránea de 220 kV que conectará la subestación SET ABEI 30/220kV con la subestación BARRUNDIA 220.

### 4.1 SUBESTACIÓN SET ABEI 30/220 kV

#### 4.1.1 Descripción general de la instalación

El recinto de la subestación SET ABEI 30/220 kV, encargada de elevar la tensión al nivel necesario para permitir la conexión a la red de transporte, contendrá un parque de intemperie de tipo convencional, donde se instalará una posición de línea-trafo 30/220kV de 28/30 MVA ONAN/ONAF. A su vez, se construirá un edificio que albergará las celdas de 30 kV receptoras de los circuitos de media tensión provenientes de la planta de almacenamiento BESS STAND ALONE BARRUNDIA, así como las celdas de protección general de trafo y celdas de servicios auxiliares necesarias. Dicho edificio dispondrá también del sistema integrado de control y protecciones, comunicaciones y todas aquellas instalaciones auxiliares necesarias para la explotación de las instalaciones. Además de los equipos de medida para facturación.

Como se ha expuesto anteriormente, la subestación SET ABEI 30/220kV contará con un sistema de 30 kV compuesto por un módulo de celdas de montaje interior. El módulo de celdas contará con 4 celdas, una (1) celda de protección de transformador, 2 celdas de protección de línea, donde se conectarán los circuitos provenientes de la instalación de almacenamiento BESS STAND ALONE BARRUNDIA y una (1) celda de alimentación a transformador de servicios auxiliares.

Todas las posiciones de 30 kV estarán debidamente equipadas con los elementos de maniobra, medida y protección necesarios para su operación segura.

Para la alimentación de los servicios auxiliares la subestación dispondrá de un transformador que alimentará en baja tensión al cuadro de SSAA.

La subestación estará formada por un edificio de una sola planta, construido en base a paneles prefabricados de hormigón o de obra con un diseño que quede integrado con las edificaciones de la zona y el parque intemperie que albergará toda la aparamenta de 220kV.

El edificio dispondrá de sistema de agua y saneamiento. Se suministrará agua a través de un depósito y se dispondrá de fosa séptica estanca.

#### 4.1.2 Emplazamiento

El recinto de la subestación SET ABEI 30/220kV estará situado en el interior del vallado de la instalación de almacenamiento BESS STAND ALONE BARRUNDIA, objeto del presente proyecto, y ocupará una superficie aproximada de 1800 m<sup>2</sup>. Estará situada en el término municipal de San Millán, provincia de Álava, comunidad autónoma de País Vasco. Como referencia, la coordenada aproximada (coordenadas UTM sistema de referencia ETRS89 H30) de la subestación SET ABEI 30/220kV es la siguiente:

Tabla 15. Coordenadas de la SET ABEI 30/220kV

X (m)	Y (m)
545841,2121	4750902,3580

La parcela en la que se ubica la subestación SET ABEI 30/220kV es:

Tabla 16. Parcela subestación SET ABEI 30/220kV

Polígono	Parcela	Referencia catastral	Término municipal
04	0382	530403820000000000HO	SAN MILLÁN

El acceso a la subestación SET ABEI 30/220kV se realizará desde el mismo vial propuesto para la instalación de almacenamiento BESS STAND ALONE BARRUNDIA.

#### 4.1.3 Descripción esquema unifilar

El esquema unifilar simplificado adoptado para los niveles de tensión de 220 kV y 30 kV de la subestación se recoge en el plano “MP17.1\_BESS BAR\_Esq. Unif. Simplif.” adjunto en el anexo Planos del presente proyecto. En este esquema unifilar se han representado todos los circuitos principales que forman la subestación.

Para el sistema de 30 kV se ha optado por un esquema de simple barra, tipo interior, en celdas blindadas de aislamiento en SF6 compuesto por:

- Dos (2) posiciones de línea de llegada de la planta de almacenamiento.
- Una (1) posición de protección de transformador
- Una (1) posición de servicios auxiliares y medida.

Para el sistema de 220 kV se ha optado por un esquema línea-trafo, tipo AIS, en intemperie compuesto por:

- Una (1) posición línea-trafo de salida.

Cada una de las posiciones estará debidamente equipada con los elementos de maniobra, medida y protección necesarios para su operación segura.

En la sala de control y celdas se ubicarán los cuadros y equipos de control, armarios de protecciones, cuadros de distribución de servicios auxiliares, equipos rectificador-batería, equipos de medida y celdas de 30 kV.

#### 4.1.3.1 *Aparellaje de 30 kV*

El aparellaje con el que se equipa el edificio de media tensión en la subestación es:

- Dos (2) celdas de línea, compuestas por:
  - Un (1) interruptor automático tripolar de corte en SF6.
  - Un (1) seccionador tripolar de tres posiciones con puesta a tierra.
  - Tres (3) transformadores de intensidad.
  - Un (1) juego de barras.
  - Tres (3) terminales unipolares.
- Una (1) posición de protección de transformador, compuestas por:
  - Un (1) interruptor automático tripolar de corte en SF6.
  - Un (1) seccionador tripolar de tres posiciones con puesta a tierra.
  - Tres (3) transformadores de intensidad.
  - Un (1) juego de barras

- Tres (3) terminales unipolares.
- Una (1) celda de servicios auxiliares + medida, compuesta por:
  - Un (1) interruptor automático tripolar de corte en SF6.
  - Un (1) seccionador tripolar de tres posiciones con puesta a tierra.
  - Tres (3) terminales unipolares.

#### 4.1.3.2 *Aparellaje de 30 kV intemperie*

El aparellaje con el que se equipa la posición línea-trafo en intemperie es:

- Tres (3) pararrayos tipo autoválvula.
- Una (1) reactancia de puesta a tierra
- Un (1) seccionador tripolar

#### 4.1.3.3 *Aparellaje 220 kV*

El aparellaje con que se equipan la posición de línea-trafo es el siguiente:

- Tres (3) transformadores de intensidad.
- Tres (3) transformadores de tensión inductivos para medida y protección.
- Un (1) interruptor automático tripolar de corte en intemperie.
- Un (1) seccionador tripolar con puesta a tierra.
- Seis (6) pararrayos tipo autoválvula.

#### 4.1.3.4 *Transformador de potencia*

Se instalará un transformador de potencia trifásico con una relación de transformación 30/220kV y de una potencia de 28/30 MVA (ONAN/ONAF), con regulación en carga, instalación intemperie, con aislamiento y enfriamiento en aceite.

#### 4.1.3.5 *Instalaciones auxiliares*

Para la alimentación de los servicios auxiliares, en el edificio de la subestación se dispondrá de un (1) transformador de servicios auxiliares 30/0,400-0,230 kV 100 kVA que alimentará en baja tensión al cuadro de SSAA.

Dentro de las instalaciones auxiliares se suministrará y montará:

- Sistema de alumbrado y fuerza.



- Sistema anti-intrusismo.
- Sistema de detección de incendio.
- Sistema de climatización y ventilación en las salas del edificio.

#### 4.1.3.6 Otras instalaciones

Los aparatos de medida, control y protecciones son de instalación interior, y para su control y fácil maniobrabilidad, se han centralizado en cuadros destinados a tal fin en el edificio.

#### 4.1.4 Aislamiento

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

Los niveles de aislamiento que se han adoptado vienen especificados en el “Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión”, ITC-RAT 12, y son los siguientes:

- En 30 kV, el nivel de aislamiento adoptado corresponderá a la tensión más elevada para el material de 36 kV, soportando un valor de cresta de 170 kV ante impulsos tipo rayo y 70 kV eficaces frente al ensayo a frecuencia industrial.

#### 4.1.5 Celdas de 30 kV

Las características constructivas de las celdas son: tipo encapsulado metálico, aislamiento en SF6 u otros medios conforme a la normativa de aplicación, teniendo en cuenta la fecha de puesta en funcionamiento, para instalación en interior. Las celdas están fabricadas de acuerdo con la norma IEC 62271-200 y cumplen con la denominación de “aparamenta blindada”.

El embarrado principal, aislado en silicona, apantallado y conectado a tierra, está ubicado fuera del compartimento de SF6, mientras que el interruptor automático emplea gas SF6 como medio de aislamiento, confiriendo a estas celdas las siguientes ventajas:

- Dimensiones reducidas.
- Insensibilidad a la contaminación atmosférica, polvo, insectos, etc., de todas las partes en tensión.

- Alta fiabilidad derivada de la insensibilidad de los agentes externos.
- Alta disponibilidad derivada de la reducida necesidad de mantenimiento.

Las celdas están dotadas de interruptores automáticos y las diferentes funciones de cada circuito están compartimentadas para minimizar la extensión ante cualquier incidente interno, aparte de permitir realizar de forma segura trabajos de mantenimiento sin perturbar el servicio. Cada celda consta de los siguientes compartimentos:

- Embarrado general.
- Cuba de SF6.
- Compartimento de cables de potencia.
- Compartimento de baja tensión

La intensidad nominal de los embarrados principales es de 630 A.

#### Embarrado general:

Está aislado en silicona, apantallado y conectado a tierra, está ubicado en la parte trasera superior de la celda, fuera del compartimento de SF6 y en su interior se pueden encontrar los siguientes elementos:

- Embarrado principal y conexiones.
- Transformadores de tensión (opcional) enchufables en las barras generales.
- Transformadores toroidales de intensidad (opcionales) en las barras generales.

#### Cuba de SF6:

Este compartimento utiliza gas SF6 como agente aislante y contiene el interruptor automático y el seccionador de tres posiciones. Está situado en la parte central de la celda y a él se conectan los cables de potencia y el embarrado general a través de pasatapas.

#### Compartimento de baja tensión:

Este compartimento se encuentra separado de la zona de Media Tensión, está ubicado en la parte superior de la celda y contiene relés y el resto de los elementos de protección y control auxiliares de Baja Tensión.

Compartimento de cables de potencia:

Está situado en la parte inferior de la celda, con acceso por la parte frontal y contiene:

- Conectores de cables de potencia.
- Transformadores de tensión con desconectador (opcional).
- Transformadores de intensidad (opcionales).

La chapa frontal de las celdas presenta diferentes mandos e indicadores, así como un esquema sinóptico.

Las características constructivas y de diseño de las celdas responden a los siguientes valores nominales:

Tabla 17. Características celdas 30 kV

Tensión de operación	30 kV
Tensión máxima de aislamiento	36 kV
Tensión soportada a frecuencia industrial	70 kV
Tensión soportada con onda de choque tipo rayo	170 kV

#### 4.1.5.1 Aparellaje

Cada una de las celdas estará compuesta por el aparellaje expuesto en los apartados anteriores:

##### 4.1.5.1.1 Interruptor

Tabla 18. Características interruptor 30 kV

Tensión asignada	36 kV
Tensión soportada a frecuencia industrial	70 kV

Tensión soportada con onda de choque tipo rayo	170 kV
Gas de aislamiento	SF6
Intensidades nominales: Celda de protección de la instalación	630 A
Poder de corte simétrico	25 kA

#### 4.1.5.1.2 Transformadores de intensidad

Transformadores de intensidad de las celdas de conexión de los circuitos provenientes de la instalación de almacenamiento:

Tabla 19. Características transformadores de intensidad celda de conexión de estación de potencia

Intensidades primarias nominales	600 A
Intensidades secundarias nominales	5-5 A
Potencias y clases de precisión Protección Medida	12,5 VA 5P20 10 VA CI 0,5

Transformadores de intensidad de la celda de salida de línea:

Tabla 20. Características transformadores de intensidad celda de salida de línea

Intensidades primarias nominales	1200 A
Intensidades secundarias nominales	5-5-5 A
Potencias y clases de precisión Protección Medida Medida/Facturación	12,5 VA 5P20 10 VA CI 0,5 10 VA CI 0,2S

#### 4.1.5.1.3 Transformadores de tensión

Tabla 21. Características transformadores de tensión

Tensión máxima de servicio	33 kV
Relación (kV)	110/√3 / 0,110/√3 – 0,110/√3 – 0,110/√3
Potencias y clases de precisión Facturación Medida Protección	10 VA CI 0,2 10 VA CI 0,2-3P 25 VA CI 3P

#### 4.1.5.1.4 Seccionadores de puesta a tierra

Los seccionadores son de 3 posiciones (Abierto-Cerrado-PAT) con mando manual:

Tabla 22. Características seccionadores 30 kV

Tensión asignada	36 kV
Tensión soportada a frecuencia industrial (entre fases y tierra)	70 kV
Tensión soportada a frecuencia industrial (a través de la distancia de seccionamiento)	60 kV
Tensión soportada con onda de choque tipo rayo (entre fases y tierra)	170 kV
Intensidades nominales	630 A

#### 4.1.6 Aparellaje de 220 kV

##### 4.1.6.1 Interruptor

Se utilizará un (1) interruptor automático, tripolar de instalación en intemperie. Las características esenciales del interruptor son:

Tabla 23. Características técnicas del interruptor de 220 kV

Tensión nominal	220 kV
Intensidad nominal de servicio	2000 A
Poder de corte nominal bajo CTO	40 kA

Frecuencia	50 Hz
------------	-------

#### 4.1.6.2 Seccionador

Para poder efectuar los necesarios seccionamientos para realizar maniobras seguras, se ha previsto el montaje de un seccionador trifásico de salida de línea con puesta a tierra incorporada. Las características esenciales del seccionador son:

Tabla 24. Características técnicas del seccionador de 220 kV

Tensión nominal	220 kV
Intensidad nominal de servicio	2000 A
Intensidad admisible de corta duración	40 kA
Frecuencia	50 Hz

#### 4.1.6.3 Autoválvula

Para proteger la instalación contra las sobretensiones de origen atmosférico, o las que por cualquier otra causa pudieran producirse, se ha proyectado el montaje de un juego de tres pararrayos tipo autoválvula en 220 kV y otro juego de tres pararrayos tipo autoválvula en 30 kV, lo más próximo posible al transformador de potencia.

Además, se incorporará un juego de tres pararrayos tipo autoválvula de 220 kV en la salida de la línea eléctrica subterránea.

Las autoválvulas a utilizar serán de óxido de zinc con recubrimiento exterior polimérico.

#### 4.1.6.4 Transformadores de intensidad

Para alimentar los diversos aparatos de medida y protección del circuito de 220 kV se ha previsto la instalación de los siguientes transformadores de intensidad. Se instalará un juego de tres (3) transformadores de intensidad montados junto al interruptor de 220 kV.

Las características principales de estos transformadores son las siguientes:

Tabla 25. Características técnicas del transformador de intensidad

Tensión nominal	220 kV
Relación de transformación	200/5-5-5-5 A

Potencias y clases de precisión	10 VA Cl. 0,2s 10 VA Cl. 0,2s 50 VA Cl. 5P20 50 VA Cl. 5P20
Frecuencia	50 Hz

#### 4.1.6.5 Transformadores de tensión

Para alimentar los diversos aparatos de medida y protección de circuitos de 220 kV se ha previsto la instalación de los siguientes transformadores de tensión. Se instalarán tres (3) transformadores de tensión inductivos a la salida de línea, cuyas características eléctricas más esenciales son:

Tabla 26. Características técnicas del transformador de tensión

Tensión más elevada del material	245 kV
Tensión nominal	220 kV
Relación de transformación	$220/\sqrt{3} / 0,110/\sqrt{3} - 0,110/\sqrt{3} - 0,110/\sqrt{3}$
Potencias y clases de precisión	20 VA Cl. 0,2s 50 VA Cl. 0,5-3P 50 VA Cl. 0,5-3P
Frecuencia	50 Hz

#### 4.1.7 Servicios auxiliares

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

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

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

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

#### *4.1.7.1 Servicios auxiliares de corriente alterna (C.A.)*

Para disponer de estos servicios se ha previsto la instalación de un transformador de 100 kVA, que se montará en el interior del edificio. Este transformador se conectará a su correspondiente celda de 30 kV de alimentación a servicios auxiliares y, a su vez, alimentará en baja tensión el cuadro de servicios auxiliares.

#### *4.1.7.2 Servicios auxiliares de corriente continua (C.C.)*

Para la tensión de corriente continua se ha proyectado la instalación de un equipo compacto rectificador-batería de 125 V.c.c., que alimentará los circuitos de control y fuerza.

Además de los equipos mencionados anteriormente se instalará una fuente de alimentación conmutada para los equipos de comunicaciones, que se alimentará a 125 V.c.c. y tendrá una tensión de salida de 48 V.c.c.

#### *4.1.7.3 Protecciones CC y CA*

Todos los dispositivos de protección (fusibles, interruptores magnetotérmicos y/o diferenciales) de la instalación, tanto de corriente alterna como de continua de baja tensión, utilizados permiten la conexión y desconexión en carga y serán de tipo omnipolar.

#### *4.1.8 Cuadros de control y armarios de protecciones*

El mando y control del centro de protección y medida, así como los equipos de protección y automatismo, se instalarán en armarios constituidos por paneles de chapa de acero y un chasis formado con perfiles y angulares metálicos del mismo material.

##### *4.1.8.1 Unidades de control*

El mando y control del centro de protección y medida será de tipo digital y estará constituido por:

- Una (1) unidad de Control (UCS), dispuesta en un armario de chapa de acero en el que se ubicarán, además de la unidad de control propiamente dicha, una pantalla y un teclado en el frente, un reloj de sincronización GPS, una unidad de control para la adquisición de las señales de los servicios auxiliares y una bandeja para la instalación de los módems de comunicación con el Telemando.



- Una Unidad de Control de Posición (UCP), integrada en cada celda.

Desde cada UCP se podrá controlar y actuar localmente sobre la posición asociada, y desde la UCS se podrá controlar cualquiera de las posiciones, así como disponer de información relativa a medidas, alarmas y estado del sistema en general.

#### 4.1.8.2 Protecciones

En las celdas de 30 kV que incorporen protección con interruptor automático se instalarán, al menos, protecciones contra sobreintensidades (50/51, 50N/51N, 67N), protección de mínima tensión (27), protección de tensión máxima (59), protección de máxima tensión homopolar (59N), protección de contacto a tierra (64), protección de mínima y máxima frecuencia (81m-M) y protección de sincronismo (25).

#### 4.1.9 Sistemas complementarios en el edificio

Se instalarán en el edificio las siguientes instalaciones complementarias:

- Sistema de alumbrado. El alumbrado interior en el edificio se realizará con pantallas LED que proporcionarán la iluminación exigida a cualquier necesidad. Se instalará un sistema de alumbrado de emergencia, compuesto por lámparas y alimentado en corriente continua con posibilidad de doble ciclo (uno automático y otro manual).
- Sistema de fuerza. Se instalarán las tomas de fuerza necesarias y adecuadas para los usos a realizar en cada una de las salas del edificio.
- Sistema de detección de humos en el edificio. La activación de este sistema emitirá una alarma que se transmitirá por telemando.
- Sistema de extinción de incendios con medios manuales.
- Sistema anti-intrusos en el edificio mediante contactos de puerta y alarma, que también se transmitirá por telemando.
- Sistema de ventilación con rejillas de extracción.

#### 4.1.10 Instalación de puesta a tierra

La instalación de puesta a tierra del centro de protección y medida se integrará con la puesta a tierra de la instalación de almacenamiento de forma que se verifiquen las tensiones de paso y contacto.

#### 4.1.11 Obra civil

Se instalará un edificio formado por elementos modulares prefabricados de hormigón armado con aislamiento térmico, realizándose “in situ” la cimentación (si fuese necesaria) y solera para el asiento y fijación de dichos elementos prefabricados y de los equipos interiores del edificio, así como la organización de las canalizaciones necesarias para el tendido de los cables de potencia y control. La evacuación del agua se realizará directamente hacia el exterior con canalones bajantes exteriores.

Si fuese necesario, se construirá una solera de hormigón capaz de soportar los esfuerzos verticales previstos con las siguientes características:

- Estará construida en hormigón armado.
- Tendrá unas dimensiones tales que abarquen la totalidad de la superficie del edificio sobresaliendo 25 cm por cada lado.
- Incorporará la instalación de tubos de paso para las puestas a tierra.
- Sobre la solera, y para que el edificio se asiente correctamente, se dispondrá una capa de arena de 10 cm de grosor.
- La superficie del edificio será de 56,25 m<sup>2</sup> en una sola planta.

Los paneles de fachada se revestirán con capa de mortero (enfoscado) con lo que se busca respetar las tipologías y colores de las edificaciones de la zona.

## 4.2 LÍNEA SOTERRADA 220 kV

La nueva línea subterránea de 220 kV conectará la subestación SET ABEI 30/220kV con la subestación BARRUNDIA 220.

Dicha línea subterránea de 220 kV tendrá una longitud aproximada de 2305 m, discurriendo bajo tubo en zanja hormigonada. Esta línea inicia en el término municipal de San Millán y culmina su trazado en el término municipal de Barrundia, provincia de Álava.

Las coordenadas (UTM sistema de referencia ETRS89 H30) del recorrido de la línea son las siguientes:

Tabla 27. Puntos de inicio y fin de la línea de evacuación

Inicio	X	Y	Comunidad Autónoma	Municipio	Referencia catastral
SET ABEI 30/220 kV	545828,4889	4750872,3580	País Vasco	San Millán	530403820000000000HO

Fin	X	Y	Comunidad Autónoma	Municipio	Referencia catastral
SE BARRUNDIA 220	544899,2993	4749419,3320	País Vasco	Barrundia	130305500A00000000HN

#### 4.2.1 Características de la línea

Las características eléctricas principales de la línea de evacuación son:

Tabla 28. Características eléctricas línea de evacuación

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA	
Tipo de línea	SOTERRADA
EMPLAZAMIENTO	
Origen	SET ABEI 30/220 kV
Final	SE BARRUNDIA 220
Longitud (km)	2,305
Provincia	Álava
CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	
Frecuencia (Hz)	50
Tensión nominal Un (kV)	220
Tensión más elevada de la red Us (kV)	245
Categoría de la línea	Especial
Icc de la red (kA)	50
Tiempo de accionamiento de la protección del cable	0,5
Número de circuitos	1
Numero de conductores por fase	1

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA	
Disposición de los cables	SC TRIANGULO
Tipo de instalación	Bajo tubo hormigonado
Resistividad del terreno (K·m/W)	1,5
Resistividad del homrigón (K·m/W)	1
Temperatura del terreno (°C)	25
Factor de potencia	0,9
Tipo de conexión de las pantallas	Cross bonding
MATERIALES	
Conductor de fase (nº x tipo)	Cable 127/220 kV Single Core XLPE AL – 500 mm <sup>2</sup>
Material del tubo	Polietileno de alta densidad (PEAD)
CAPACIDAD MÁXIMA DE EVACUACIÓN DE LA LÍNEA	
Potencia máxima de transporte por circuito (MW)	206,63
Potencia máxima de transporte por circuito en invierno (MW)	247,96
Potencia máxima de transporte por circuito en verano (MW)	227,30
Intensidad máxima de transporte por subconductor de fase (A)	542,28

#### 4.2.2 Características del cable subterráneo

El diseño y dimensionado del sistema de corriente alterna de alta tensión (220 kV) cumplirá todo lo establecido en la normativa vigente y constará de circuitos trifásicos conformados con cables unipolares para cada una de las fases.

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

- UNE 211004:2003 (IEC 62067:2006): Cables de potencia con aislamiento extruido y sus accesorios, de tensión asignada superior a 150 kV (Um=170kV) hasta 500 kV (Um=550 kV). Requisitos y métodos de ensayo.
- UNE 21308-1:1994: Ensayos en alta tensión. Parte 1: Definiciones y prescripciones generales relativas a los ensayos.
- UNE-EN 60071-1:2006 (IEC 60071-1:2006): Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas.

- UNE-EN 60228:2005 (IEC 60228:2004): Conductores de cables aislados.
- UNE-EN 60230:2002: Ensayos de impulsos en cables y sus accesorios.
- UNE-EN 60332-1-2:2005 (IEC 60332-1-2:2004): Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 1-2: Ensayo de resistencia a la propagación vertical de la llama para un conductor individual aislado o cable. Procedimiento para llama premezclada de 1 kW.
- UNE-EN 60811-1-1:1996 (IEC 60811-1-1:2001): Métodos de ensayo comunes para materiales de aislamiento y cubierta de cables eléctricos y de cables de fibra óptica. Parte 1: Métodos de aplicación general. Sección 1: Medida de espesores y diámetros exteriores. Determinación de las propiedades mecánicas.
- UNE-EN 60811-1-2:1996 (IEC 60811-1-2:1985): Métodos de ensayo comunes para materiales de aislamiento y cubierta de cables eléctricos y de cables de fibra óptica. Parte 1: Métodos de aplicación general. Sección 2: Métodos de envejecimiento térmico.
- UNE-EN 60811-1-3:1996 (IEC 60811-1-3:2001): Materiales de aislamiento y cubierta de cables eléctricos y cables de fibra óptica. Métodos de ensayo comunes. Parte 1: Métodos de aplicación general. Sección 3: Métodos para determinar la densidad. Ensayos de absorción de agua. Ensayo de contracción.
- UNE-EN 60811-2-1:1999 (IEC 60811-2-1:2001): Materiales de aislamiento y cubierta de cables eléctricos y cables de fibra óptica. Métodos de ensayo comunes. Parte 2-1: Métodos específicos para materiales elastoméricos. Ensayo de resistencia al ozono. Ensayo de alargamiento en caliente. Ensayo de resistencia al aceite mineral.
- UNE-EN 60811-3-1:1996 (IEC 60811-3-1:1985): Materiales de aislamiento y cubierta de cables eléctricos y cables de fibra óptica. Métodos de ensayo comunes. Parte 3: Métodos específicos para mezclas de PVC. Sección 1: Ensayo de presión a temperatura elevada. Ensayo de resistencia a la fisuración.
- UNE-EN 60811-4-1:2005 (IEC 60811-4-1:2004): Materiales de aislamiento y cubierta de cables eléctricos y cables de fibra óptica. Métodos de ensayos comunes. Parte 4-1: Métodos específicos para las mezclas de polietileno y de polipropileno. Resistencia al agrietamiento por esfuerzos debidos al ambiente. Medida del índice de fluidez en caliente. Determinación del contenido de negro de humo y/o de cargas minerales en el polietileno por combustión directa. Determinación del contenido de negro de humo por análisis termogravimétrico. Evaluación de la dispersión del negro de humo en el polietileno utilizando un microscopio.
- UNE-EN 60885-3:2004 (IEC 60885-3:1988): Métodos de ensayo eléctricos para los cables eléctricos. Parte 3: Métodos de ensayo para medidas de descargas parciales sobre longitudes de cables de potencia extruidos.
- UNE HD 605:1995: Métodos de ensayo adicionales para cables eléctricos.

- IEC 60060-1:1989: High-voltage test techniques. Part 1: General definitions and test requirements.
- IEC TR 61901:2005: Development tests recommended on cables with a longitudinally applied metal foil for rated voltages above 30 kV ( $U_m=36$  kV).

El cable proyectado es 127/220 kV 1x500mm<sup>2</sup> K AL. Cable con aislamiento XLPE 127/220 kV de aluminio 1x500 mm<sup>2</sup> de sección y pantalla constituida por hilos de cobre con lámina de aluminio.

La composición general de los cables aislados de hilos de cobre con lámina de aluminio para tensión nominal de 220kV será la que se muestra a continuación:

Tabla 29. Características cableado línea de evacuación

Conductor	Aluminio (clase 2) Conductor circular compacto $\leq 1.000 \text{ mm}^2$
Semiconductora interna	Compuesto semiconductor extruido
Aislamiento	Polietileno reticulado (XLPE)
Semiconductora externa	Compuesto semiconductor extruido
Pantalla metálica	Hilos de cobre con lámina metálica adherida a la cubierta externa
Cubierta exterior	Polietileno de alta densidad (HDPE) o compuesto retardante de la llama y libre de halógenos. Opcional: Capa semiconductora
Tensión nominal de servicio ( $U_o/U$ ( $U_m$ ))	127/220 kV (245 kV)
Tensión a impulsos ( $U_p$ )	1050 kV <sub>(cresta)</sub>
Sección conductores	500 mm <sup>2</sup>
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente	90°C
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito	250°C

#### 4.2.3 Parámetros de instalación

La línea de evacuación de alta tensión se instalará en zanja bajo tubo hormigonado de dimensiones adecuadas, salvo en el cruce con arroyos o infraestructuras de ferrocarril que lo hará en perforación horizontal dirigida, siendo las características en cada tramo las siguientes:

- Tramo enterrado bajo tubo hormigonado: la profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, no será menor a 0,6 metros en acera o tierra ni de 0,8 metros en calzada, cumpliendo lo especificado en el punto 4.2 de la ITC-LAT 06 y viéndose modificada según los requisitos del apartado 5 de la ITC-LAT 06 del Real Decreto 223/2008. Las características del terreno de implantación empleadas en los cálculos del presente proyecto han sido: resistividad térmica de 1 K·m/W y 25°C de temperatura del terreno.

#### 4.2.4 Terminales

La conexión del cable soterrado con las subestaciones situadas en los extremos terminales del cable se realizará mediante conectores tipo “slip-on”, que van desde 66kV hasta 500kV de tensión nominal.

Las características técnicas de los terminales son compatibles con el cable proyectado, así como con el sistema subterráneo global y condiciones de operación de la instalación.

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

- UNE-EN 62067: Cables de potencia con aislamiento extruido y sus accesorios, de tensión asignada superior a 150 kV ( $U_m=170\text{kV}$ ) hasta 500 kV ( $U_m=550\text{ kV}$ ). Requisitos y métodos de ensayo.

Las características técnicas de estos terminales son compatibles con los cables proyectados, así como con el sistema subterráneo global y condiciones de operación de la instalación.

#### 4.2.5 Empalmes

Con respecto a los empalmes, en caso de ser necesarios, serán premoldeados. Los empalmes serán probados en fábrica previamente al montaje para cada instalación en particular. Proporcionarán al menos las mismas características eléctricas y mecánicas que los cables que unen, teniendo al menos la misma capacidad de transporte, mismo nivel de aislamiento,

corriente de cortocircuito, protección contra entrada de agua, protección contra degradación, etc.

Cada juego de empalmes se suministrará con todos los accesorios y pequeño material necesarios para la confección y conexionado de pantallas. Las líneas se dispondrán en tramos de la mayor longitud posible, reduciendo el número de empalmes al mínimo necesario. Los empalmes deberán cumplir con los ensayos y requerimientos fijados por la norma:

- UNE-EN 62067: Cables de potencia con aislamiento extruido y sus accesorios, de tensión asignada superior a 150 kV ( $U_m=170\text{kV}$ ) hasta 500 kV ( $U_m=550\text{ kV}$ ). Requisitos y métodos de ensayo.

#### 4.2.5.1 Composición

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

- Cubierta de protección y material de protección sobre la pantalla.
- Pantalla del empalme y perfil de control de gradiente.
- Cuerpo premoldeado de aislamiento.
- Conexión de los conductores y electrodo de unión.
- Accesorios y pequeño material.

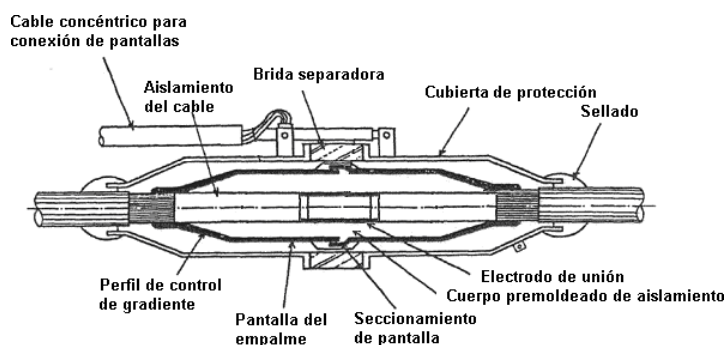


Imagen 3. Características cableado línea de evacuación

#### 4.2.5.2 Características constructivas:

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

- Tipo de construcción del cable
- Dimensiones (diámetro, área, excentricidades, tolerancias máximas)



- Temperatura máxima de operación (tanto en continuo como bajo sobrecargas y cortocircuito)
- Aislamiento y capas semiconductoras (compatibilidad física y química)
- Esfuerzos mecánicos y de cortocircuito
- Gradiente máximo de campo eléctrico
- Tipo de instalación a la que se destina

#### 4.2.5.3 *Cubierta de protección*

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

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

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

#### 4.2.5.4 *Pantalla de empalme*

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

#### 4.2.5.5 *Cuerpo premoldeado de aislamiento*

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

- Capa semiconductora interna.
- Aislamiento XLPE.
- Capa semiconductora externa.

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

El cuerpo premoldeado deberá estar ensayado completamente en fábrica.

#### 4.2.5.6 Conexión de los conductores

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

#### 4.2.5.7 Accesorios

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

No se realizarán cámaras de empalme, los empalmes se instalarán en las zanjas y se cubrirán de forma similar a los cables de potencia según el tipo de zanja que corresponda con el tramo de la línea.

#### 4.2.6 Cable de comunicaciones

Como cable de comunicaciones subterráneo se empleará un cable de fibra óptica dieléctrico, cuyas principales características son las siguientes:

Tabla 30. Características cable de comunicaciones

Tipo	OSGZ1
Nº de fibras	24
Diámetro del cable	<16 mm
Peso	<280 kg/km
Tensión máxima de tiro	>250kg
Resistencia a la compresión	>30 kg/cm
Temperatura de operación	-20 a +70°C

El cable de comunicaciones irá instalado a lo largo de todo su recorrido en el interior de un tubo de PVC o PEAD de 110 mm de diámetro en el interior de las mismas zanjas.

#### 4.2.7 Obra civil

##### 4.2.7.1 Zanja del cable

Las canalizaciones de líneas subterráneas se proyectarán teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La canalización discurrirá, en medida de lo posible, por terrenos de dominio público y evitando siempre los ángulos pronunciados.
- El radio de curvatura después de colocado el cable será de mínimo 16 veces el diámetro.

Los radios de curvatura en operaciones de tendido serán como mínimo el doble de las indicadas anteriormente en su posición definitiva.

- Los cruces de calzadas serán perpendiculares al eje de la calzada o vial.
- Los cruces de arroyos o cauces de agua serán perpendiculares al eje del mismo.

Los cables se alojarán en zanjas que, además de permitir las operaciones de apertura y tendido, cumplirá con las condiciones de paralelismo, cuando los haya.

El lecho de la zanja debe ser liso y estar libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc. Cuando los circuitos discurren bajo tubo hormigonado se realizará un dado de hormigón en el que se embeberán los tubos para el tendido de los cables. Sobre el hormigón, se terminará de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación, y en su defecto, con tierras de préstamo de arena, todo-uno o zahorras, con un espesor mínimo de 100 mm, debiendo utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos. Sobre esta capa de tierra, y a una distancia mínima del suelo de 0,40 m y 0,40 m de la parte superior del cable se colocará una cinta de señalización como advertencia de la presencia de cables eléctricos.

A continuación, se terminará de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación, y en su defecto, con tierras de préstamo de, arena, todo-uno o zahorras, debiendo utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos.

La representación de lo expuesto anteriormente se muestra en el plano “MP7.1\_BESS BAR\_Zanja tipo”.

#### *4.2.7.2 Arquetas de telecomunicaciones*

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

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

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

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

Las arquetas dispondrán de tapa de fundición.

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

#### 4.2.7.3 *Tendido*

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

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

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

Tanto las trabas como las cuñas es conveniente que estén clavadas en el suelo de la plataforma de transporte. El eje de la bobina se dispondrá preferentemente perpendicular al sentido de la marcha. La bobina estará protegida con duelas de madera, por lo que debe cuidarse la integridad de las mismas, ya que las roturas suelen producir astillas hacia el interior con el consiguiente peligro para el cable. El manejo de la misma se debe efectuar mediante grúa quedando terminantemente prohibido el desplazamiento de la bobina rodándola por el suelo. La bobina se suspenderá mediante una barra de dimensiones suficientes que pase por los agujeros centrales de los platos.

Las cadenas o sirgas de izado tendrán un separador por encima de la bobina que impida que se apoyen directamente sobre los platos. Estará terminantemente prohibido el apilamiento de bobinas. El almacenamiento no se hará sobre suelo blando, y habrá que evitar que la parte inferior de la bobina esté permanentemente en contacto con agua. En lugares húmedos habrá que disponer de una ventilación adecuada, separando las bobinas entre sí. Si las bobinas tuvieran que estar almacenadas durante un periodo largo, es aconsejable cubrirlas para que no estén expuestas directamente a la intemperie.

Cuando la bobina esté suspendida por el eje, de forma que pueda hacerse rodar, se quitarán las duelas de protección, de forma que ni ellas ni el útil empleado para desclavarlas puedan dañar al cable, y se inspeccionará la superficie interior de las tapas para eliminar cualquier elemento saliente que pudiera dañar al cable (clavos, astillas, etc.)

Durante el tendido, en todos los puntos estratégicos, se situarán los operarios necesarios provistos de radio-teléfonos y en disposición de poder detener la operación de inmediato. Los radio-teléfonos se probarán antes del inicio de cualquiera de las operaciones de tendido.

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

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

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

En el caso de temperaturas inferiores a 5°C, el aislamiento de los cables adquiere una cierta rigidez que no permite su manipulación. Así pues, cuando la temperatura ambiente sea inferior a 5°C no se permitirá realizar el tendido del cable. Una vez instalado el cable, deben taparse las

bocas de los tubos para evitar la entrada de gases, aguas o roedores, mediante la aplicación de espuma de poliuretano que no esté en contacto con la cubierta del cable.

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

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

#### 4.2.8 Puesta a tierra

El sistema de puesta a tierra planteado para la línea subterránea de 220 kV es “Cross-Bonding” continuo.

El “Cross-Bonding” consiste esencialmente en la distribución de las pantallas de cable en secciones elementales, llamadas secciones menores, y cruzando las pantallas de tal manera que se neutralice la totalidad del voltaje inducido en tres secciones consecutivas. Tres secciones menores juntas conforman una sección mayor.

En un sistema de cruzamiento de pantallas, la ruta se divide en grupos de tres longitudes iguales, lo que asegura que el sistema quede eléctricamente equilibrado, con las pantallas puestas a tierra en los dos extremos de cada sección mayor pero no en todos los otros puntos. De esta manera se induce una tensión entre la pantalla y tierra, pero se eliminan las corrientes inducidas.

Las tres pantallas conectadas en serie están asociadas a conductores de diferentes fases y cuando los cables están dispuestos al tresbolillo, sus intensidades, y por lo tanto las tensiones inducidas en las pantallas, tienen la misma magnitud, pero con un desplazamiento de 120°. El resultado global es que el voltaje inducido resultante y la corriente inducida resultante en las tres pantallas es cero.

Este tipo de conexión no requiere un cable de continuidad de tierra.

Con esta conexión de pantallas se puede incrementar considerablemente la intensidad admisible del circuito, particularmente para conductores de sección muy grande. Este ha sido el

criterio principal por el cual se ha elegido esta configuración, junto con la elevada distancia para ser una línea subterránea.

No obstante, en los puntos donde se conecten las pantallas y esta conexión sea accesible, las tensiones inducidas no podrán superar los 65 voltios.

Además, desde un punto de vista de seguridad, es importante establecer un valor límite a estas tensiones y, por lo tanto, se deben utilizar limitadores de tensión en las pantallas (SVL), los cuales restringirán los valores de tensión alcanzados, particularmente en condiciones transitorias.

En la Imagen 4 se muestra un diagrama con la conexión Cross-Bonding.

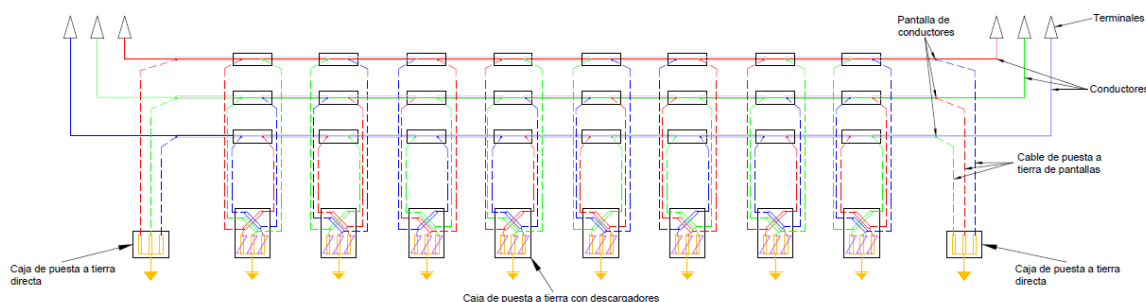


Imagen 4. Esquema de conexión de pantallas CROSS-BONDING

Como condiciones de instalación preferentes, se colocarán los cables al tresbolillo y lo más juntos posibles para que se reduzca la tensión inducida en la pantalla y, por tanto, la corriente de circulación.

Como principales ventajas de este sistema de puesta a tierra de pantallas destacan:

- En régimen permanente, la tensión entre la pantalla y tierra a lo largo de la línea es próxima a cero, ya que se debe solo a la circulación capacitiva del cable.

En régimen permanente la tensión de contacto en los extremos de las pantallas es nula para una distribución de cables al tresbolillo, caso de este proyecto.

#### 4.2.9 Ensayos

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

- UNE-EN 60230:2002: Ensayos de impulsos en cables y sus accesorios.
- UNE 21308-1:1994: Ensayos en alta tensión. Parte 1: Definiciones y prescripciones generales relativas a los ensayos.
- UNE-EN 60332-1-2:2005 (IEC 60332-1-2:2004): Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 1-2: Ensayo de resistencia a la propagación vertical de la llama para un conductor individual aislado o cable. Procedimiento para llama premezclada de 1 kW.
- UNE-EN 60811-1-1:1996 (IEC 60811-1-1:2001): Métodos de ensayo comunes para materiales de aislamiento y cubierta de cables eléctricos y de cables de fibra óptica. Parte 1: Métodos de aplicación general. Sección 1: Medida de espesores y diámetros exteriores. Determinación de las propiedades mecánicas.
- UNE-EN 60811-1-2:1996 (IEC 60811-1-2:1985): Métodos de ensayo comunes para materiales de aislamiento y cubierta de cables eléctricos y de cables de fibra óptica. Parte 1: Métodos de aplicación general. Sección 2: Métodos de envejecimiento térmico.

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

- Ensayo de verificación del orden de fases.

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

- Ensayo de medida de la resistencia del conductor

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

- Ensayo de medida de la resistencia de la pantalla

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



- Ensayo de rigidez dieléctrica de la cubierta exterior del cable.

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

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

- Ensayo de descargas parciales

La generación de la tensión de ensayo para la medida de las descargas parciales se mediante un generador resonante de frecuencia variable en corriente alterna.

La onda de tensión será prácticamente sinusoidal y de frecuencia comprendida entre 20 y 300 Hz.

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

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

- Ensayo de tensión sobre el aislamiento.

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

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

- Ensayo de medida de la capacidad

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

- Ensayo de medida de impedancias

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

- Verificación de las conexiones del sistema de puesta a tierra.

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

No se realizarán cámaras de empalme, los empalmes se instalarán en las zanjas y se cubrirán de forma similar a los cables de potencia según el tipo de zanja que corresponda con el tramo de la línea.

#### 4.2.10 Cruzamientos y paralelismos

En lo que respecta a paralelismos y cruzamientos de la línea eléctrica subterránea, se cumplirá todo lo establecido en el Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.

##### 4.2.10.1 Normas generales sobre proximidades y paralelismos

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

##### 4.2.10.2 Otros cables de energía eléctrica

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

distancia, pero los mantendrá separados entre sí con cualquiera de las protecciones citadas anteriormente.

#### *4.2.10.3 Cables de telecomunicación*

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

#### *4.2.10.4 Canalizaciones de agua*

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

#### *4.2.10.5 Canalizaciones de gas*

En los paralelismos de líneas subterráneas de A.T con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la tabla 4 de la ITC-LAT 06 del RD 223/2008. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrán reducirse mediante la colocación de una protección suplementaria hasta las distancias mínimas establecidas en dicha tabla 4. Esta protección suplementaria a colocar entre servicios estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas,

ladrillo, etc.) o por tubos de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

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

#### *4.2.10.6 Normas Generales sobre cruzamientos*

##### *4.2.10.6.1 Calles, caminos y carreteras:*

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

##### *4.2.10.6.2 Ferrocarriles:*

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

##### *4.2.10.6.3 Otros cables de energía eléctrica:*

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

#### 4.2.10.6.4 Cables de telecomunicación:

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

#### 4.2.10.6.5 Canalizaciones de agua:

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

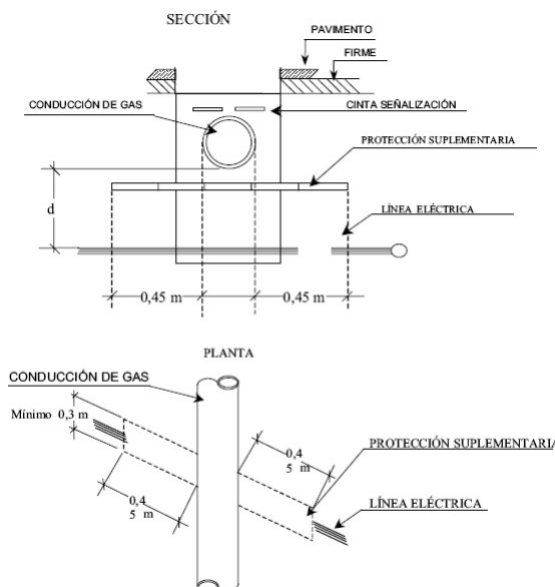
#### 4.2.10.6.6 Canalizaciones de gas:

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

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

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

Imagen 5. Esquema para la definición de la protección suplementaria



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

#### 4.2.10.6.7 Conducciones de alcantarillado:

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

mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

#### 4.2.10.6.8 Depósitos de carburante

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

A continuación, se adjuntan las tablas en las que se describen los cruzamientos y paralelismos que existen en el trazado de la línea planteada, su situación y el organismo afectado.

#### 4.2.10.7 Cruzamientos

En el trazado propuesto para la línea de evacuación soterrada de 220 kV se producen las siguientes afecciones por cruzamiento:

Nº	TIPO	COORD. X	COORD. Y	MUNICIPIO	ORGANISMO O PROPIETARIO AFECTADO
C1	Línea eléctrica	545408,8314	4750775,7997	SAN MILLÁN	i-DE
C2	Cauce	545296,4747	4750654,9156	SAN MILLÁN	Agencia Vasca del Agua (URA)
C3	Cauce	545140,8666	4749386,8603	BARRUNDIA	Agencia Vasca del Agua (URA)

#### 4.2.10.8 Paralelismos

En el trazado propuesto para el recorrido de la línea de evacuación soterrada de 220 kV se producen los siguientes paralelismos:

Nº	TIPO	COORD. X	COORD. Y	MUNICIPIO	ORGANISMO O PROPIETARIO AFECTADO
P1	Cauce	545240,9121	4749966,2763	BARRUNDIA	Agencia Vasca del Agua (URA)

## 5 MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

La definición del sistema de medida de la instalación de almacenamiento se realizará cumpliendo el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico y sus instrucciones técnicas complementarias, así como con los criterios de la certificadora zonal.

Se dispondrá de un sistema o punto de medida principal ubicado en el recinto de medida, el cual se encontrará en las inmediaciones de la subestación BARRUNDIA 220.

La instalación de almacenamiento dispondrá de medida comprobante, situada en la subestación SET ABEI 30/220kV, que se encuentra en el interior de la instalación de almacenamiento “BESS STAND ALONE BARRUNDIA”.

En caso de requerirse, para los servicios auxiliares de la instalación BESS STAND ALONE BARRUNDIA, en el devanado de 400 V del transformador de servicios auxiliares, se instalarán equipos de medida principal y redundante de forma que se registre la energía destinada al consumo en baja tensión. Estos equipos cumplirán con la normativa de aplicación, así como con los criterios de la certificadora zonal.



## 6 SISTEMAS AUXILIARES

### 6.1 SISTEMA DE VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN

Las cabinas de baterías contarán con un sistema HVAC (Heating, ventilation and air conditioning) que permitirá mantener la temperatura de los mismos en el rango de temperatura adecuado, de forma que se mejore el rendimiento del sistema y su vida útil.

Este sistema es alimentado externamente y se dispondrán sensores integrados con el sistema de control para monitorizar la temperatura de los módulos, racks y cabina, encendiendo o apagando automáticamente la refrigeración, llevando a cabo la correcta gestión térmica.

El sistema HVAC de cada cabina estará compuesto por una (1) unidad y se diseñará en cumplimiento con las certificaciones CE.

### 6.2 SISTEMA CONTRA INCENDIOS

La instalación de almacenamiento contará con un sistema de protección contra incendios, de acuerdo con la normativa vigente.

Cada cabina de baterías lleva un sistema automático de detección, alarma y extinción de incendio.

La finalidad del sistema contra incendios es la de detectar e informar de un incendio a tiempo, y tomar medidas eficaces para controlar y extinguir el fuego.

El sistema puede enviar una señal a los equipos de calefacción, ventilación y aire acondicionado, a la fuente de alimentación auxiliar y a otros equipos relacionados, para detener el funcionamiento y limitar la propagación del fuego.

Además, la cabina de baterías lleva incorporado un sistema contra incendios compuesto por una bombona de gas extintor, conductos de circulación de gas, boquillas de gas repartidos a lo largo de todo el espacio del interior de la cabina, dos sensores térmicos, dos sensores de humos, sonido y luz de alarma tanto en el interior como en el exterior del contenedor, botón de marcha/paro en la parte exterior, indicador de gas en la parte exterior del cabina y opción de detección de gas en el interior.

Además, se instalarán extintores de incendio portátiles. Los extintores y su agente extintor serán seleccionados e instalados de acuerdo con lo indicado en la normativa vigente de aplicación.

El emplazamiento de los extintores portátiles de incendio permitirá que sean fácilmente visibles y accesibles, estarán situados próximos a los puntos donde se estime mayor probabilidad de iniciarse el incendio y su distribución será tal que el recorrido máximo horizontal, desde cualquier punto del sector de incendio hasta el extintor, no supere 15m.

### 6.3 ALUMBRADO Y FUERZA

La construcción de la instalación de almacenamiento se integrará con un sistema de alumbrado con un nivel lumínico suficiente para poder efectuar las maniobras precisas con el máximo de seguridad, además de un sistema de alumbrado de emergencia.

La instalación de almacenamiento dispondrá de tomas de fuerza correctamente distribuidas para dotar de alimentación a los equipos que así lo requieran. La tensión de alimentación será de  $(3\phi + N)$  400/230 Vca. y 50 Hz.

#### 6.3.1 Alumbrado Exterior

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

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

Por lo anterior, para la iluminación exterior se montarán proyectores de aluminio anodizado, cerrados, que alojarán lámparas de 250 y 400 W tipo LED.

Los proyectores se instalarán sobre soportes de una altura suficiente y adecuadamente orientados con el fin de facilitar las labores de mantenimiento.

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

#### 6.3.2 Alumbrado de emergencia

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

## 7 RELACIÓN DE ORGANISMOS AFECTADOS

- Ayuntamiento Barrundia
- Ayuntamiento San Millán/Donemiliaga
- Departamento de Equilibrio Territorial y Ordenación del Territorio de la Diputación Foral de Álava (Araba)
- Dirección de Atención y Emergencias y Meteorología del Gobierno Vasco
- Dirección de Patrimonio Cultural del Departamento de Cultura y Política Lingüística
- Diputación Foral de Álava
- Agencia Vasca del Agua (URA)
- Servicio de Montes del Departamento de Agricultura de Diputación Foral de Álava
- Red Eléctrica de España
- i-DE Rede Eléctricas
- Servicio de Desarrollo Agrario

## 8 PLANIFICACIÓN

Teniendo en cuenta las posibilidades de acopio de materiales y las necesidades del servicio, el tiempo necesario para la ejecución de las obras que se detallan en el presente Proyecto puede estimarse en siete meses.

Tabla 31. Planificación instalación de almacenamiento

	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7
1. Estudios previos y replanteo							
2. Movimiento de tierras y obra civil							
3. Instalación de sistemas de almacenamiento							
4. Construcción SET ABEI 30/220 kV							
5. Construcción línea evacuación							
5. Conexión eléctrica y SCADA							
6. Pruebas, puesta en marcha y legalización							



Proyecto para solicitud de Autorización Administrativa Previa y

Autorización Administrativa de Construcción

Ed.00

“BESS STAND ALONE BARRUNDIA”

06/2025

26 MW / 120,36 MWh

Madrid, junio de 2025

Jose Antonio Valle Fernández

Ingeniero Industrial

N.º colegiado: 3086



# **Proyecto para solicitud de Autorización Administrativa Previa y Autorización Administrativa de Construcción**

**“BESS STAND ALONE BARRUNDIA”  
26 MW / 120,36 MWh**

Junio 2025 - Ed00

Anexo 1: Cálculos justificativos



Proyecto para solicitud de Autorización Administrativa Previa y

Autorización Administrativa de Construcción

Ed.00

“BESS STAND ALONE BARRUNDIA” 26 MW / 120,36 MWh

06/2025

Anexo 1: Cálculos justificativos

Versión	Elaborado	Revisado	Aprobado	Fecha
00	A.C.C.	F.S.	J.A.V.F	06/2025



# Contenido

1	OBJETO .....	1
2	NORMAS APLICABLES.....	2
3	CONDICIONES DE INSTALACIÓN.....	4
3.1	Cableado de baja tensión.....	4
3.1.1	Descripción de los cables .....	4
3.1.2	Intensidad máxima admisible .....	4
3.1.3	Intensidad máxima admisible .....	5
3.1.4	Caída de tensión.....	7
3.1.5	Resultados cableado baja tensión.....	8
3.2	Cableado de media tensión.....	12
3.2.1	Descripción de los cables .....	12
3.2.2	Condiciones de instalación.....	13
3.2.3	Circuitos.....	13
3.2.4	Intensidad máxima admisible .....	14
3.2.5	Intensidad máxima admisible de cortocircuito en el conductor.....	17
3.2.6	Intensidad máxima admisible de cortocircuito en la pantalla metálica .....	18
3.2.7	Caída de tensión.....	19
3.2.8	Pérdida de potencia .....	20
3.2.9	Resultados cableado media tensión .....	20
3.3	Cableado de alta tensión.....	22
3.3.1	Datos de partida .....	22
3.3.2	Intensidad máxima admisible .....	23
3.3.3	Generalidades del cable .....	23

Anexo 1: Cálculos justificativos

3.3.4	Intensidad máxima admisible de cortocircuito en el conductor.....	24
3.3.5	Intensidad máxima admisible de cortocircuito en la pantalla metálica .....	25
3.3.6	Parámetros de la línea.....	27
3.3.7	Caída de tensión.....	29
3.3.8	Pérdidas de potencia.....	30
3.3.9	Cálculo de pérdidas dieléctricas.....	30
3.3.10	Cuadro resumen de los cálculos eléctricos .....	31
4	RED DE TIERRAS INFERIORES SET ABEI 30/220 kV .....	32
5	CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS.....	42
5.1	Introducción .....	42
5.2	Limitación de campo magnético .....	46
5.3	Cálculo del campo magnético en la estación de potencia .....	47
5.3.1	Posiciones blindadas .....	49

## 1 OBJETO

Este Anexo tiene por objeto presentar los cálculos justificativos asociados a las infraestructuras eléctricas de la instalación de almacenamiento con baterías BESS STAND ALONE BARRUNDIA, siendo estos:

- Cálculos eléctricos del cableado de baja tensión. Se realizará la justificación del cableado empleado entre el contenedor de baterías y el sistema de conversión de potencia DC/AC. El dimensionamiento de los cables entre el sistema de conversión de potencia y el sistema de transformación será realizado por el fabricante.
- Cálculos eléctricos del cableado de media tensión. Se realizará la justificación del cableado empleado en el circuito de media tensión que conecta la estación de potencia de la instalación de almacenamiento con la celda de 30 kV del edificio de media tensión en la subestación, donde se encuentran los elementos de protección y medida.
- Cálculos eléctricos del cableado de alta tensión. Se realizará la justificación del cableado empleado en la línea de evacuación que conecta la subestación SET ABEI 30/220 kV con la subestación BARRUNDIA 220 kV.
- Cálculos de red de tierras inferiores.
- Cálculo campo electromagnético. Para justificar el cumplimiento de la normativa de aplicación se presentan los cálculos asociados a las estaciones de potencia.

## 2 NORMAS APLICABLES

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- UNE 60364: Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 5-52: Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- IEC 60949 - Calculation of thermally permissible short-circuit currents, taking into account non-adiabatic heating effects.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- UNE 211435-2. Guía para la elección de cables eléctricos para circuitos de distribución de energía eléctrica. Parte 2: Cables de tensión asignada superior a 0,6/1 kV.
- UNE 21192. Cálculo de las intensidades de cortocircuito térmicamente admisibles, teniendo en cuenta los efectos del calentamiento no adiabático.
- ITC-RAT 13 Instalaciones de puesta a tierra del 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.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- IEEE Std 80 “IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding”.
- ITC-RAT 14, ITC-RAT 15 y ITC-RAT 20 del 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

Anexo 1: Cálculos justificativos

- Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.
- Real Decreto 123/2017, de 24 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre el uso del dominio público radioeléctrico.

### 3 CONDICIONES DE INSTALACIÓN

#### 3.1 Cableado de baja tensión

El cableado de baja tensión se dimensionará para cumplir con los siguientes criterios:

- Intensidad máxima admisible. Atendiendo a las características constructivas de los cables empleados y a su sistema de instalación, se procederá al dimensionamiento de las secciones de conductor de forma que la intensidad de la instalación sea inferior a la intensidad máxima admisible.

$$I_{\text{instalación}} < I_{\text{max. adm.}}$$

- Caída de tensión. Los cables estarán dimensionados para garantizar una caída de tensión máxima del 1% entre los convertidores y el transformador MT/BT.

##### 3.1.1 Descripción de los cables

Los cables empleados en esta instalación tendrán las siguientes características:

Tabla 1. Características cables baja tensión (CC)

Conductor	Aluminio (clase 2)
Aislamiento	Mezcla polietileno reticulado (XLPE) tipo DIX 3 según HD 603-1.
Cubierta exterior	Mezcla LSOH tipo DMO 1, según UNE HD 603-1.
Tensión nominal de servicio ( $U_0/U$ )	1,5/1,5 kV
Tensión máxima en régimen permanente	1,8/1,8 kV
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente	90°C
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito	250°C

##### 3.1.2 Intensidad máxima admisible

Los circuitos entre el convertidor DC/AC de las cabinas de baterías y el transformador de alta tensión del CT asociado se instalarán directamente enterrados.

La temperatura del terreno considerada para el diseño será de 25°C.

La resistividad del terreno considerada para el diseño será de 1,5 K·m/W.

La cantidad de circuitos agrupados será de seis (6).

Anexo 1: Cálculos justificativos

En caso de que se produzca el cruce de caminos, los cables se dispondrán en tubo. Para las canalizaciones enterradas entubadas de baja tensión se considera que la sección del tubo es al menos 4 veces la sección ocupada por los conductores.

Atendiendo a la Tabla A.52.3 de la UNE-HD 60364-5-52, se considera que directamente enterrado se corresponde con el elemento número 73, cables unipolares o multipolares con cubierta en el suelo: con protección mecánica complementaria, cuyo método de instalación de referencia a utilizar para obtener las intensidades admisibles es el D2.

A continuación, se resumen las condiciones de instalación anteriormente expuestas:

- La temperatura del terreno se considera de 25 °C.
- La resistividad térmica del terreno se considera de 1,5 K·m/W.
- Se instalarán un máximo de seis (6) circuitos con una separación de 160mm en cada zanja.

### 3.1.3 Intensidad máxima admisible

La corriente máxima admisible de los cables depende de sus características constructivas y las características de instalación. La corriente admisible ( $I_{adm}$ ) del conductor se corregirá en función de:

- Temperatura del terreno ( $F_{temp}$ ).
- Número de circuitos en paralelo ( $F_{agrup}$ ).
- Número de ternas en paralelo ( $F_{agrup}$ ).

De esta manera:

$$I_{max. adm.} = F_{temp} \cdot F_{agrup} \cdot F_{terr} \cdot I_{adm}$$

Considerando la UNE-HD 60364-5-52, las corrientes admisibles, para una temperatura del terreno de 20°C, una resistividad térmica del suelo de 2,5 Km/W, en amperios, para el método de instalación D2 con cables de conductor de aluminio, aislamiento XLPE y dos conductores cargados son:

Tabla 2. Corriente admisible conductores, tabla B.52.5 (UNE-HD 60364-5-52)

Sección nominal del conductor ( $mm^2$ )	Corriente admisible (A)	
	D2	D1
Aluminio		
16	76	71

Anexo 1: Cálculos justificativos

Sección nominal del conductor ( $mm^2$ )	Corriente admisible (A)	
25	98	90
35	117	108
50	139	128
70	170	158
95	204	186
120	233	211
150	261	238
185	296	267
240	343	307
300	386	346
400	448	415
500	510	470
630	590	545

Los factores de corrección para temperaturas ambiente del terreno diferentes de 20°C a aplicar a los valores de las corrientes admisibles son:

Tabla 3. Factores de corrección temperatura del terreno, tabla B.52.15 (UNE-HD 60364-5-52)

Temperatura del terreno (°C)	Factor de corrección
	XLPE y EPR
10	1,07
15	1,04
20	1,00
25	0,96
30	0,93
35	0,89
40	0,85
45	0,80
50	0,76
55	0,71
60	0,65
65	0,60
70	0,53

Los factores de corrección para diferentes valores de resistividad térmica del terreno, dependiente estos de si los cables van enterrados en conductos o directamente son:

Tabla 4. Factores de corrección resistividad térmica del terreno

Resistividad térmica (K·m/W)	0,5	0,7	1	1,5	2	2,5	3
Cables en conductos enterrados (D1)	1,28	1,2	1,18	1,1	1,05	1	0,96
Cables enterrados directamente (D2)	1,88	1,62	1,5	1,28	1,12	1	0,9



Anexo 1: Cálculos justificativos

Dependiendo del número de circuitos en paralelo que se dispongan en contacto en la canalización, se realizará la corrección correspondiente:

Tabla 5. Factores de corrección de agrupación de circuitos bajo tubo y enterrados, tabla B.52.18 (UNE-HD 60364-5-52)

Número de circuitos bajo tubo y enterrados		2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
Distancia entre tubos	Nula	0,85	0,75	0,7	0,65	0,6	0,57	0,54	0,52	0,45	0,39	0,34
	0,25 m	0,9	0,85	0,8	0,8	0,8	0,76	0,74	0,73	0,69	0,66	0,63
	0,5 m	0,95	0,9	0,85	0,85	0,8	0,8	0,78	0,77	0,74	0,71	0,68
	1,0 m	0,95	0,95	0,9	0,9	0,9	0,88	0,88	0,87	0,85	0,83	0,82

Tabla 6. Factores de corrección de agrupación para circuitos enterrados directamente, tabla B.52.16 (UNE-HD 60364-5-52)

Número de circuitos directamente enterrados		2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
Distancia entre cables	Nula	0,75	0,65	0,6	0,55	0,5	0,45	0,43	0,41	0,36	0,32	0,29
	0,125 m	0,85	0,75	0,7	0,65	0,6	0,59	0,57	0,55	0,51	0,47	0,44
	0,25 m	0,9	0,8	0,75	0,7	0,7	0,67	0,65	0,63	0,59	0,56	0,53
	0,5 m	0,9	0,85	0,8	0,8	0,8	0,76	0,75	0,74	0,71	0,68	0,66

La intensidad máxima en el circuito entre el contenedor de baterías y sistema de conversión de potencia será la estipulada por el fabricante del inversor. En este caso, la intensidad máxima que admite el sistema de conversión de potencia es de 3767 A, y dado que dispone de 4 entradas, cada una de ellas admite una intensidad máxima de 941,75 A.

Dado que a la salida del contenedor de baterías se fraccionará la intensidad en 6 circuitos independientes (cada uno correspondiente a la salida de cada rack de baterías que compone la cabina de baterías), cada circuito deberá transportar 156,95 A.

### 3.1.4 Caída de tensión

Para el cálculo de la caída de tensión en circuitos de corriente alterna, las ecuaciones de cálculo son:

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

$$\Delta V (\%) = 100 \cdot \frac{\Delta V}{V}$$

Donde:

Anexo 1: Cálculos justificativos

$\Delta V$ : caída de tensión [V].

V: tensión nominal [V].

R: resistencia del conductor [ $\Omega$ /m].

X: reactancia del conductor [ $\Omega$ /m].

L: longitud total del cable en el tramo considerado [m].

I: intensidad de la instalación [A].

### 3.1.5 Resultados cableado baja tensión

Los resultados de los circuitos entre convertidores y transformador se muestran en los siguientes subapartados:

#### 3.1.5.1 Intensidad máxima admisible

A continuación, se presentan los cálculos de las intensidades máximas admisibles para los circuitos de corriente alterna:

Tabla 7. *Tabla de resultados intensidad admisible cableado baja tensión (Inversor 210 kVA)*

Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>adm</sub> (A)	Nº conductores /fase	F <sub>temp</sub>	F <sub>resistividad</sub>	F <sub>agrup</sub>	I <sub>max.adm.</sub> (A)	I <sub>instalación</sub> (A)
185	250	1	0,96	1,1	0,6	158,4	156,95

Como se puede observar, se cumple el criterio de  $I_{\text{instalación}} < I_{\text{max.adm.}}$ .

Anexo 1: Cálculos justificativos

### 3.1.5.2 Caída de tensión

A continuación, se presentan los cálculos de la caída de tensión de los circuitos de corriente alterna. Dado que en cada contenedor de baterías se obtienen a la salida 6 circuitos correspondientes a los inversores que los componen, se muestran los cálculos simplificados para cada contenedor:

Tabla 8. Tabla de resultados caída de tensión del cableado baja tensión para bloque tipo

TRAMO	Nº de Cables por Circuito	LONGITUD (m)	CORRIENTE (A)	TENSIÓN (V)	SECCIÓN (mm²)	MATERIAL	RESISTENCIA $\Omega/\text{km}$	Reactancia $\Omega/\text{km}$	CAÍDA DE TENSIÓN (V)	CAÍDA DE TENSIÓN (%)
BESS-01										
PCS-01 a CT-01	1	21,08	156,95	690	185	Al	0,214	0,081	1,30	0,189%
PCS-02 a CT-01	1	21,08	156,95	690	185	Al	0,214	0,081	1,30	0,189%
PCS-03 a CT-01	1	21,08	156,95	690	185	Al	0,214	0,081	1,30	0,189%
PCS-04 a CT-01	1	21,08	156,95	690	185	Al	0,214	0,081	1,30	0,189%
PCS-05 a CT-01	1	21,08	156,95	690	185	Al	0,214	0,081	1,30	0,189%
PCS-06 a CT-01	1	21,08	156,95	690	185	Al	0,214	0,081	1,30	0,189%
BESS-02										
PCS-01 a CT-01	1	12,99	156,95	690	185	Al	0,214	0,081	0,80	0,116%
PCS-02 a CT-01	1	12,99	156,95	690	185	Al	0,214	0,081	0,80	0,116%
PCS-03 a CT-01	1	12,99	156,95	690	185	Al	0,214	0,081	0,80	0,116%
PCS-04 a CT-01	1	12,99	156,95	690	185	Al	0,214	0,081	0,80	0,116%
PCS-05 a CT-01	1	12,99	156,95	690	185	Al	0,214	0,081	0,80	0,116%
PCS-06 a CT-01	1	12,99	156,95	690	185	Al	0,214	0,081	0,80	0,116%

“BESS BARRUNDIA” 26 MW / 120,36 MWh

05/2025

Anexo 1: Cálculos justificativos

TRAMO	Nº de Cables por Circuito	LONGITUD (m)	CORRIENTE (A)	TENSIÓN (V)	SECCIÓN (mm²)	MATERIAL	RESISTENCIA Ω/km	Reactancia Ω/km	CAÍDA DE TENSIÓN (V)	CAÍDA DE TENSIÓN (%)
BESS-03										
PCS-01 a CT-01	1	14,82	156,95	690	185	Al	0,214	0,081	0,92	0,133%
PCS-02 a CT-01	1	14,82	156,95	690	185	Al	0,214	0,081	0,92	0,133%
PCS-03 a CT-01	1	14,82	156,95	690	185	Al	0,214	0,081	0,92	0,133%
PCS-04 a CT-01	1	14,82	156,95	690	185	Al	0,214	0,081	0,92	0,133%
PCS-05 a CT-01	1	14,82	156,95	690	185	Al	0,214	0,081	0,92	0,133%
PCS-06 a CT-01	1	14,82	156,95	690	185	Al	0,214	0,081	0,92	0,133%
BESS-04										
PCS-01 a CT-01	1	6,70	156,95	690	185	Al	0,214	0,081	0,41	0,06%
PCS-02 a CT-01	1	6,70	156,95	690	185	Al	0,214	0,081	0,41	0,06%
PCS-03 a CT-01	1	6,70	156,95	690	185	Al	0,214	0,081	0,41	0,06%
PCS-04 a CT-01	1	6,70	156,95	690	185	Al	0,214	0,081	0,41	0,06%
PCS-05 a CT-01	1	6,70	156,95	690	185	Al	0,214	0,081	0,41	0,06%
PCS-06 a CT-01	1	6,70	156,95	690	185	Al	0,214	0,081	0,41	0,06%

Como se puede observar, la caída de tensión máxima es inferior al 1,5% en los tramos entre los convertidores AC/DC y el transformador.

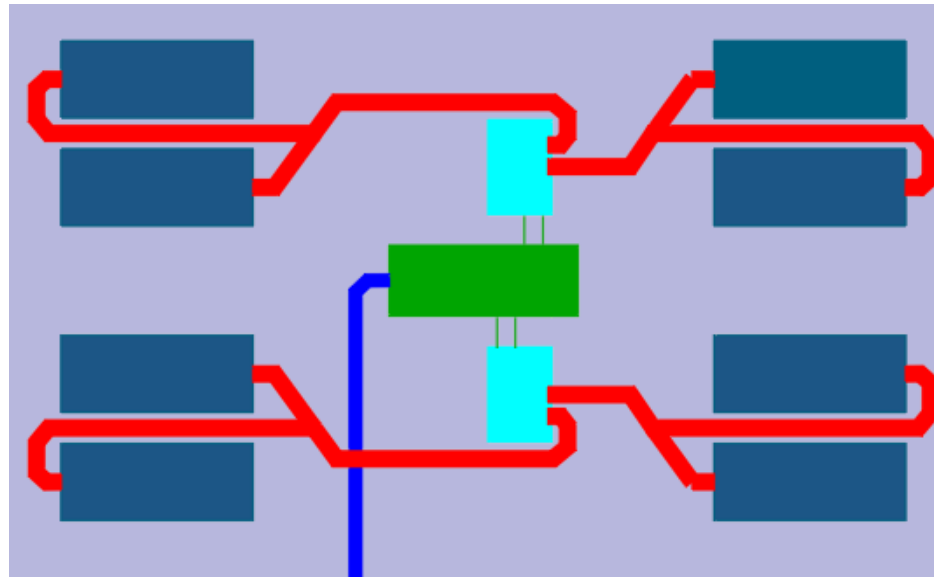
“BESS BARRUNDIA” 26 MW / 120,36 MWh

05/2025

Anexo 1: Cálculos justificativos

En la *Imagen 1* se puede observar que todos los bloques de baterías llevarían la misma configuración de BT, por tanto, los datos mostrados en la Tabla 7 se podrían aplicar a todos los bloques tipo que componen el proyecto.

Imagen 1. Trazado del circuito de BT del bloque tipo



Anexo 1: Cálculos justificativos

### 3.2 Cableado de media tensión

El cableado de media tensión se dimensionará para cumplir con los siguientes criterios:

- Intensidad máxima admisible. Atendiendo a las características constructivas de los cables empleados y a su sistema de instalación, se procederá al dimensionamiento de las secciones de conductor de forma que la intensidad de la instalación sea inferior a la intensidad máxima admisible.

$$I_{\text{instalación}} < I_{\text{max. adm.}}$$

- Intensidad máxima admisible de cortocircuito en el conductor. La capacidad de corriente en condiciones de cortocircuito para los conductores seleccionados deberá ser superior al nivel de cortocircuito máximo acontecido en el nivel de 30 kV del centro de protección y medida y de la subestación de evacuación.
- Intensidad máxima admisible de cortocircuito en la pantalla metálica. La corriente de cortocircuito que deberá soportar la pantalla metálica de los cables seleccionados deberá ser superior a los 1.000 A de cortocircuito monofásico a tierra, según marca el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión, en el apartado 6.3 de la ITC-LAT-06.
- Caída de tensión. Los cables estarán dimensionados para garantizar una caída de tensión máxima del 0,5% por cada circuito.
- Pérdida de potencia. Se tiene en cuenta la potencia transportada por cada uno de los tramos de circuitos para realizar su cálculo.

#### 3.2.1 Descripción de los cables

Los cables empleados en esta instalación tendrán las siguientes características:

Tabla 9. Características cables media tensión

HEPRZ1 AL AFUMEX (AS)	
Conductor	Aluminio (clase 2)
Semiconductora interna	Pantalla semiconductora termoestable aplicada sobre el conductor en un proceso de triple extrusión.
Aislamiento	etileno propileno de alto modulo (HEPR). Espesor reducido.
Semiconductora externa	Pantalla semiconductora termoestable aplicada sobre el aislamiento en un proceso de triple extrusión.
Pantalla metálica	Hilos de cobre en hélice con cinta de cobre. Sección total 16 mm <sup>2</sup> (18/30 kV)

Anexo 1: Cálculos justificativos

Cubierta exterior	Polioléfina, DMZ2 Flamex.
Tensión nominal de servicio ( $U_0/U$ ( $U_m$ ))	18/30 kV (36 kV)
Tensión a impulsos ( $U_p$ )	125 kV <sub>cresta</sub>
Sección conductores	400 mm <sup>2</sup>
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente	105°C

### 3.2.2 Condiciones de instalación

El circuito de media tensión discurrirá en zanja de dimensiones adecuadas directamente enterrado, salvo en el cruce con caminos o viales que lo hará en zanja de dimensiones adecuadas bajo tubo hormigonado.

Se consideran las siguientes condiciones de instalación tanto para el tramo directamente enterrado y para el tramo bajo tubo hormigonado:

- Temperatura del terreno: 25°C.
- Resistividad térmica del terreno: 1,0 K·m/W.
- Agrupamiento: un circuito.
- Profundidad de instalación: 0,8 m. (directamente enterrado) / 1m (bajo tubo)

### 3.2.3 Circuitos

La potencia del circuito de media tensión se determina teniendo en consideración la potencia aparente de los convertidores AC/DC-DC/AC.

A continuación, se recogen los circuitos de media tensión de la instalación de almacenamiento:

Tabla 10. Circuito 1 de media tensión

Origen	Destino	Potencia (MW)
CT-01	CT-02	8,66
CT-02	CT-03	17,33
CT-03	SET ABEI 30/220kV	26

Anexo 1: Cálculos justificativos

### 3.2.4 Intensidad máxima admisible

La corriente máxima admisible de los cables depende de sus características constructivas y de las características de instalación.

El circuito discurre directamente enterrado por lo que la corriente admisible ( $I_{adm}$ ) del conductor se corregirá en función de:

- Temperatura del terreno ( $F_{temp}$ ).
- Resistividad térmica del terreno ( $F_{terr}$ ).
- Número de ternas en paralelo ( $F_{agrup.}$ ).
- Profundidad de instalación ( $F_{prof.}$ ).

De esta manera:

$$I_{max. adm.} = F_{temp} \cdot F_{terr} \cdot F_{agrup.} \cdot F_{prof.} \cdot I_{adm}$$

Considerando la ITC-LAT 06, las intensidades admisibles, en amperios, en servicio permanente con corriente alterna para cables unipolares aislados de hasta 18/30 kV directamente enterrados, a temperatura del terreno de 25°C, son:

Tabla 11. Intensidades admisibles directamente enterrados (25°C) tabla 6 (ITC-LAT 06)

Sección (mm²)	EPR		XLPE		HEPR	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
25	125	96	130	100	135	105
35	145	115	155	120	160	125
50	175	135	180	140	190	145
70	215	165	225	170	235	180
95	255	200	265	205	280	215
120	290	225	300	235	320	245
150	325	255	340	260	360	275
185	370	285	380	295	405	315
240	425	335	440	345	470	365
300	480	375	490	390	530	410
400	540	430	560	445	600	470

Considerando la ITC-LAT 06, las intensidades admisibles, en amperios, en servicio permanente con corriente alterna para cables unipolares aislados de hasta 18/30 kV enterrados bajo tubo, a temperatura del terreno de 25°C, son:



Anexo 1: Cálculos justificativos

Tabla 12. Intensidades admisibles enterrados bajo tubo (25°C) tabla 12 (ITC-LAT 06)

Sección (mm²)	EPR		XLPE		HEPR	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
25	115	90	120	90	125	95
35	135	105	145	110	150	115
50	160	125	170	130	180	135
70	200	155	205	160	220	170
95	235	185	245	190	260	200
120	270	210	280	215	295	230
150	305	235	315	245	330	255
185	345	270	355	280	375	290
240	400	310	415	320	440	345
300	450	355	460	365	500	390
400	510	405	520	415	565	450

Los factores de corrección por temperatura del terreno distinta de 25°C son:

Tabla 13. Factor de corrección para temperatura del terreno distinta de 25 °C tabla 7 (ITC-LAT 06)

Temperatura °C Servicio Permanente $\theta_s$	Temperatura del terreno $\theta_t$ , en °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
105	1,09	1,06	1,03	1,00	0,97	0,94	0,90	0,87	0,83
90	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78
70	1,15	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88	0,82	0,75	0,67
65	1,17	1,12	1,06	1,00	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61

Para la resistividad térmica del terreno, los factores de corrección son:

Anexo 1: Cálculos justificativos

Tabla 14. Factor de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1,5K-m/W tabla 8 (ITC-LAT 06)

Tipo de instalación	Sección del conductor mm²	Resistividad térmica del terreno, K.mW						
		0,8	0,9	1,0	1,5	2,0	2,5	3
Cables directamente enterrados.	25	1.25	1.20	1.16	1.00	0.89	0.81	0.75
	35	1.25	1.21	1.16	1.00	0.89	0.81	0.75
	50	1.26	1.21	1.16	1.00	0.89	0.81	0.74
	70	1.27	1.22	1.17	1.00	0.89	0.81	0.74
	95	1.28	1.22	1.18	1.00	0.89	0.80	0.74
	120	1.28	1.22	1.18	1.00	0.88	0.80	0.74
	150	1.28	1.23	1.18	1.00	0.88	0.80	0.74
	185	1.29	1.23	1.18	1.00	0.88	0.80	0.74
	240	1.29	1.23	1.18	1.00	0.88	0.80	0.73
	300	1.30	1.24	1.19	1.00	0.88	0.80	0.73
	400	1.30	1.24	1.19	1.00	0.88	0.79	0.73
Cables en interior de tubos enterrados	25	1.12	1.10	1.08	1.00	0.93	0.88	0.83
	35	1.13	1.11	1.09	1.00	0.93	0.88	0.83
	50	1.13	1.11	1.09	1.00	0.93	0.87	0.83
	70	1.13	1.11	1.09	1.00	0.93	0.87	0.82
	95	1.14	1.12	1.09	1.00	0.93	0.87	0.82
	120	1.14	1.12	1.10	1.00	0.93	0.87	0.82
	150	1.14	1.12	1.10	1.00	0.93	0.87	0.82
	185	1.14	1.12	1.10	1.00	0.93	0.87	0.82
	240	1.15	1.12	1.10	1.00	0.92	0.86	0.81
	300	1.15	1.13	1.10	1.00	0.92	0.86	0.81
	400	1.16	1.13	1.10	1.00	0.92	0.86	0.81

Para la corrección por agrupamiento, los factores de corrección son:

Tabla 15. Factor de corrección por distancia entre ternos o cables tripolares tabla 10 (ITC-LAT 06)

Factor de corrección											
Tipo de instalación	Separación de los ternos	Número de ternos de la zanja									
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Cables directamente enterrados	En contacto (d=0 cm)	0.76	0.65	0.58	0.53	0.50	0.47	0.45	0.43	0.42	
	d = 0,2 m	0.82	0.73	0.68	0.64	0.61	0.59	0.57	0.56	0.55	
	d = 0,4 m	0.86	0.78	0.75	0.72	0.70	0.68	0.67	0.66	0.65	
	d = 0,6 m	0.88	0.82	0.79	0.77	0.76	0.74	0.74	0.73	-	
	d = 0,8 m	0.90	0.85	0.83	0.81	0.80	0.79	-	-	-	
Cables bajo tubo	En contacto (d=0 cm)	0.80	0.70	0.64	0.60	0.57	0.54	0.52	0.50	0.49	
	d = 0,2 m	0.83	0.75	0.70	0.67	0.64	0.62	0.60	0.59	0.58	
	d = 0,4 m	0.87	0.80	0.77	0.74	0.72	0.71	0.70	0.69	0.68	
	d = 0,6 m	0.89	0.83	0.81	0.79	0.78	0.77	0.76	0.75	-	
	d = 0,8 m	0.90	0.86	0.84	0.82	0.81	-	-	-	-	

Para la profundidad de instalación, los factores de corrección son:

Tabla 16. Factores de corrección para profundidades de la instalación distintas de 1m tabla 11 (ITC-LAT 06)

Profundidad (m)	Cables enterrados de sección		Cables bajo tubo de sección	
	≤ 185 mm²	>185 mm²	≤ 185 mm²	>185 mm²
0,50	1,06	1,09	1,06	1,08
0,60	1,04	1,07	1,04	1,06
0,80	1,02	1,03	1,02	1,03
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,25	0,98	0,98	0,98	0,98
1,50	0,97	0,96	0,97	0,96
1,75	0,96	0,94	0,96	0,95
2,00	0,95	0,93	0,95	0,94
2,50	0,93	0,91	0,93	0,92
3,00	0,92	0,89	0,92	0,91

Anexo 1: Cálculos justificativos

### 3.2.5 Intensidad máxima admisible de cortocircuito en el conductor

Para el cálculo de la intensidad máxima admisible de cortocircuito en el conductor se emplearán las fórmulas pertenecientes a la UNE 21192:

$$I = I_{cc} \cdot \varepsilon$$

Con:

$I \equiv$  corriente de cortocircuito máxima admisible (A)

$I_{cc} \equiv$  corriente de cortocircuito adiabática (A)

$\varepsilon \equiv$  factor que contempla las pérdidas de calor en los componentes adyacentes.

- Corriente de cortocircuito adiabática

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

$$I_{cc}^2 = \frac{1}{t} \left( S^2 \cdot K^2 \cdot \ln\left(\frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta}\right) \right)$$

Con:

S: sección del conductor [mm<sup>2</sup>]

T: tiempo de duración del cortocircuito [s]

$I_{cc}$ : corriente de cortocircuito adiabática [A]

K: constante dependiente del material conductor.

$$Al = 148 \text{ A} \cdot \text{s}^{1/2} / \text{mm}^2 \text{ y } Cu = 226 \text{ A} \cdot \text{s}^{1/2} / \text{mm}^2$$

$\theta_f$ : temperatura límite de cortocircuito [°C]

$\theta_i$ : temperatura límite para servicio continuo [°C]

$\beta$ : inverso del coeficiente de variación de la resistencia con la temperatura del conductor.

$$Al = 228 \text{ K y } Cu = 234,5 \text{ K.}$$

- Factor debido a las pérdidas de calor en el conductor.

$$\varepsilon = \sqrt{1 + X \cdot \sqrt{\frac{t}{S}} + Y \cdot \frac{t}{S}}$$

Anexo 1: Cálculos justificativos

Con:

$\varepsilon$ : factor que considera las pérdidas térmicas en el conductor

X e Y: factores dependientes de los materiales adyacentes.

$X = 0,44 (mm^2/s)^{1/2}$  e  $Y = 0,10 mm^2/s$  para el aluminio.

t: tiempo de duración de cortocircuito [s]

S: sección del conductor [ $mm^2$ ]

- Corriente de cortocircuito máxima admisible en el conductor.

$$I = I_{cc} \cdot \varepsilon$$

Además de lo anterior, en la ITC-LAT 06 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas de alta tensión, en la tabla 26 de la misma, se muestra la densidad máxima admisible de corriente de cortocircuito para conductores de aluminio:

Tabla 17. Densidad máxima admisible de corriente de cortocircuito, en A/mm<sup>2</sup>, para conductores de aluminio tabla 26 (ITC-LAT 06)

Tipo de aislamiento	$\Delta\theta^*$ (K)	Duración del cortocircuito, $t_{cc}$ , en segundos										
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	
PVC:												
sección $\leq 300 mm^2$	90	240	170	138	107	98	76	62	53	48	43	
sección $> 300 mm^2$	70	215	152	124	96	87	68	55	48	43	39	
XLPE, EPR y HEPR	160	298	211	172	133	122	94	77	66	59	54	
HEPR Uo/U < 18/30 kV	145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51	

### 3.2.6 Intensidad máxima admisible de cortocircuito en la pantalla metálica

Para el cálculo de la intensidad máxima admisible de cortocircuito en la pantalla metálica se emplearán las fórmulas pertenecientes a la UNE 21192:

$$I = I_{cc} \cdot \varepsilon$$

I  $\equiv$  corriente de cortocircuito máxima admisible (A)

$I_{cc}$   $\equiv$  corriente de cortocircuito adiabática (A)

$\varepsilon$   $\equiv$  factor que contempla las pérdidas de calor en los componentes adyacentes.

- Corriente de cortocircuito adiabática.

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

$$I_{cc}^2 = \frac{1}{t} \left( S^2 \cdot K^2 \cdot \ln\left(\frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta}\right) \right)$$

Anexo 1: Cálculos justificativos

Con:

S: sección del conductor [ $mm^2$ ]

T: tiempo de duración del cortocircuito [s]

Icc: corriente de cortocircuito adiabática [A]

K: constante dependiente del material conductor.

$$Al = 148 \text{ A}\cdot\text{s}^{1/2}/\text{mm}^2 \text{ y } Cu = 226 \text{ A}\cdot\text{s}^{1/2}/\text{mm}^2$$

$\theta_f$ : temperatura límite de cortocircuito [ $^{\circ}\text{C}$ ]

$\theta_i$ : temperatura límite para servicio continuo [ $^{\circ}\text{C}$ ]

$\beta$ : inverso del coeficiente de variación de la resistencia con la temperatura del conductor.

$$Al=228 \text{ K y } Cu = 234,5 \text{ K.}$$

- Factor debido a las pérdidas de calor en el conductor.

$$\varepsilon = 1 + 0,61 \cdot M \cdot \sqrt{t} - 0,069 \cdot (M \cdot \sqrt{t})^2 + 0,0043 \cdot (M \cdot \sqrt{t})^3$$

Siendo:

t: tiempo de duración del cortocircuito [s]

$$M = \frac{\sqrt{\frac{\sigma_2}{\rho_2}} + \sqrt{\frac{\sigma_3}{\rho_3}}}{2 \cdot \sigma_1 \cdot \delta \cdot 10^{-3}} \cdot F$$

Donde:

$\sigma_2$  e  $\sigma_3$ : calor específico volumétrico del medio adyacente a la pantalla (J/K·m<sup>3</sup>)

$\rho_2$  e  $\rho_3$ : resistividades térmicas del medio adyacente a la pantalla (K·m/W)

$\sigma_1$ : calor específico volumétrico de la pantalla (J/K·m<sup>3</sup>)

$\delta$ : espesor de la pantalla (mm)

F: 0,9 de acuerdo con IEC 60949

- Corriente de cortocircuito máxima admisible.

$$I = I_{cc} \cdot \varepsilon$$

### 3.2.7 Caída de tensión

El cálculo de la caída de tensión se realiza mediante la fórmula:

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

Anexo 1: Cálculos justificativos

donde:

$\Delta U$ : caída de tensión [V]

I: corriente nominal [A]

R: resistencia del conductor en corriente alterna [ $\Omega$ /km]

X: reactancia media para el circuito [ $\Omega$ /km]

L: longitud de la línea [km]

La caída de tensión porcentual será:

$$\Delta U (\%) = \Delta U / U_{nominal}$$

### 3.2.8 Pérdida de potencia

El cálculo de las pérdidas producidas en la línea subterránea se realiza a partir de la siguiente fórmula:

$$P = 3 \cdot R \cdot L \cdot I^2$$

donde:

I: corriente nominal [A]

R: resistencia del conductor en corriente alterna [ $\Omega$ /km]

L: longitud de la línea [km]

La pérdida de potencia porcentual será:

$$P (\%) = P / P_{nominal}$$

### 3.2.9 Resultados cableado media tensión

Los resultados de los circuitos de media tensión se muestran en los siguientes subapartados:

#### 3.2.9.1 Intensidad máxima admisible

A continuación, se presentan los cálculos de las intensidades máximas admisibles del circuito de media tensión:

Tabla 18. Tabla de resultados intensidad admisible cableado media tensión (Circuito 1)

Origen	Destino	Sección (mm <sup>2</sup> )	Tipo de instalación	I <sub>adm</sub> (A)	F <sub>temp.</sub>	F <sub>terr.</sub>	F <sub>agrup.</sub>	F <sub>prof.</sub>	I <sub>max.adm.</sub> (A)	I <sub>instalación</sub> (A)
CT-01	CT-02	400	Directamente enterrado	470	1	1	0,82	1,015	391,18	187,75
CT-02	CT-03	400	Directamente enterrado	470	1	1	0,82	1,015	391,18	375,49
CT-03	SET ABEI 30/220 kV	400	Enterrado bajo tubo hormigonado (2 ternas)	450	1	1,1	0,75	1,015	376,82	281,62

Como se puede observar, se cumple el criterio de  $I_{instalación} < I_{max.adm.}$

Anexo 1: Cálculos justificativos

### 3.2.9.2 Intensidad máxima admisible en cortocircuito en conductor y pantalla metálica

La intensidad máxima admisible en cortocircuito para los conductores seleccionados es:

Tabla 19. Tabla de resultados intensidad admisible en cortocircuito en conductor

Sección (mm <sup>2</sup> )	Intensidad máxima admisible cortocircuito en el conductor (UNE 21192) (1 s.) (kA)	Intensidad máxima admisible cortocircuito en el conductor (ITC-LAT 06) (1 s.) (kA)
400	34,0	22,56

Como se puede comprobar, la intensidad máxima admisible en cortocircuito en el conductor es superior a 20 kA.

La intensidad máxima admisible en cortocircuito para la pantalla metálica seleccionada es:

Tabla 20. Tabla de resultados intensidad admisible en pantalla metálica

Sección (mm <sup>2</sup> )	Intensidad máxima admisible cortocircuito en la pantalla metálica (UNE 21192) (1 s.) (kA)
25	4,25

La pantalla metálica es capaz de soportar los 1.000 A de cortocircuito monofásico a tierra indicado en el apartado 6.3 de la ITC-LAT-06.

### 3.2.9.3 Caída de tensión y pérdida de potencia

A continuación, se presentan los cálculos de la caída de tensión y pérdida de potencia del circuito de media tensión:

Tabla 21. Tabla de resultados caída de tensión y pérdida de potencia cableado media tensión

Origen	Destino	Sección (mm <sup>2</sup> )	Potencia (MW)	I <sub>instalación</sub> (A)	Longitud (m)	R (ohm/km)	X (ohm/km)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)	Pérdida de potencia (kW)	Pérdida de potencia (%)
CIRCUITO 1											
CT-01	CT-02	400	8,333	187,75	23	0,0941	0,1028	2,7	0,009%	0,64	0,007%
CT-02	CT-03	400	17,332	375,49	23	0,0941	0,1028	5,4	0,018%	2,55	0,013%
CT-03	SET ABEI 30/220 kV	400	26	563,24	25	0,0941	0,1028	8,37	0,028%	5,94	0,020%

El factor de potencia es de 0,9.

Anexo 1: Cálculos justificativos

### 3.3 Cableado de alta tensión

#### 3.3.1 Datos de partida

A continuación, se resumen las principales características de la línea de evacuación soterrada:

Tabla 22. Características línea soterrada

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA	
Tipo de línea	SOTERRADA
EMPLAZAMIENTO	
Origen	SET ABEI 30/220 kV
Final	SE BARRUNDIA 220
Longitud (km)	2,305
Provincia	Álava
CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	
Frecuencia (Hz)	50
Tensión nominal Un (kV)	220
Tensión más elevada de la red Us (kV)	245
Categoría de la línea	Especial
Icc de la red (kA)	50
Tiempo de accionamiento de la protección del cable	0,5
Número de circuitos	1
Numero de conductores por fase	1
Disposición de los cables	SC TRIANGULO
Tipo de instalación	Bajo tubo hormigonado
Resistividad del terreno (K·m/W)	1,5
Resistividad del homrigón (K·m/W)	1
Temperatura del terreno (°C)	25
Factor de potencia	0,9
Tipo de conexión de las pantallas	Cross bonding
MATERIALES	
Conductor de fase (nº x tipo)	Cable 127/220 kV Single Core XLPE AL – 500 mm <sup>2</sup>
Material del tubo	Polietileno de alta densidad (PEAD)
CAPACIDAD MÁXIMA DE EVACUACIÓN DE LA LÍNEA	
Potencia máxima de transporte por circuito (MW)	206,63
Potencia máxima de transporte por circuito en invierno (MW)	247,96
Potencia máxima de transporte por circuito en verano (MW)	227,30



Anexo 1: Cálculos justificativos

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA	
Intensidad máxima de transporte por subconductor de fase (A)	542,28

### 3.3.2 Intensidad máxima admisible

#### 3.3.2.1 Zanja bajo tubo hormigonado

Para el cálculo de la intensidad máxima admisible se sigue la ITC-LAT 06 del RD 223/2008, según las hipótesis de las condiciones de instalación:

- Resistividad térmica del terreno: 1,5 K·m/W.
- Resistividad térmica del hormigón: 1,0 K·m/W
- Temperatura del terreno: 25°C.
- Profundidad de enterramiento máxima: 1,8 metros.

La corriente máxima admisible de la condición de la línea en el tramo más desfavorable de la línea es de 542,28 A.

#### 3.3.2.2 Perforación horizontal dirigida

- Resistividad térmica del terreno: 1,5 K·m/W.
- Temperatura del terreno: 25°C.
- Profundidad de enterramiento máxima: 3 metros.

La corriente máxima admisible de la condición de la línea en el tramo más desfavorable de la perforación horizontal dirigida es de 460,94 A, superior a la corriente nominal de la línea de evacuación.

### 3.3.3 Generalidades del cable

El conductor de la línea será un Cable 127/220 kV Single Core XLPE AL – 500 mm<sup>2</sup>, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE).

Tabla 23. Generalidades del cable

TENSIÓN MÁS ELEVADA	245 kV
TENSIÓN SOPORTADA A IMPULSOS	1050 kV
TEMPERATURA MÁXIMA ADMISIBLE EN EL CONDUCTOR EN SERVICIO PERMANENTE (°C)	90

Anexo 1: Cálculos justificativos

TEMPERATURA MÁXIMA ADMISIBLE EN EL CONDUCTOR EN RÉGIMEN DE CORTOCIRCUITO (°C)	250
---	-----

### 3.3.4 Intensidad máxima admisible de cortocircuito en el conductor

La línea subterránea tendrá una tensión de funcionamiento de 220 kV, así que tanto el aislamiento del cable y accesorios como las restantes características eléctricas corresponderán a esta tensión normalizada para la red de reparto. La sección del conductor a emplear será 500 mm<sup>2</sup> de Al.

Con la sección del conductor se determinará la máxima intensidad de cortocircuito mediante las fórmulas pertenecientes a la norma IEC 60949:

$$I = I_{cc} \cdot \varepsilon$$

Con:

- $I \equiv$  corriente de cortocircuito máxima admisible (A)
- $I_{cc} \equiv$  corriente de cortocircuito adiabática (A)
- $\varepsilon \equiv$  factor que contempla las pérdidas de calor en los componentes adyacentes.

Corriente de cortocircuito adiabática.

$$S^2 = \frac{I_{cc}^2 \cdot t}{K^2 \cdot \ln\left(\frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta}\right)} \quad I_{cc}^2 = \frac{1}{t} \left[ S^2 \cdot K^2 \cdot \ln\left(\frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta}\right) \right]$$

Con:

- $S \equiv$  sección del conductor (mm<sup>2</sup>)
- $t \equiv$  tiempo de duración del cortocircuito (s)
- $I_{cc} \equiv$  corriente de cortocircuito adiabática (A)
- $K \equiv$  constante dependiente del material conductor. Al = 148 A·s<sup>1/2</sup>/mm<sup>2</sup> y Cu = 226 A·s<sup>1/2</sup>/mm<sup>2</sup>
- $\theta_f \equiv$  temperatura límite de cortocircuito.
- $\theta_i \equiv$  temperatura límite para servicio continuo.

Anexo 1: Cálculos justificativos

- $\beta \equiv$  inverso del coeficiente de variación de la resistencia con la temperatura del conductor. Al=228 K y Cu = 234,5 K.

El conductor es de aluminio por lo que se tomarán las constantes propias de este material, una sección de 500 mm<sup>2</sup> y un tiempo de cortocircuito de 0,5 segundos.

$$I_{cc} = \sqrt{\frac{1}{t} \cdot \left[ S^2 \cdot K^2 \cdot \ln \left( \frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta} \right) \right]}$$

Factor debido a las pérdidas de calor en el conductor.

$$\varepsilon = \sqrt{1 + X \cdot \sqrt{\frac{t}{S}} + Y \cdot \left( \frac{t}{S} \right)}$$

Con:

- $\varepsilon \equiv$  factor que considera las pérdidas térmicas en el conductor
- X e Y  $\equiv$  factores dependientes de los materiales adyacentes. X = 0,57 (mm<sup>2</sup>/s)<sup>1/2</sup> e Y = 0,16 mm<sup>2</sup>/s para el aluminio.
- t  $\equiv$  tiempo de duración de cortocircuito (s)
- S  $\equiv$  sección del conductor (mm<sup>2</sup>)
- Corriente de cortocircuito máxima admisible.

$$I = I_{cc} \cdot \varepsilon$$

### 3.3.5 Intensidad máxima admisible de cortocircuito en la pantalla metálica

La sección de la pantalla será 95 mm<sup>2</sup>. La intensidad de cortocircuito máxima se determinará con las siguientes fórmulas:

$$I = I_{cc} \cdot \varepsilon$$

- I  $\equiv$  corriente de cortocircuito máxima admisible (A)
- I<sub>cc</sub>  $\equiv$  corriente de cortocircuito adiabática (A)
- $\varepsilon \equiv$  factor que contempla las pérdidas de calor en los componentes adyacentes.
- Corriente de cortocircuito adiabática.

Anexo 1: Cálculos justificativos

$$S^2 = \frac{I_{cc}^2 \cdot t}{K^2 \cdot \ln\left(\frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta}\right)} \quad I_{cc}^2 = \frac{1}{t} \left[ S^2 \cdot K^2 \cdot \ln\left(\frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta}\right) \right]$$

Con:

- $S \equiv$  sección del conductor (mm<sup>2</sup>)
- $t \equiv$  tiempo de duración del cortocircuito (s)
- $I_{cc} \equiv$  corriente de cortocircuito adiabática (A)
- $K \equiv$  constante dependiente del material conductor. Al= 148 A·s<sup>1/2</sup>/mm<sup>2</sup> y Cu= 226 A·s<sup>1/2</sup>/mm<sup>2</sup>
- $\theta_f \equiv$  temperatura límite de cortocircuito.
- $\theta_i \equiv$  temperatura límite para servicio continuo.
- $\beta \equiv$  inverso del coeficiente de variación de la resistencia con la temperatura del conductor. Al=228 K y Cu = 234,5 K.

$$I_{cc} = \sqrt{\frac{1}{t} \cdot \left[ S^2 \cdot K^2 \cdot \ln\left(\frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta}\right) \right]}$$

Según el fabricante, la intensidad máxima de cortocircuito en las pantallas es de 47,2 kA

- Factor debido a las pérdidas de calor en el conductor.

$$\varepsilon = 1 + 0,61 \cdot M \cdot \sqrt{t} - 0,069 \cdot (M \cdot \sqrt{t})^2 + 0,0043 \cdot (M \cdot \sqrt{t})^3$$

Siendo:

- $t \equiv$  tiempo de duración del cortocircuito (s)
- $M$ :

$$M = \frac{\left( \sqrt{\frac{\sigma_2}{\rho_2}} + \sqrt{\frac{\sigma_3}{\rho_3}} \right)}{2 \cdot \sigma_1 \cdot \delta \cdot 10^{-3}} \cdot F$$

Com:

- $\sigma_2$  e  $\sigma_3 \equiv$  calor específico volumétrico del medio adyacente a la pantalla (J/K·m<sup>3</sup>)
- $\rho_2$  e  $\rho_3 \equiv$  Resistividades térmicas del medio adyacente a la pantalla (K·m/W)
- $\sigma_1 \equiv$  calor específico volumétrico de la pantalla (J/K·m<sup>3</sup>)
- $\delta \equiv$  espesor de la pantalla (mm)

Anexo 1: Cálculos justificativos

- $F \equiv 0,7$  de acuerdo con IEC 60949
- Corriente de cortocircuito máxima admisible.

$$I = I_{cc} \cdot \varepsilon$$

### 3.3.6 Parámetros de la línea

#### 3.3.6.1 Cálculo de la resistencia

La resistencia del conductor en corriente alterna a la temperatura máxima de servicio en el tramo más desfavorable se ha calculado con la siguiente expresión:

$$R = R_{cc} \cdot (1 + y_s + y_p)$$

siendo:

- $R \equiv$  Resistencia del conductor en corriente alterna  $\Omega/\text{km}$
- $R_{cc} \equiv$  resistencia óhmica en c.c. a la temperatura de operación en  $\Omega/\text{km}$ .
- $y_s \equiv$  factor de efecto pelicular.
- $y_p \equiv$  factor de proximidad.

Los factores son calculados de acuerdo con la norma UNE 21144.

- Factor de efecto pelicular ( $y_s$ )

$$y_s = \frac{x_s^4}{192 + 0,8 \cdot x_s^4} \quad \text{tal que } x_s^2 = \frac{8 \Pi f}{R_{cc}} \cdot 10^{-7} K_s$$

- " $f$ " es la frecuencia de la corriente de alimentación, en hercios.
- Los valores  $K_s$  vienen determinados en la tabla siguiente:

Tabla 24. Tabla de efectos pelicular y de proximidad UNE 21144

Tipo de conductor	Secado e impregnado o no	$k_s$	$k_p$
Circular, cableado	Sí	1	0,8

La resistencia en corriente continua del conductor a la temperatura máxima de servicio es:

$$T = T_{amb} + (T_{max} - T_{amb}) \cdot (I/I_{max})^2$$

$$R_T = R_0 \cdot [1 + \alpha \cdot [T - 20]]$$

Con ese valor, se procede al cálculo del factor de efecto pelicular:

"BESS BARRUNDIA" 26 MW / 120,36 MWh

Anexo 1: Cálculos justificativos

$$x_s^2 = \frac{8 \cdot \pi \cdot f}{R_{cc}} \cdot 10^{-7} \cdot K_s$$

$$y_s = \frac{x_s^4}{192 + 0,8 \cdot x_s^4}$$

Factor de efecto proximidad ( $y_p$ )

$$y_p = \frac{x_p^4}{192 + 0,8 x_p^4} \cdot \left( \frac{dc}{s} \right)^2 \cdot \left[ 0,312 \cdot \left( \frac{dc}{s} \right)^2 + \frac{1,18}{\frac{x_p^4}{192 + 0,8 x_p^4} + 0,27} \right]$$

$$x_p^2 = \frac{8 \cdot \pi \cdot f}{R_{cc}} \cdot 10^{-7} \cdot K_p$$

Donde:

- dc = es el diámetro del conductor (mm)
- s= es la distancia entre ejes de los conductores (mm)

### 3.3.6.2 Cálculo de la reactancia

La reactancia para el cable elegido se calcula mediante de la siguiente formula:

$$X_L = \omega \cdot L \left[ \frac{\Omega}{km} \right]$$

Donde:

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$$

Con:

- f ≡ frecuencia (Hz)

$$L = \left( 0,05 + 0,2 \cdot \ln \left( \frac{2 \cdot DMG}{d_c} \right) \right) \cdot 10^{-3} \left[ \frac{H}{km} \right]$$

Con:

Anexo 1: Cálculos justificativos

- DMG  $\equiv$  distancia media geométrica entre conductores (mm)

$$DMG = \sqrt[3]{a_1 \cdot a_2 \cdot a_3}$$

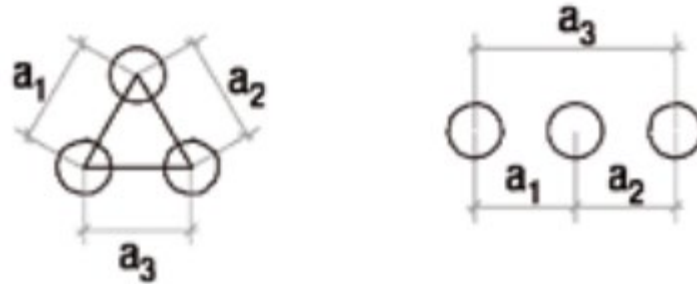


Imagen 2. Disposición de circuito

- $d_c \equiv$  diámetro del conductor (mm)

### 3.3.6.3 Cálculo de la capacidad

La reactancia para el cable elegido se calcula mediante de la siguiente formula:

$$C = \frac{0,0241 \cdot \varepsilon}{\log\left(\frac{D}{d}\right)} \left[ \frac{\mu F}{km} \right]$$

Donde:

- $\varepsilon \equiv$  constante dieléctrica del aislamiento. Tendrá un valor de 2,5 para XLPE y 3 para HEPR.
- $D \equiv$  diámetro de la capa aislante (mm)
- $d \equiv$  diámetro del conductor (mm)

### 3.3.6.4 Susceptancia de la línea

La susceptancia de la la línea se calcula a partir de la capacidad según la siguiente expresión:

$$B = C \cdot \omega$$

$C$  = Capacidad media de la línea.

$\omega$  = Pulsación de corriente

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$$

### 3.3.7 Caída de tensión

El cálculo de la caída de tensión se realiza mediante la fórmula:

Anexo 1: Cálculos justificativos

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

donde:

- $I \equiv$  corriente nominal (A)
- $R \equiv$  resistencia del conductor en corriente alterna ( $\Omega/\text{km}$ )
- $X \equiv$  reactancia media para el circuito ( $\Omega/\text{km}$ )
- $L \equiv$  longitud de la línea (km)

### 3.3.8 Pérdidas de potencia

El cálculo de las pérdidas producidas en la línea subterránea se realiza a partir de la siguiente fórmula:

$$P = 3 \cdot R \cdot L \cdot I^2$$

donde:

- $I \equiv$  corriente nominal (A)
- $R \equiv$  resistencia del conductor en corriente alterna ( $\Omega/\text{km}$ )
- $L \equiv$  longitud de la línea (km).

### 3.3.9 Cálculo de pérdidas dieléctricas

Según la norma UNE 21144, el cálculo de estas pérdidas no debe tenerse en cuenta para el caso objeto de estudio, pues la tensión simple fase-tierra es inferior a la que esta norma para su consideración.



Anexo 1: Cálculos justificativos

### 3.3.10 Cuadro resumen de los cálculos eléctricos

Tabla 25. *Resumen de cálculos eléctricos*

CÁLCULOS ELÉCTRICOS	VALORES
TENSIÓN NOMINAL DE LA LÍNEA (kV)	220
TENSIÓN MÁS ELEVADA (kV)	245
FRECUENCIA (Hz)	50
POTENCIA DE TRANSPORTE (MW)	26
INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE (A)	460,94
CAÍDA DE TENSIÓN TOTAL (V)	24,81
CAÍDA DE TENSIÓN (%)	0,01
PÉRDIDA DE POTENCIA TOTAL (kW)	2,70
PÉRDIDA DE POTENCIA (%)	0,01

## 4 RED DE TIERRAS INFERIORES SET ABEI 30/220 kV

La red de tierras inferiores que protegerá la instalación, teniendo en consideración la corriente monofásica a tierra en el sistema de 220 kV, se diseñará de forma que se consigan despejar las corrientes de defecto máximas que en ella se den, consiguiendo unos niveles de tensión de paso y contacto seguros.

Se dotará a la instalación de una malla de tierra inferior enterrada a 0,80 m de profundidad desde el N.T.E., que se extenderá hacia el exterior del cerramiento perimetral y que permita reducir las tensiones de paso y de contacto a niveles admisibles, anulando el peligro de electrocución del personal que transite tanto por el interior como por el exterior de la instalación.

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

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

- Los chasis y bastidores de aparatos de maniobra.
- Los envoltentes de los conjuntos de armarios metálicos.
- Las puertas metálicas de los locales.
- Las vallas y cercas metálicas.
- Las estructuras y armaduras metálicas del edificio que contenga instalaciones de alta tensión.
- Las armaduras metálicas de los cables.
- Las tuberías y conductos metálicos.
- Las carcasas de transformadores, generadores, motores y otras máquinas.
- Pantalla de separación de los circuitos primario y secundario de los transformadores de medida o protección.

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

- Los neutros de los transformadores, que lo precisen, en instalaciones o redes con neutro a tierra de forma directa o a través de resistencias o bobinas.

Anexo 1: Cálculos justificativos

- El neutro de los alternadores y otros aparatos o equipos que lo precisen.
- Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida o protección, salvo que existan pantallas metálicas de separación conectadas a tierra entre los circuitos de alta y baja tensión de los transformadores.
- Los limitadores, descargadores, autoválvulas, pararrayos, para eliminación de sobretensiones o descargas atmosféricas.

Para la puesta a tierra de las masas de utilización de las instalaciones de baja tensión se seguirán los criterios establecidos en la ITC-BT-18 del Reglamento electrotécnico para baja tensión

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

A continuación, se presentan los cálculos justificativos de la malla de puesta a tierra.

Para su obtención se han supuesto como hipótesis la intensidad de falta a tierra máxima de la subestación SET ABEI 30/220 kV cuyo valor es de 8,3 kA para el cortocircuito monofásico en el sistema de 220 kV y 0,5 kA para el cortocircuito monofásico en el sistema de 30 kV limitado por la reactancia de puesta a tierra.

Atendiendo a la Instrucción Técnica Complementaria ITC-RAT 13 (Instalaciones de puesta a tierra) y considerando que el terreno está formado principalmente por rocas sedimentarias y arcillas compactadas, se considerará que la resistividad del terreno es de 200  $\Omega \cdot m$ . Además, para conductores de puesta a tierra de cobre deben cumplirse las siguientes premisas:

- Requisito térmico (1 s): 160 A/mm<sup>2</sup> con un mínimo de 20 mm<sup>2</sup>.
- Requisito mecánico (corrosión): sección mínima de 50 mm<sup>2</sup>.

Basado en la corriente calculada y en la sección del conductor se tiene:

- Capacidad térmica del conductor: 160 A/mm<sup>2</sup> x 95 mm<sup>2</sup> = 15,2 kA.
- El calibre del conductor es superior al mínimo requerido por características mecánicas (corrosión).

Anexo 1: Cálculos justificativos

**DISEÑO DE LA MALLA DE TIERRA SEGÚN IEEE-80**

**DATOS ELÉCTRICOS DE LA RED.**

- Frecuencia de la red.....50 Hz
- Relación de impedancias ( $X''/R$ ).....7,5
- Temperatura ambiente.....40°C
- Tiempo de despeje de la falta.....0,5 s
- Niveles de tensión existentes.....220 kV.....30 kV
- Nivel de tensión en que se produce la falta.....220 kV
- Corriente de falta a tierra.....8,3 kA
- Factor de proyección.....1
- Neutro puesto rígidamente a tierra.

**DATOS DEL TERRENO.**

- Espesor de la capa superficial.....0,1 m
- Resistividad de la capa superficial.....3000  $\Omega$ m
- Resistividad del terreno.....200  $\Omega$ m
- ❖ La capa superficial cubre la totalidad de la plataforma de la instalación

**DATOS DE LOS CONDUCTORES DE TIERRA.**

- Coeficiente térmico de resistividad a temperatura de referencia 20°C( $\alpha_1$ ).....0,00393 °C<sup>-1</sup>
- $K_0 = 1/\alpha_0$  (con  $\alpha_0$  = coeficiente térmico de resistividad a 0°C).....234 °C
- Resistividad a la temperatura de referencia 20°C.....1,72  $\mu\Omega$ /cm
- Factor de capacidad térmica (TCAP).....3,42 J/cm<sup>3</sup>/°C
- Temperatura máxima permisible.....300 °C

**DATOS GEOMÉTRICOS**

- Profundidad de la malla (h).....0,8 m
- Superficie total ocupada por la malla de tierra.....1984 m<sup>2</sup>
- Longitud del perímetro de la malla.....180 m
- Longitud del lado mayor de la malla.....62 m
- Longitud del lado menor de la malla.....32 m
- Distancia máxima entre dos puntos de la malla.....62 m
- Número de conductores paralelo al lado mayor.....17
- Número de conductores paralelo al lado menor.....9
- Espaciado medio entre conductores paralelos.....4 m
- Espaciado máximo entre conductores paralelos.....4 m
- Longitud total de conductor.....1130,89 m
- Número de picas a lo largo del perímetro de la malla.....4
- Longitud de cada una de las picas perimetrales.....3 m
- Número de picas interiores.....0

Anexo 1: Cálculos justificativos

- Longitud de cada una de las picas interiores.....0 m

**DATOS DE LAS LÍNEAS**

- Número de alimentadores.....1
- Número de líneas de distribución.....2
- Factor de división de la corriente de falta según IEEE-80.....0,3

**DETERMINACIÓN DEL CALIBRE DEL CONDUCTOR DE LA RED DE TIERRAS SEGÚN IEEE80**

$$I_F = D_F \cdot I_f \cdot C_p$$

Siendo:

$I_F = 8'68761$ , corriente asimétrica efectiva de falta

$D_F = 1'0467$ , factor de decremento según IEEE80

$I_f = 8'3$ , corriente de cortocircuito en kA

$C_p = 1$ , factor de proyección

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

Donde:

A = área del conductor en mm<sup>2</sup>.

$I_F$  = corriente asimétrica efectiva de falta

$T_c$  = tiempo de duración de la corriente de falta en segundos: 0,5 s

$\alpha_r$  = coeficiente térmico de resistividad en 1/°C

$\rho_r$  = resistividad relativa del cobre

TCAP = Factor de capacidad térmica del conductor

$T_m$  = Temperatura máxima permisible en el conductor

$T_a$  = Temperatura ambiente promedio del sitio

$K_0$  = Inverso del coeficiente térmico de resistividad a 0°C

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

**A = 95 mm<sup>2</sup>**

**DETERMINACIÓN DE LAS TENSIONES CRÍTICAS TOLERABLES POR EL CUERPO HUMANO.**

**TENSIÓN DE PASO Y TENSIÓN DE CONTACTO SEGÚN IEEE80**

Factor de reducción de la resistividad de la capa superficial:

"BESS BARRUNDIA" 26 MW / 120,36 MWh

Anexo 1: Cálculos justificativos

$$C_s = 1 - \frac{0,09 \cdot \left(1 - \frac{\rho}{\rho_s}\right)}{2h_s + 0,09}$$

Donde:

$C_s$  = Factor de disminución de la capa superficial: 0,71

$\rho$  = Resistividad del Terreno: 200,00  $\Omega\text{m}$

$\rho_s$  = Resistividad de la capa de acabado: 3.000,00  $\Omega\text{m}$

$h_s$  = Espesor de la capa de acabado: 0,1 m

$t_s$  = Tiempo de exposición a la corriente de falta: 0,5 s

Cálculo de la tensión de contacto crítica admisible:

$$E_{touch\ 70\ kg} = (1.000 + (1,5 \cdot C_s \cdot \rho_s)) \cdot \frac{0,157}{\sqrt{t_s}}$$

$$E_{contacto} = 931,42\ V$$

Cálculo de la tensión de de paso crítica admisible:

$$E_{step\ 70\ kg} = (1.000 + (6 \cdot C_s \cdot \rho_s)) \cdot \frac{0,157}{\sqrt{t_s}}$$

$$E_{paso} = 3059,59\ V$$

**CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA SEGÚN IEEE80**

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

Donde:

$R_g$  = Resistencia de malla de tierra: 0,384  $\Omega$

$\rho$  = Resistividad del terreno: 200,00  $\Omega\text{m}$

$A$  = Área ocupada por la malla de tierra en  $\text{m}^2$ : 1984  $\text{m}^2$

$L_T$  = Longitud total de conductores enterrados: 1130,89 m

$h$  = profundidad de la malla en m: 0,80 m

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

$$I_g = S_f \cdot I_f$$

Donde:

Anexo 1: Cálculos justificativos

$I_g$  = Corriente simétrica de red de tierras: 2,490 kA

$S_f$  = Factor de división de la corriente de falta según IEEE80: 0,3

$I_f$ : Corriente de falta: 8,3 kA

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

$$I_G = D_f \cdot I_g \cdot C_p$$

Donde:

$I_G$  = Corriente máxima en la red de tierras: 2,606 kA

$D_f$  = Factor de decremento: 1,0467

$I_g$  = Corriente simétrica de red de tierras: 2,490 kA

$C_p$  = Factor de proyección: 1

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

$$GPR = R_g \cdot I_G$$

GPR = Potencial de la malla relativa a tierra remota: 1,0007 kV

$R_g$  = Resistencia de malla de tierra de la instalación: 0,384  $\Omega$

$I_g$  = Corriente simétrica de red de tierras: 2,606 kA

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

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

Donde:

$E_m$  = tensión máxima de contacto: 862,90 V

$K_m$  = Factor de espaciado de la malla: 1,207

$K_i$  = Factor de corrección por geometría en forma de malla: 1,58

$\rho$  = Resistividad promedio del terreno en  $\Omega m$ : 200,00  $\Omega m$

$I_G$  = Corriente máxima en la red de tierras en A: 2606,28 A

$L_m$  = Longitud efectiva del cable y pica para tensión de paso en metros: 1152,01 m

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

Anexo 1: Cálculos justificativos

Donde:

$K_m$  = Factor de espaciado de la malla: 1,207

$D$  = Espaciado entre conductores paralelos: 4 m

$d$  = Diámetro de los conductores de la malla: 0,0126 m

$h$  = Profundidad de enterramiento de la malla: 0,80 m

$K_{ii}$  = Factor de corrección (picas en las esquinas): 1

$K_h$  = Factor de enterramiento: 1,34

$n$  = Factor de geometría: 6,336

$$K_h = \sqrt{1 + \frac{h}{h_0}}$$

Donde:

$K_h$  = Factor de enterramiento de la malla: 1,34

$h$  = Profundidad de enterramiento de la malla: 0,8 m

$h_0$  = Referencia de profundidad de la malla: 1,00 m

$$L_m = L_c + \left[ 1.55 + 1.22 \left( \frac{L_R}{\sqrt{L_x^2 + L_y^2}} \right) \right] L_R$$

Donde:

$L_m$ : Longitud efectiva de cable y pica para tensión de retícula: 1152,01 m

$L_c$ : Longitud total del cable enterrado: 1130,89 m

$L_r$ : Longitud promedio de cada pica de tierra: 3 m

$L_R$ : Longitud total de picas enterradas: 12 m

$L_x$ : Longitud máxima de la malla en eje X: 62 m

$L_y$ : Longitud máxima de la malla en eje Y: 32 m

$n$ : Factor de geometría (aunque **no aparece** en esta fórmula directamente)

$$n = n_a \cdot n_b \cdot n_c \cdot n_d = 6,336$$

$$n_a = \frac{2L_c}{L_p} = 12,57$$



Anexo 1: Cálculos justificativos

$$n_b = \sqrt{\frac{L_p}{4\pi\sqrt{A}}} = 0,567$$

$$n_c = \left(\frac{L_x L_y}{A}\right)^{\frac{0.7A}{L_x L_y}} = 1$$

$$n_d = \frac{D_m}{\sqrt{L_x^2 + L_y^2}} = 0,889$$

Donde:

$L_p$  = Longitud del perímetro de la malla: 180 m

$A$  = Área ocupada por la malla de tierras: 1984 m<sup>2</sup>

$D_m$  = Distancia máxima entre 2 puntos cualquiera de la malla de tierra: 62 m

$$K_i = 0,644 + 0,148 \cdot n$$

Donde:

$K_i$  = Factor de corrección por geometría en forma de malla: 1,58

$n$  = factor de geometría: 6,336

**DETERMINACIÓN DE LA TENSIÓN MÁXIMA DE PASO DURANTE LA FALTA SEGÚN IEEE80**

$$E_s = \frac{K_s \cdot K_i \cdot \rho \cdot I_G}{L_s}$$

Donde:

$E_s$  = tensión máxima de paso: 327,18 V

$K_s$  = Factor de espaciamiento para el voltaje de paso: 0,341

$K_i$  = Factor de corrección por geometría en forma de malla: 1,58

$\rho$  = Resistividad promedio del terreno en  $\Omega\text{m}$ : 200

$I_G$  = Corriente máxima en la red de tierras en A: 2606,28 A

$L_s$  = Longitud efectiva del cable y pica para tensión de paso en metros: 858,36 m

$$K_s = \frac{1}{\pi} \left[ \frac{1}{2h} + \frac{1}{D+h} + \frac{1}{D} (1 - 0,5^{n-2}) \right]$$

Donde:

$K_s$  = Factor de espaciamiento para el voltaje de paso: 0,341

$D$  = Espaciamiento entre conductores paralelos: 4 m

Anexo 1: Cálculos justificativos

$h$  = Profundidad de enterramiento de la malla: 0,80 m

$n$  = Factor de geometría: 6,336

$$L_S = 0.75 L_C + 0.85 L_R$$

Donde:

$L_S$  = Longitud efectiva del cable y pica para tensión de paso: 858,36 m

$L_C$  = Longitud total del cable enterrado: 1130,89 m

$L_R$  = Longitud total de picas enterradas: 12 m

**CRITERIO DE VALIDACIÓN DEL MODELO SEGÚN IEEE80**

- Tensión de paso:  
 $E_s = 327,18 \text{ V} < 3059,59 \text{ V}$ . **SI CUMPLE**
- Tensión de contacto:  
 $E_m = 862,90 \text{ V} < 931,42 \text{ V}$ . **SI CUMPLE**

**VALORES ADMISIBLES DE LAS TENSIONES DE PASO Y CONTACTO (Según ITC-RAT 13)**

$$U_c = U_c = U_{ca} \left[ 1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2Z_B} \right] = U_{ca} \left[ 1 + \frac{R_{a1} + 1,5\rho_s}{1000} \right], \text{ tensión de contacto máxima admisible}$$

$$U_p = U_{pa} \left[ 1 + \frac{2R_{a1} + 2R_{a2}}{Z_B} \right] = 10U_{ca} \left[ 1 + \frac{2R_{a1} + 6\rho_s}{1000} \right], \text{ tensión de paso máxima admisible}$$

$$U_{ca} = 204 \text{ V}$$

**Donde:**

$U_{ca}$  = valor admisible de la tensión de contacto: 204 V

$Z_B$  = resistencia del cuerpo humano de 1000  $\Omega$

$R_{a1}$  = resistencia del calzado 2000  $\Omega$

$r_s$  = resistencia superficial aparente del terreno  $\Omega\text{m}$ : 2030,07  $\Omega\text{m}$

Coeficiente de reducción de resistividad de la capa superficial:

$$C_s = 1 - 0,106 \left( \frac{1 - \frac{\rho}{\rho^*}}{2h_s + 0,106} \right)$$

$C_s$  = Coeficiente de reducción de la resistividad de la capa superficial: 0,6767

$r_s$  = resistencia superficial aparente del terreno  $\Omega\text{m}$  ( $3000 \Omega\text{m} \times 0,6767$ ) = 2030,07  $\Omega\text{m}$

$h_s$  = espesor de la capa superficial en metros: 0,1 m

Anexo 1: Cálculos justificativos

$\rho$  = resistividad del terreno natural: 200  $\Omega\text{m}$

$\rho^*$  = resistividad de la capa superficial: 3000  $\Omega\text{m}$

- Tensión de contacto admisible: 1029,21 V
- Tensión de paso admisible: 35048,42 V

**CRITERIO DE VALIDACIÓN DEL MODELO (Según ITC-RAT 13)**

- Tensión de paso:  
 $E_s = 327,18 \text{ V} < 35048,42$ . **SI CUMPLE**
- Tensión de contacto:  
 $E_m = 862,90 \text{ V} < 1029,21 \text{ V}$ . **SI CUMPLE**

## 5 CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

### 5.1 Introducción

Los campos electromagnéticos son aquellos campos generados por el paso de una corriente eléctrica a través de un material conductor. Las ecuaciones de Biot y Savart permiten analizar el campo que produce una corriente eléctrica:

$$dB = \frac{\mu_0 I d\vec{l} \times \vec{u}_r}{4\pi \cdot r^2} \quad (1)$$

- $d\vec{B}$  es la contribución elemental de campo magnético generado por la corriente  $I$  en el punto situado en la posición que apunta el vector  $\vec{u}_r$  a una distancia  $r$  respecto del elemento infinitesimal de longitud  $d\vec{l}$ .
- $d\vec{l}$  es el vector elemento infinitesimal de longitud, que indica la dirección de la corriente en cada punto del circuito.
- $\vec{u}_r$  el vector unitario que señala la posición del punto P, situado a una distancia  $r$ , respecto del elemento de corriente  $d\vec{l}$ .

Para el cálculo del campo electromagnético generado por un conductor rectilíneo indefinido por el que circula una corriente  $I$ , se puede establecer de la siguiente manera:

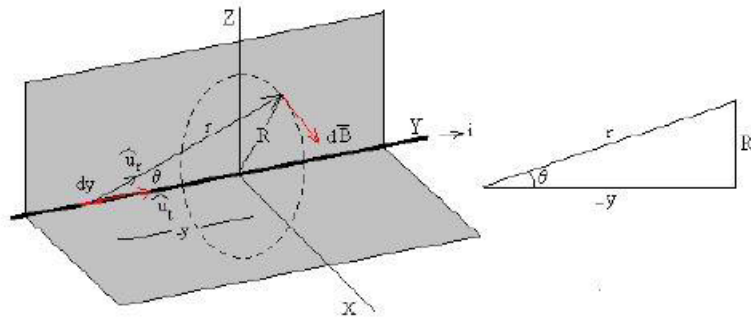


Imagen 3. Esquema del campo circular generado por un conductor recto infinito a una distancia  $R$  del mismo

El campo magnético  $\vec{B}$ , producido en el punto P, tiene una dirección perpendicular al plano formado por la corriente rectilínea y el propio punto.

Integrando la ecuación de Biot y Savart se puede obtener su módulo:

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \int \frac{|\vec{d}\vec{l} \times \vec{u}_r|}{r^2} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \int \frac{\sin \vartheta}{r^2} dl = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \frac{\sin \vartheta}{r^2} d\vartheta = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \quad (2)$$

Anexo 1: Cálculos justificativos

Donde:

B: módulo de la inducción magnética [T]

$\mu_0$ : permeabilidad magnética del aire (considerada como la del vacío) =  $4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} [T \cdot m \cdot A^{-1}]$

I: corriente que circula por el conductor [A]

R: distancia entre el punto P y el conductor [m]

En el caso del proyecto, se trata de un circuito trifásico con sus tres fases en paralelo. El cálculo es más elaborado, pero se puede realizar partiendo de la ecuación (2) en forma de corriente alterna:

$$B(t) = \frac{\mu_0 I(t)}{2\pi r} \quad (3)$$

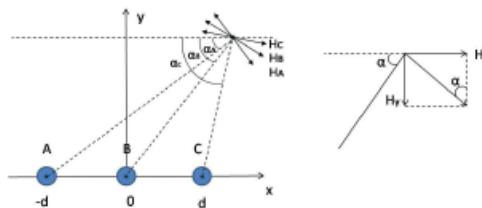


Imagen 4. Esquema de los campos oscilantes generados por cada fase

A su vez, el campo se puede descomponer en función de los ejes x e y utilizando el ángulo  $\alpha$  como se muestra en la Imagen 2:

$$B_x(t) = B(t) \sin \alpha \quad (4)$$

$$B_y(t) = B(t) \cos \alpha \quad (5)$$

En este caso, el ángulo  $\alpha$  de la fase central será de  $90^\circ$ , situado a una distancia h en el eje y. De esta forma se calculan las componentes x e y del campo inducido por cada fase del circuito como se muestra en las ecuaciones (6) a (10), en las que la primera fracción representa B(t) y la segunda es el seno o el coseno según corresponda:

$$B_{Ax} = \frac{\mu_0 I_0 \sin(\omega t - 120^\circ)}{2\pi \sqrt{h^2 + d^2}} \frac{h}{\sqrt{h^2 + d^2}} \quad (6)$$

Anexo 1: Cálculos justificativos

$$B_{Ay} = \frac{\mu_0 I_0 \text{sen}(\omega t - 120^\circ)}{2\pi\sqrt{h^2 + d^2}} \frac{(-d)}{\sqrt{h^2 + d^2}} \quad (7)$$

$$B_{Bx} = \frac{\mu_0 I_0 \text{sen}(\omega t)}{2\pi\sqrt{h^2 + d^2}} \quad (8)$$

$$B_{Cx} = \frac{\mu_0 I_0 \text{sen}(\omega t + 120^\circ)}{2\pi\sqrt{h^2 + d^2}} \frac{(-d)}{\sqrt{h^2 + d^2}} \quad (9)$$

$$B_{Cy} = \frac{\mu_0 I_0 \text{sen}(\omega t + 120^\circ)}{2\pi\sqrt{h^2 + d^2}} \frac{d}{\sqrt{h^2 + d^2}} \quad (10)$$

Agrupando las componentes de cada fase, se obtienen las componentes del campo total generado por el circuito:

$$B_x = \frac{\mu_0 I_0}{2\pi} \left( \frac{\text{sen}(\omega t + 120^\circ)}{2\pi\sqrt{h^2 + d^2}} \frac{h}{\sqrt{h^2 + d^2}} + \frac{\text{sen}(\omega t)}{h} + \frac{\text{sen}(\omega t + 120^\circ)}{2\pi\sqrt{h^2 + d^2}} \frac{h}{\sqrt{h^2 + d^2}} \right) \quad (11)$$

$$B_y = \frac{\mu_0 I_0}{2\pi} \left( -\frac{\text{sen}(\omega t + 120^\circ)}{\sqrt{h^2 + d^2}} \frac{d}{\sqrt{h^2 + d^2}} + \frac{\text{sen}(\omega t + 120^\circ)}{\sqrt{h^2 + d^2}} \frac{h}{\sqrt{h^2 + d^2}} \right) \quad (12)$$

Por otro lado, el valor eficaz del campo oscilante B(t) se calcula como indica la ecuación:

$$B_{rms}^2 = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} (B_x^2 + B_y^2) d\omega t \quad (13)$$

Las componentes del campo elevadas al cuadrado son:

$$\begin{aligned} B_x^2 = & \frac{\mu_0^2 I_0^2}{4\pi^2} \left( \frac{\text{sen}^2(\omega t - 120^\circ) h^2}{(h^2 + d^2)^2} + \frac{\text{sen}(\omega t)}{h} + \frac{\text{sen}^2(\omega t + 120^\circ) h^2}{(h^2 + d^2)^2} \right. \\ & + 2 \frac{\text{sen}(\omega t - 120^\circ) \text{sen}(\omega t) h^2}{h^2 + d^2} + 2 \frac{\text{sen}(\omega t - 120^\circ) \text{sen}(\omega t + 120^\circ) h^2}{(h^2 + d^2)^2} \\ & \left. + 2 \frac{\text{sen}(\omega t + 120^\circ) \text{sen}(\omega t)}{h^2 + d^2} \right) \quad (14) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B_y^2 = & \frac{\mu_0^2 I_0^2}{4\pi^2} \left( \frac{\text{sen}^2(\omega t - 120^\circ) d^2}{(h^2 + d^2)^2} + \frac{\text{sen}^2(\omega t + 120^\circ) d^2}{(h^2 + d^2)^2} \right. \\ & - 2 \frac{\text{sen}(\omega t - 120^\circ) \text{sen}(\omega t + 120^\circ) d^2}{(h^2 + d^2)^2} \\ & \left. + 2 \frac{\text{sen}(\omega t + 120^\circ) \text{sen}(\omega t)}{h^2 + d^2} \right) \quad (15) \end{aligned}$$

Anexo 1: Cálculos justificativos

Introduciendo las ecuaciones (14) y (15) en la ecuación (13) y realizando la integral se obtiene el valor eficaz del campo magnético inducido:

$$B_{rms}^2 = \frac{\mu_0^2 I_0^2}{8\pi^3} \left( \frac{\pi h^2}{(h^2 + d^2)^2} + \frac{\pi}{h^2} + \frac{\pi h^2}{(h^2 + d^2)^2} - \frac{\pi}{h^2 + d^2} - \frac{\pi h^2}{(h^2 + d^2)^2} - \frac{\pi}{h^2 + d^2} + \frac{\pi d^2}{(h^2 + d^2)^2} + \frac{\pi d^2}{(h^2 + d^2)^2} + \frac{\pi d^2}{(h^2 + d^2)^2} \right) \quad (16)$$

Si la ecuación (16) se pone bajo un único denominador común y se simplifica, resulta lo siguiente:

$$\begin{aligned} B_{rms}^2 &= \frac{\mu_0^2 I_0^2}{8\pi^2} \left( \frac{h^2}{(h^2 + d^2)^2} + \frac{1}{h^2} - \frac{2}{h^2 + d^2} + \frac{3d^2}{(h^2 + d^2)^2} \right) \\ &= \frac{\mu_0^2 I_0^2}{8\pi^2} \left( \frac{h^4 + (h^2 + d^2)^2 - 2h^2(h^2 + d^2) + 3h^2 d^2}{(h^2 + d^2)^2 h^2} \right) \\ &= \frac{\mu_0^2 I_0^2}{8\pi^2} \left( \frac{d^4 + 3h^2 d^2}{(h^2 + d^2)^2 h^2} \right) \quad (17) \end{aligned}$$

Finalmente, el valor eficaz del campo inducido por el circuito trifásico es:

$$B_{rms,\infty} = \frac{\mu_0 I_0}{2\sqrt{2}\pi} \frac{d(d^2 + 3h^2)^{1/2}}{h(h^2 + d^2)} = \frac{\mu_0 I_{rms}}{2\pi} \frac{d(d^2 + 3h^2)^{1/2}}{h(h^2 + d^2)} \quad (18)$$

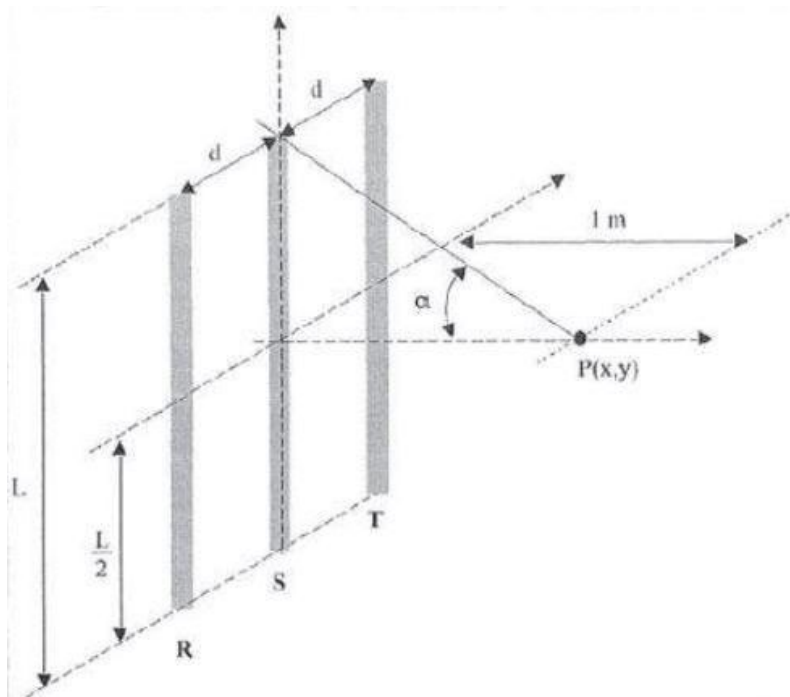


Imagen 5. Esquema de la configuración trifásica y el punto crítico P

Anexo 1: Cálculos justificativos

La ecuación (18) representa el valor eficaz del campo magnético inducido por un circuito trifásico de longitud infinita. De manera aproximada, el campo inducido por un circuito de longitud L se calcula multiplicando por el ángulo  $\alpha$  del extremo del conductor según muestra la Imagen 3, tal y como aparece en la ecuación (19):

$$B_{rms} \cong B_{rms,\infty} \cdot \sin \vartheta_{max} = \frac{\mu_0 I_{rms}}{2\pi} \frac{d(d^2 + 3h^2)^{1/2}}{h(h^2 + d^2)} \frac{L/2}{\sqrt{(L/2)^2 + h^2}} \quad (19)$$

## 5.2 Limitación de campo magnético

De acuerdo al apartado 4.7 de la ITC-RAT 14 del RD 337/2014, se debe comprobar que no se supera el valor establecido en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre.

Mediante ensayo tipo se comprueba que las envolventes prefabricadas especificadas en este proyecto, de acuerdo a IEC/TR 62271-208, no superan los siguientes valores del campo magnético a 200 mm del exterior del centro de transformación, de acuerdo al Real Decreto 1066/2001:

- Máximo de 100  $\mu$ T para el público en general.
- Máximo de 500  $\mu$ T para los trabajadores (medido a 200 mm de la zona de operación).

Dicho ensayo tipo se realiza de acuerdo al informe técnico IEC/TR 62271-208, indicado en la norma de obligado cumplimiento UNE-EN 62271-202 como método válido de ensayo para la evaluación de campos electromagnéticos en centros de transformación prefabricados de alta/baja tensión.

De acuerdo al apartado 2 de la ITC-RAT 03 del RD 337/2014, el ensayo tipo de emisión electromagnética del centro de transformación forma parte del Expediente Técnico, el cual mantiene a la disposición de la autoridad nacional española de vigilancia de mercado, tal y como se estipula en dicha ITC-RAT.

En el caso específico en el que los centros de transformación se encuentren ubicados en edificios habitables o anexos a los mismos, se observarán las siguientes condiciones de diseño:

- a) Las entradas y salidas de los cables de alta tensión al centro de transformación se efectuarán por el suelo y adoptarán una disposición en triángulo y formando ternas.
- b) La red de baja tensión se diseñará igualmente con el criterio anterior.
- c) Se procurará que las interconexiones sean lo más cortas posibles y se diseñarán evitando paredes y techos colindantes con viviendas.



Anexo 1: Cálculos justificativos

- d) No se ubicarán cuadros de baja tensión sobre paredes medianeras con locales habitables y se procurará que el lado de conexión de baja tensión del transformador quede lo más alejado posible de estos locales.

### 5.3 Cálculo del campo magnético en la estación de potencia

El campo magnético generado por las diferentes corrientes eléctricas dependerá de la intensidad que discurre por los diferentes tipos de cableado.

En la Estación de Potencia, se encuentra principalmente las siguientes tipologías de cableado susceptible de generar un campo electromagnético relevante:

- Cableado de baja tensión en las zanjas de entrada de la EP.
- Cableado de baja tensión entre el cuadro de baja tensión y el transformador.
- Cableado de media tensión entre el transformador y las celdas de media tensión.
- Cableado de media tensión en las zanjas de entrada/salida de la EP.

Para evitar que se generen campos magnéticos en el entorno del cableado situado en las zanjas y en su transición hasta el transformador, todo el cableado, a excepción del cableado de entrada y salida del transformador, discurrirá trenzado de manera que los campos eléctricos generados por cada una de las líneas, se anulen entre sí. En el siguiente apartado se justifica el campo magnético generado a la entrada del transformador.

Por lo que respecta a los niveles de campo magnético permitidos, según el RD 1066/2001 de 28 de septiembre, por el que se establece el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas, se asume los criterios establecidos en la Recomendación del Consejo de Ministros de Sanidad de la Unión Europea, de 12 de Julio de 1999, Anexo II, apartado 3.1 (Cuadro 2), se establece el límite de campo magnético admitido que se calculará como  $5/f$ , siendo  $f$  la frecuencia en kHz. De esta manera, el límite de campo es de 100 micro-Tesla ( $100\mu\text{T}$ ).

Anexo 1: Cálculos justificativos

CUADRO 2

*Niveles de referencia para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (0 Hz-300 GHz, valores rms imperturbados)*

Gama de frecuencia	Intensidad de campo E (V/m)	Intensidad de campo H (A/m)	Campo B (μT)	Densidad de potencia equivalente de onda plana (W/m <sup>2</sup> )
0-1 Hz	–	$3,2 \times 10^4$	$4 \times 10^4$	
1-8 Hz	10.000	$3,2 \times 10^4/f^2$	$4 \times 10^4/f^2$	
8-25 Hz	10.000	$4.000/f$	$5.000/f$	
0,025-0,8 kHz	$250/f$	$4/f$	$5/f$	–
0,8-3 kHz	$250/f$	5	6,25	–
3-150 kHz	87	5	6,25	–
0,15-1 MHz	87	$0,73/f$	$0,92/f$	–
1-10 MHz	$87/f^{1/2}$	$0,73/f$	$0,92/f$	–
10-400 MHz	28	0,073	0,092	2
400-2.000 MHz	$1,375 f^{1/2}$	$0,0037 f^{1/2}$	$0,0046 f^{1/2}$	$f/200$
2-300 GHz	61	0,16	0,20	10

Se calcularán las partes de la instalación de la estación de potencia que se consideran más desfavorables, que serían los tramos de líneas de baja tensión, y por lo tanto mayor corriente, que discurren con una disposición en forma paralela a la entrada del transformador, con una separación entre ellas de 0,2 metros y una longitud de 0,6 m.

La Imagen 3 muestra un esquema que representa esta configuración. El campo electromagnético producido por el cableado trifásico alcanza su valor más crítico en el punto P.

El valor del campo magnético generado por un circuito trifásico de longitud infinita se reduce considerablemente si se tiene en cuenta la longitud real del circuito, por lo que se tendrá en cuenta la longitud del tramo que afecta a la hora de calcular el campo magnético generado en el punto elegido.

La fórmula a aplicar para realizar estos cálculos es la ecuación de Biot y Savart, descrita en el apartado introductorio, donde se usará una distancia de medida de un (1) metro.

De esta forma, los datos necesarios para el cálculo del campo magnético son los siguientes:

Tabla 26. Características del circuito de BT

S ≡ Potencia transportada (MVA)	8,78
U ≡ Tensión (V)	690
d ≡ Distancia entre fases (m)	0,20
L ≡ Longitud del circuito (m)	7,97

Anexo 1: Cálculos justificativos

$S \equiv$ Potencia transportada (MVA)	8,78
$h \equiv$ Distancia de medida (m)	1,00

La corriente de línea eficaz es la siguiente:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3}U} = \frac{8,78 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 690} = 7.346,57 \text{ A}$$

Por su parte, el valor eficaz del campo magnético inducido por el circuito trifásico es:

$$B = \frac{\mu_0 I d \sqrt{(3h^2 + d^2)}}{2\pi h(h^2 + d^2)} \cdot \frac{\frac{L}{2}}{\sqrt{\left(\frac{L}{2}\right)^2 + h^2}} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 7346,57}{2\pi} \cdot \frac{0,2 \sqrt{(3 \cdot 1^2 + 0,2^2)}}{1(1^2 + 0,2^2)} \cdot \frac{\frac{0,6}{2}}{\sqrt{\left(\frac{0,6}{2}\right)^2 + 1^2}} = 82,88 \mu\text{T}$$

$$B = 82,88 \mu\text{T} < 100 \mu\text{T}$$

Según los resultados obtenidos, como el tramo de baja tensión a la entrada del transformador presenta un campo magnético con valores inferiores al máximo permitido de 100  $\mu\text{T}$ , y como consecuencia, al ser dicha intensidad del campo magnético superior al campo magnético producido por las líneas de media tensión, se considera que se cumple con el marco legislativo aplicable.

Tras la ejecución de la instalación y durante las pruebas de puesta en marcha, se realizarán mediciones de campo electromagnético en el cerramiento exterior de la instalación para comprobar los niveles según RD 1066/2001.

### 5.3.1 Posiciones blindadas

Las posiciones blindadas de 30 kV no van a contribuir de forma importante al campo magnético exterior a la instalación de almacenamiento debido a que por su construcción se favorece la circulación de corrientes parásitas por su envolvente y que son las responsables de reducir de forma efectiva el campo magnético emitido por el conjunto.



Anexo 1: Cálculos justificativos

Madrid, junio 2025.

Jose Antonio Valle Fernández

Ingeniero Industrial

N.º colegiado: 3086



# **Proyecto para solicitud de Autorización Administrativa Previa y Autorización Administrativa de Construcción**

**“BESS STAND ALONE BARRUNDIA”  
26 MW / 120,36 MWh**

Junio 2025 – Ed00

Anexo 2: Estudio de Seguridad y Salud



Proyecto para solicitud de Autorización Administrativa Previa y

Autorización Administrativa de Construcción

“BESS STAND ALONE BARRUNDIA” 26 MW / 120,36 MWh

Ed.00

06/2025

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

Versión	Elaborado	Revisado	Aprobado	Fecha
00	A.C.C.	F.S.	J.A.V.F	06/2025

## Contenido

1	CAPÍTULO I: MEMORIA .....	1
1.1	Objeto .....	1
1.2	Datos del proyecto y del estudio de Seguridad y Salud.....	1
1.3	Datos de la obra .....	1
1.4	Descripción técnica del proyecto.....	2
1.5	Interferencias y servicios afectados.....	3
1.6	Suministro de energía eléctrica .....	3
1.7	Suministro de agua potable .....	3
1.8	Vertido de aguas residuales.....	4
2	ANÁLISIS DE RIESGOS Y SU PREVISIÓN .....	5
2.1	Planta de almacenamiento y subestación elevadora SET ABEI .....	5
2.1.1	Obra Civil.....	5
2.1.1.1	Movimiento de tierras y cimentaciones .....	5
2.1.1.2	Estructura.....	10
2.1.1.3	Cerramientos.....	17
2.1.1.4	Trabajos de albañilería.....	18
2.1.1.5	Trabajos de pintura .....	20
2.1.1.6	Acabados.....	23
2.1.1.7	Fontanería .....	25
2.1.2	Montaje.....	27
2.1.2.1	Identificación unidades constructivas.....	27
2.1.2.2	Descripción de trabajos.....	28
2.2	Línea de evacuación subterránea .....	61
2.2.1	Obra civil .....	61

2.2.1.1	Replanteos .....	61
2.2.2	Montaje.....	84
2.2.2.1	Tendido de conductores .....	84
2.2.3	Trabajos diversos .....	86
2.2.3.1	Manipulación manual de cargas .....	86
2.2.3.2	Fase de acopio de material .....	91
2.2.3.3	Transporte de material .....	92
2.2.3.4	Trabajos en altura .....	94
2.2.3.5	Trabajos en tensión.....	96
2.2.3.6	Trabajos próximos a elementos en tensión.....	100
2.2.3.7	Trabajos con exposición a agentes químicos.....	105
3	MAQUINARIA A EMPLEAR.....	109
3.1	Retroexcavadora .....	109
3.2	Grúa.....	111
3.3	Maquinillo .....	114
3.4	Cortadora de ladrillo y material cerámico .....	117
3.5	Máquinas herramientas y herramientas manuales.....	119
4	MEDIOS AUXILIARES .....	125
4.1	Andamios tubulares .....	125
4.2	Escaleras.....	129
5	INSTALACIONES PROVISIONALES.....	134
5.1	Instalación provisional eléctrica.....	134
5.2	Instalación de prevención de incendios.....	138
6	INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR .....	140
6.1	Dotación de aseos.....	140
6.2	Dotación de vestuarios .....	140



7	MEDICINA PREVENTIVA Y ASISTENCIAL .....	141
7.1	Reconocimientos médicos .....	141
7.2	Asistencia accidentados .....	141
8	PLIEGO DE CONDICIONES.....	143
8.1	Legislación aplicable a la obra.....	143
8.2	Consideraciones de los equipos de protección colectiva .....	145
8.3	Consideraciones de los equipos de protección individual.....	146
8.4	Señalización de la obra .....	146
8.5	Condiciones de seguridad de los medios auxiliares, máquinas y equipos .....	147
8.6	Formación e información a los trabajadores .....	148
8.7	Acciones a seguir en caso de accidente laboral.....	149
8.8	Comunicaciones inmediatas en caso de accidente.....	150
8.9	Seguridad en la obra .....	151
8.10	Plan de seguridad y salud.....	151
8.11	Obligaciones de cada contratista adjudicatario en materia de seguridad y salud .....	152
8.12	Coordinador de Seguridad y Salud.....	153
8.13	Libro de incidencias.....	154
8.14	Seguro de responsabilidad civil y patronal .....	154
8.15	Subcontratación .....	155
9	PLANOS DE SEGURIDAD .....	156
10	MEDICIONES Y PRESUPUESTO .....	175
10.1	Mediciones.....	175
10.2	Presupuesto .....	176



Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

10.2.1	Prevención y formación .....	176
10.2.2	Servicio médico .....	176
10.2.3	Protecciones colectivas .....	177
10.2.4	Protecciones individuales .....	177
10.2.5	Instalaciones de Higiene y Primeros Auxilios.....	178
10.2.6	Resumen del estudio de seguridad y salud.....	179
11	FICHAS DE SEGURIDAD .....	180

## 1 CAPÍTULO I: MEMORIA

### 1.1 Objeto

El presente Estudio de Seguridad y Salud se redacta para dar cumplimiento a lo dispuesto en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, en el marco de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.

El objeto del Estudio de Seguridad y Salud es servir de base para que el contratista elabore el correspondiente Plan de Seguridad y Salud en el trabajo, en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este documento, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

### 1.2 Datos del proyecto y del estudio de Seguridad y Salud

Denominación del Proyecto: “BESS STAND ALONE BARRUNDIA”.

### 1.3 Datos de la obra

Los datos generales de la obra son los que a continuación se indican:

DATOS GENERALES	
PROMOTOR	ABEI GREEN ENERGY, S.L. NIF: B88564620
SITUACIÓN DE LA OBRA	San Millán y Barrundia
PLAZO DE EJECUCIÓN	7 meses
MEDIA DE TRABAJADORES EN OBRA	40 trabajadores
PUNTA MÁXIMA DE TRABAJADORES	70 trabajadores

Estos datos tendrían en cuenta la construcción de la planta y de las infraestructuras de evacuación.

## 1.4 Descripción técnica del proyecto

El sistema de almacenamiento propuesto es un sistema denominado Stand Alone, consistente en baterías conectadas a la red eléctrica, para su carga y descarga. El sistema consta de una capacidad de almacenamiento de 120,36 MWh, con una potencia que permite una autonomía de 4 horas.

El sistema de almacenamiento objeto del presente proyecto se conecta con la subestación BARRUNDIA 220 kV.

Además, en el proyecto se incluyen las estructuras de evacuación, siendo estas:

- Subestación elevadora SET ABEI 30/220 kV.
- Línea de evacuación subterránea de 220 kV que conectará la SET ABEI 30/220 kV con la subestación BARRUNDIA 220 kV. La línea de evacuación tendrá una longitud aproximada de 2,305 km, discurriendo bajo tubo en zanja hormigonada.

Los componentes principales que forman el núcleo tecnológico de la instalación de almacenamiento son:

- Contenedores de baterías.
- Cableado de baja tensión entre contenedores de baterías y convertidores.
- Equipos convertidores de potencia AC/DC-DC/AC.
- Transformadores de potencia.
- Celdas de media tensión (30 kV).
- Subestación transformadora elevadora.
- Red de cableado de alta tensión.

Además de los componentes principales, la planta contará con otros sistemas entre los que se encuentran: sistema de monitorización, sistema de seguridad, sistema anti-incendios, etc.

La instalación incorpora todos los elementos necesarios para garantizar en todo momento la protección física de las personas, la calidad de suministro y no provocar averías en la red.

Los accesos de materiales y para el personal, estarán debidamente señalizados. En dichos accesos, en sitio visible, se colocarán carteles prohibiendo la entrada a personas ajenas a la obra.

## 1.5 Interferencias y servicios afectados

Cuando en un mismo centro de trabajo desarrollen actividades de trabajadores de dos o más empresas, éstas deberán cooperar en la aplicación de la normativa sobre prevención de riesgos laborales. A tal fin, establecerán los medios de coordinación que sean necesarios en cuanto a la protección y prevención de riesgos laborales y la información sobre los mismos a sus respectivos trabajadores, según los términos previstos en los artículos 18 y 24 de la Ley de Prevención de Riesgos, este último referente a Coordinación de actividades empresariales.

Antes de iniciar los trabajos, el contratista encargado de los mismos, deberá informarse de la existencia o situación de las diversas canalizaciones de servicios existentes, tales como electricidad, agua, gas, etc... y su zona de influencia.

Caso de encontrarse con ellas, se deberán señalar convenientemente, se protegerán con medios adecuados y, si fuese necesario, se deberá entrar en contacto con el responsable del servicio que afecte al área de los trabajos para decidir de común acuerdo las medidas preventivas a adoptar, o en caso extremo, solicitar la suspensión temporal del suministro del elemento en cuestión.

## 1.6 Suministro de energía eléctrica

La acometida a las obras será por cuenta de la Propiedad, proporcionando un punto de enganche en el lugar del emplazamiento de las mismas.

## 1.7 Suministro de agua potable

Se consultará a la Propiedad sobre la posible conexión en el emplazamiento de la obra para suministro de agua. En caso de que el suministro no pueda realizarse, se dispondrán de los medios necesarios para abastecerse desde el exterior antes del comienzo de la obra.

## 1.8 Vertido de aguas residuales

Se conectarán a la red de alcantarillado existente en las inmediaciones de la ubicación de las obras. Caso de no existir red de alcantarillado, se dispondrá de una fosa séptica provisional, con capacidad adecuada, desde el principio de las obras a la cual se conducirán las aguas sucias de los servicios higiénicos.

## 2 ANÁLISIS DE RIESGOS Y SU PREVISIÓN

Para el análisis de riesgos y medidas de prevención a adoptar, se dividirán las obras en una serie de trabajos por especialidades o unidades constructivas, dentro de cada uno de los apartados correspondientes a la obra civil y al montaje, así como en una serie de equipos técnicos y medios auxiliares necesarios para llevar a cabo la ejecución de las mismas.

El siguiente análisis de riesgos sobre el proyecto de ejecución podrá ser variado por cada uno de los contratistas adjudicatarios en su propio Plan de Seguridad y Salud, cuando sea adaptado a la tecnología de construcción que les sea de aplicación.

### 2.1 Planta de almacenamiento y subestación elevadora SET ABEI

#### 2.1.1 Obra Civil

##### 2.1.1.1 *Movimiento de tierras y cimentaciones*

Dentro de esta fase de obra, consideraremos las siguientes operaciones a realizar:

#### **Excavación**

- **RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD**

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento
- Caída de objetos en manipulación
- Caída de objetos desprendidos
- Pisadas sobre objetos
- Golpes por objetos o herramientas
- Atrapamiento por o entre objetos
- Atrapamiento por vuelco de máquinas

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- Sobreesfuerzos
- Atropellos o golpes con vehículos
- Contactos eléctricos
- Exposición al ruido
- Proyección de fragmentos o partículas
- Choque contra objetos inmóviles
- MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR
  - Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.
  - En caso de ser necesario, se colocará vallado perimetral de obra alrededor de la misma.
  - Se prohibirá trabajar o permanecer observando dentro del radio de acción del brazo de una máquina para el movimiento de tierras.
  - En los trabajos de excavación en general se adoptarán las precauciones necesarias para evitar derrumbamientos, según la naturaleza y condiciones del terreno y forma de realizar los trabajos.
  - Todas las excavaciones de obra se señalizarán en todo su perímetro con el fin de evitar caídas a distinto nivel. Cuando la profundidad de la excavación sea superior a 2 metros, se deberá proteger mediante el uso de barandillas con suficiente rigidez y estabilidad.
  - En caso de presencia de agua en la obra, se procederá de inmediato a su achique, en prevención de alteraciones del terreno que repercutan en la estabilidad de las excavaciones.
  - Cuando las zanjas o excavaciones tengan una profundidad superior a 1,5 metros y cuando por las características del terreno exista peligro de derrumbamiento, se llevará a cabo la entibación de la zanja y/o excavación, quedando prohibido llevar a cabo cualquier tipo de trabajo sin realizar esta operación previa.
  - Se paralizarán los trabajos a realizar al pie de las entibaciones cuya garantía de estabilidad no sea firme u ofrezca dudas. En este caso, antes de realizar cualquier otro trabajo debe



Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

reforzarse o apuntalarse la entibación.

- Se prohibirán los trabajos en la proximidad de postes eléctricos, de telégrafo, etc. cuya estabilidad no quede garantizada antes del inicio de las tareas.
- Deberán eliminarse los árboles, arbustos y matorrales cuyas raíces hayan quedado al descubierto, mermando la estabilidad propia y del corte efectuado del terreno.
- Las paredes de la excavación se controlarán cuidadosamente después de grandes lluvias o heladas, desprendimientos o cuando se interrumpa el trabajo por más de un día.
- En presencia de conducciones o servicios subterráneos imprevistos se paralizarán de inmediato los trabajos, dando aviso urgente a la dirección de la obra. Las tareas se reanudarán cuando la dirección de obra lo considere oportuno.
- Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno.
- No se apilarán materiales en zonas de tránsito, retirando los objetos que impidan el paso por las mismas.
- La circulación de vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de excavación no superior a los 4 metros.
- EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Gafas de protección contra proyección de partículas
- Mascarillas de protección para ambientes pulvígenos
- Guantes de trabajo
- Protecciones auditivas para el personal cuya exposición al ruido supere los niveles permitidos
- Botas de seguridad con puntera reforzada

- Ropa de protección para el mal tiempo

## Cimentación

- RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento
- Caída de objetos en manipulación
- Caída de objetos desprendidos
- Pisadas sobre objetos
- Golpes por objetos o herramientas
- Proyección de fragmentos o partículas
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos
- Sobreesfuerzos
- Exposición al ruido

- MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Antes del inicio de los trabajos se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o desplazamientos del terreno.
- Se deberá revisar el estado de las zanjas a intervalos regulares en aquellos casos en los que puedan recibir empujes por proximidad de caminos transitados por vehículos y en especial si en la proximidad se establecen tajos con uso de martillos neumáticos, compactaciones por vibración o paso de maquinaria para el movimiento de tierras.
- Cuando la profundidad de la zanja o excavación sea igual o superior a los dos metros, se protegerán los bordes de coronación mediante una barandilla reglamentaria situada a una distancia mínima de 2 metros del borde.

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- Se dispondrán pasarelas de madera de 60 centímetros de anchura, bordeados con barandillas sólidas de 90 centímetros de altura y una protección que impida el paso o deslizamiento por debajo de las mismas o la caída de objetos sobre personas.
- Mientras se está realizando el vertido del hormigón, se vigilarán los encofrados y se reforzarán los puntos débiles. En caso de fallo, lo más recomendable es parar el vertido y no reanudarlo hasta que el comportamiento del encofrado sea el requerido.
- Las zonas de trabajo dispondrán de acceso fácil y seguro y se mantendrán en todo momento limpias y ordenadas, tomándose las medidas necesarias para que el suelo no esté o no resulte peligroso.
- Si los trabajos requieren iluminación, se efectuará mediante torretas aisladas con toma de tierra en las que se instalarán proyectores de intemperie alimentados a través de un cuadro eléctrico general de la obra.
- Si los trabajos requieren iluminación portátil, ésta se realizará mediante lámparas a 24 voltios. Los portátiles estarán provistos de rejilla protectora, carcasa y mango aislados eléctricamente.
- Los pozos de cimentación y zanjas estarán correctamente señalizados para evitar caídas a distinto nivel del personal de obra.
- La circulación de vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de cimentación no superior a los 4 metros.
- Las herramientas de mano se llevarán enganchadas con mosquetón, para evitar el riesgo de caídas de las mismas a otro nivel.
- Todas las máquinas accionadas eléctricamente tendrán sus correspondientes protecciones a tierra e interruptores diferenciales, manteniendo en buen estado todas las conexiones y cables.
- Las conexiones eléctricas se efectuarán mediante mecanismos estancos de intemperie.
- Se prohíbe situar a los operarios detrás de los camiones hormigoneras durante el retroceso.
- Se instalará un cable de seguridad amarrado a puntos sólidos en el que enganchar el mosquetón del arnés de seguridad en los tajos de riesgo de caída en altura.

- EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Gafas de protección contra proyección de partículas
- Mascarillas de protección para ambientes pulvígenos
- Guantes de trabajo
- Guantes de goma para el trabajo con el hormigón
- Botas de seguridad con puntera y plantilla reforzada en acero
- Protecciones auditivas para el personal cuya exposición al ruido supere los niveles permitidos
- Ropa de protección para el mal tiempo

#### 2.1.1.2 Estructura

La estructura a la que se refiere este apartado es el entramado de piezas de hormigón prefabricado para el Edificio de Control y a los muros de hormigón contruidos “in situ” para la subestación en planta.

Los encofrados podrán ser de madera o metálicos, pero los apeos deberán hacerse con puntales metálicos, prohibiéndose los puntales de madera.

Las operaciones a realizar en esta fase de obra son:

#### Hormigonado

- RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- Pisadas sobre objetos
- Golpes por objetos o herramientas
- Proyección de fragmentos o partículas
- Atrapamiento por vuelco de maquinaria o vehículos
- Sobreesfuerzos
- Exposición a sustancias nocivas (dermatosis, por contacto de la piel con el cemento, neuroconiosis, por la aspiración del polvo del cemento)

- MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

Vertido directo mediante canaleta

- Previamente al inicio del vertido del hormigón, directamente con el camión hormigonera, se instalarán fuertes topes en el lugar donde haya de quedar situado el camión, siendo conveniente no estacionarlo en rampas con pendientes fuertes, para evitar posibles vuelcos.
- Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigonera a menos de 2 metros de la excavación.
- Los operarios nunca se situarán detrás de los vehículos en maniobras de marcha atrás que, por otra parte, siempre deberán ser dirigidos desde fuera del vehículo. Tampoco se situarán en el lugar del hormigonado hasta que el camión hormigonera no esté situado en posición de vertido.
- Se instalarán barandillas sólidas al frente de la excavación protegiendo el tajo de vía de la canaleta.
- Se colocarán escaleras reglamentarias para facilitar el paso seguro del personal encargado de montar, desmontar y realizar trabajos con la canaleta de vertido de hormigón por taludes hasta los cimientos.
- La maniobra de vertido será dirigida por el encargado que vigilará que no se realicen maniobras inseguras.

Vertido mediante bombeo

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- El equipo encargado del manejo de la bomba de hormigón estará especializado la realización de este tipo de trabajos.
- La tubería de la bomba de hormigonado se apoyará sobre caballetes, arriostrándose las partes susceptibles de movimiento.
- La manguera terminal de vertido será gobernada por un mínimo de dos operarios, para evitar caídas por movimiento incontrolado de la misma.
- Antes del inicio del hormigonado de una determinada superficie, se establecerá un camino de tabloncillos seguro sobre los que se apoyarán los operarios que gobiernen el vertido de la manguera.
- El manejo del montaje y desmontaje de la tubería de la bomba de hormigonado será dirigido por un operario especialista para evitar accidentes por tapones y sobrepresiones internas.
- Antes de iniciar el bombeo del hormigón se deberá preparar el conducto enviando masas de mortero de dosificación, para evitar los atoramientos o tapones.
- Se prohíbe introducir o accionar la pelota de limpieza sin antes instalar la redcilla de recogida a la salida de la manguera tras el recorrido total del circuito. En caso de detención de la bola, se paralizará la máquina, se reducirá la presión a cero y se desmontará a continuación la tubería.
- Los operarios amarrarán la manguera terminal antes de iniciar el paso de la pelota de limpieza a elementos sólidos, apartándose del lugar antes de iniciarse el proceso.
- Se revisarán periódicamente los circuitos de aceite de la bomba de hormigón, cumpliendo el libro de mantenimiento, que será presentado a requerimiento de la dirección.
- Todas las máquinas accionadas eléctricamente tendrán sus correspondientes protecciones a tierra e interruptores diferenciales, manteniendo en buen estado todas las conexiones y cables.
- Las conexiones eléctricas se efectuarán mediante mecanismos estancos de intemperie.
- Siempre que resulte obligado realizar trabajos simultáneos en diferentes niveles superpuestos, se protegerá a los operarios situados en niveles inferiores, con redes viseras o

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

elementos de protección equivalentes que impidan que estos sean alcanzados por objetos que puedan caer desde niveles superiores.

- Las zonas de trabajo dispondrán de acceso fácil y seguro y se mantendrán en todo momento limpias y ordenadas, tomándose las medidas necesarias para que el piso no esté o resulte peligroso.
- EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Gafas de protección contra la proyección de partículas
- Guantes de trabajo
- Botas de goma para el trabajo con el hormigón
- Botas de seguridad con puntera y plantilla reforzada en acero
- Ropa de protección para el mal tiempo

### **Encofrado y desencofrado**

- RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Pisadas sobre objetos
- Golpes/Cortes por objetos o herramientas
- Proyección de fragmentos o partículas
- Derrumbamientos

- MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- Los encofrados sólo se podrán montar o desmontar bajo vigilancia, control y dirección de una persona competente.
- Los encofrados, los soportes temporales y los apuntalamientos deberán proyectarse, calcularse, montarse y mantenerse de manera que puedan soportar sin riesgo las cargas a que sean sometidas.
- El acopio de madera, tanto nueva como usada, así como de encofrados metálicos, deberá ocupar el menor espacio posible, estando debidamente clasificada y no estorbando en los accesos y zonas de paso.
- Se advertirá del riesgo de caída a distinto nivel al personal que deba caminar sobre el entablado.
- Se recomienda evitar pisar por los tableros excesivamente alabeados, que deberán desecharse de inmediato antes de su utilización.
- Se recomienda caminar apoyando los pies en dos tableros diferentes a la vez, es decir, sobre juntas.
- El desprendimiento de los tableros se ejecutará mediante uña metálica, realizando la operación desde una zona ya desencofrada.
- No se podrá dar por terminada la operación de desencofrar un tablón, mientras en el mismo sigan quedando clavos o puntas.
- Los clavos existentes en la madera ya usada, se sacarán inmediatamente después del desencofrado, retirando lo que pudiera haber quedado suelto por el suelo mediante barrido y apilado.
- Concluido el desencofrado, se apilarán los tableros ordenadamente para su transporte sobre las bateas emplintadas, sujetas con sogas atadas.
- Las herramientas de mano se llevarán enganchadas con mosquetón o se empleará una bolsa portaherramientas.
- Los puntales metálicos deformados se retirarán del uso sin intentar enderezarlos para su reutilización.



Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Gafas de protección contra ambientes pulvígenos
- Gafas de protección contra impactos
- Guantes de trabajo
- Botas de seguridad con puntera, plantilla reforzada en acero y suela antideslizante
- Ropa de trabajo para el mal tiempo

### **Forjados. Cubiertas**

- RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento
- Caída de objetos en manipulación
- Pisadas sobre objetos
- Golpes/Cortes por objetos o herramientas
- Proyección de fragmentos o partículas
- Atrapamiento por vuelco de maquinaria o vehículos
- Sobreesfuerzos

- MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- El izado de vigas prefabricadas se realizará suspendiendo la carga de dos puntos de forma que la carga permanezca estable.

- Los huecos del forjado permanecerán siempre tapados para evitar el riesgo de caídas a distinto nivel.
- El acceso a la cubierta y plantas superiores, si existiesen, se llevará a cabo mediante el uso de escaleras de mano, que sobresaldrán un metro por encima del punto de apoyo de las mismas.
- Las herramientas de mano se llevarán enganchadas con mosquetón o se empleará una bolsa portaherramientas.
- Todos los huecos de la planta se encontrarán protegidos con barandillas de material rígido, de una altura mínima de 90 centímetros y dispondrán de protecciones que impidan el paso o deslizamiento por debajo de las mismas o la caída de objetos a diferentes niveles.
- Para trabajos en cubierta con riesgo de caídas a distinto nivel se deberá proteger todo el perímetro de la misma mediante el uso de barandillas rígidas con listón superior a 90 cm, intermedio a 45cm y rodapiés a 15 cm, y se instalará una línea de vida a la que permanecerán permanentemente amarrados los operarios mediante el uso del arnés de seguridad.
- Se prohíbe concentrar cargas de hormigón en un sólo punto. El vertido se realizará extendiendo el hormigón con suavidad, sin descargas bruscas y en superficies amplias.
- EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Gafas de protección contra la proyección de partícula
- Guantes de trabajo
- Botas de seguridad con puntera, plantilla reforzada en acero y suela antideslizante
- Arnés de sujeción, cuerdas o cables salvavidas
- Cinturón de banda ancha de cuero para protección de las vértebras dorsolumbares
- Ropa de protección para el mal tiempo

### 2.1.1.3 Cerramientos

Los trabajos comprendidos en esta fase de obra consisten en la realización de muros de ladrillo o bloques prefabricados.

- RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento
- Caída de objetos en manipulación
- Pisadas sobre objetos
- Golpes/Cortes por objetos o herramientas
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

- MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Se delimitarán las zonas de trabajo, evitando en lo posible la circulación de personal por la vertical de los trabajos.
- Se mantendrán en perfecto estado de orden y limpieza los tajos de obra, y las superficies de tránsito estarán libres en todo momento de obstáculos, ya sean materiales, herramientas o escombros, que puedan ocasionar riesgos de caídas al mismo nivel.
- La iluminación será la adecuada al tajo en el que se estén realizando los trabajos. Si es necesaria luz artificial, se dispondrá de equipos autónomos, con rejilla de protección, y tensiones de utilización de seguridad de 24 voltios.
- En zonas con riesgo de caídas a distinto nivel, se instalarán las señales correspondientes a la indicación de dicho riesgo y de uso obligatorio de arnés de seguridad.
- Se prohibirá balancear las cargas suspendidas.

- Se prohibirá trabajar junto a los paramentos recién levantados antes de transcurridas 48 horas. Si existiese un régimen de vientos fuertes incidiendo sobre ellos, podrían llegar a derrumbarse.
- Se deberá tener especial atención en los trabajos con ladrillería, debido a la proyección de fragmentos de los mismos al ser partidos con la paleta. Para ello será obligatorio el uso de gafas de protección contra proyección de partículas.
- Se seguirán en todo momento las medidas preventivas de seguridad en cuanto a la utilización de andamios, independientemente del tipo que se vaya a utilizar.
- Si se instalasen andamios cercanos a líneas eléctricas, se mantendrán en todo momento las distancias de seguridad estipuladas en el R.D. 614 sobre disposiciones mínimas para la protección y la salud de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, y que serán tres metros para líneas con tensiones de hasta 66 kV, y cinco metros para líneas con tensiones superiores a los 66 kV. De no ser posible establecer estas distancias, se interpondrán obstáculos aislantes entre los andamios y las líneas. Estas pantallas serán instaladas por personal cualificado, según criterios de dicho Real Decreto.
- EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Gafas de protección contra la proyección de fragmentos o partículas
- Guantes de trabajo
- Arnés de seguridad de sujeción
- Cinturón de banda ancha de cuero para protección de las vértebras dorsolumbares
- Ropa de protección para el mal tiempo

#### 2.1.1.4 Trabajos de albañilería

- RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD
  - Caídas al mismo nivel

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Caída de objetos desprendidos
- Pisadas sobre objetos
- Golpes/Cortes por objetos o herramientas
- Sobreesfuerzos
- Contactos eléctricos
- Proyección de fragmentos o partículas
- MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR
  - Se comprobará al comienzo de cada jornada el estado de los medios auxiliares que van a ser utilizados en los trabajos.
  - Los tajos estarán convenientemente iluminados. De no ser así se instalarán fuentes de luz adicionales, con rejilla de protección y una tensión de alimentación de 24 voltios.
  - Las operaciones de carga, descarga y traslado, ya sea manual, como mecánicamente, se realizarán siguiendo las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.
  - Los medios auxiliares serán instalados siguiendo las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.
  - Se pondrá especial atención en la utilización de las herramientas cortantes. No obstante, se seguirán las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.
  - El lugar de trabajo se mantendrá ordenado, limpio y señalizado en todo momento, así como el lugar destinado al almacenamiento de materiales.
  - Cuando se vaya a proceder a la colocación de peldaños o rodapiés en las escaleras, se acotarán los pisos inferiores de las zonas donde se esté trabajando, para evitar que circule nadie por lugares con riesgo de caída de objetos.

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- Las máquinas herramientas seguirán las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.

- EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Gafas de protección contra ambientes pulvígenos
- Gafas de protección contra la proyección de fragmento o partículas
- Guantes de trabajo
- Botas de seguridad con puntera, plantilla reforzada en acero y suela antideslizante
- Bolsa portaherramientas
- Ropa de trapajo para el mal tiempo

#### 2.1.1.5 Trabajos de pintura

- RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Golpes por objetos o herramientas
- Proyección de fragmentos o partículas
- Exposición a sustancias nocivas
- Incendios

- MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Se tendrá siempre en cuenta que las pinturas pueden llevar compuestos molestos, tóxicos o inflamables.

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- Cuando se pinte en el interior de espacios cerrados se dispondrá de una renovación del aire de los mismos, a la frecuencia que se determine con anterioridad al comienzo de los trabajos.
- Cuando se pinte a pistola se usarán gafas panorámicas estancas y antiempañantes y respiradores con filtro para gases orgánicos y prefiltro mecánico.
- Se prohibirá pintar y pulverizar en sitios donde pueden aparecer llamas, chispas o zonas muy calientes, sin disminuir previamente la carga de fuego existente en la zona.
- Se prohibirá fumar o comer en las estancias en las que se pinte con pinturas que contengan disolventes orgánicos o pigmentos tóxicos. Asimismo, será obligatorio lavarse bien con abundante agua y jabón antes de comer y fumar.
- Se prohibirá el uso de aire comprimido para la limpieza de ropas y de la piel.
- Se prohibirá el uso de oxígeno u otro gas para pulverizar líquidos inflamables y especialmente pintura.

### Identificación de sustancias peligrosas

- Un punto clave para una actuación preventiva ante las sustancias químicas radica en que toda persona que pueda verse expuesta a la acción peligrosa de éstas tenga la información precisa que le permita conocer su peligrosidad y las precauciones a seguir en su manejo.
- Dos son las formas fundamentales que facilitan disponer de dicha información: el correcto etiquetado de los envases contenedores de sustancias peligrosas y las fichas informativas de los productos.
- La etiqueta de una sustancia peligrosa debe contener la siguiente información:
  - Nombre de la sustancia y su concentración
  - Nombre de quien fabrique, envase, comercialice e importe la sustancia y la dirección
  - Pictograma normalizado de indicación de peligro
  - Riesgos específicos de la sustancia (Frases R)
  - Consejos de prudencia (Frases S)
- Los pictogramas que deberán de figurar serán los siguientes:

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

PICTOGRAMAS E INDICACIONES DE PELIGRO					
E 	Explosivo	F 	Fácilmente inflamable	F+ 	Extremadamente inflamable
O 	Comburente	T 	Tóxico	T+ 	Muy tóxico
C 	Corrosivo	Xn 	Nocivo	Xi 	Irritante

- Las fichas informativas de productos constituyen un sistema complementario al etiquetado, muy útil para los usuarios profesionales, que les permite tomar medidas para una correcta prevención del riesgo en el lugar de trabajo. Se trata generalmente de fichas técnicas que en función de su destino recogerán los diferentes aspectos preventivos y/o de emergencia a tener en cuenta.
- La información que deberán contener las fichas es la siguiente:
  - Composición/Información sobre los componentes
  - Identificación de peligros
  - Primeros auxilios
  - Medidas de lucha contra incendios
  - Medidas a tomar en caso de vertido accidental
  - Manipulación y almacenamiento
  - Controles de exposición / Protección personal
  - Propiedades físicas y químicas
  - Estabilidad y reactividad
  - Información toxicológica
  - Informaciones ecológicas
  - Consideraciones sobre la eliminación



- Información relativa al transporte
- EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Gafas panorámicas estancas y antiempañantes
- Equipos filtrantes de partículas
- Guantes contra las agresiones químicas
- Botas de seguridad con puntera, plantilla reforzada en acero y suela antideslizante
- Ropa de protección contra agresiones químicas
- Ropa de trapajo para el mal tiempo

#### 2.1.1.6 Acabados

Los trabajos que comprenden esta fase de obra son aquellos relacionados con trabajos de carpintería, cerrajería, vidriería, solados, alicatados y revestimientos.

- RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Caída de objetos desprendidos
- Pisadas sobre objetos
- Golpes/Cortes por objetos o herramientas
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos
- Contactos eléctricos

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Se comprobará el estado de los medios auxiliares empleados en los trabajos al comienzo de cada jornada.
- Los vidrios de grandes dimensiones se montarán con ayuda de ventosas.
- En las operaciones de almacenamiento, transporte y colocación, los vidrios se mantendrán en posición vertical.
- La colocación y montaje de los vidrios se realizará desde la parte interior de las estructuras de los edificios.
- Los fragmentos de vidrio o recortes realizados se retirarán inmediatamente de las inmediaciones del lugar de trabajo, así como de las zonas de paso.
- Los tajos estarán convenientemente iluminados. De no ser así se instalarán fuentes de luz adicionales, con rejilla de protección y una tensión de alimentación de 24 voltios.
- Las operaciones de carga, descarga y traslado, ya sea manual, como mecánicamente, se realizarán siguiendo las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.
- Los medios auxiliares serán instalados siguiendo las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.
- Se pondrá especial atención a la utilización de las herramientas cortantes. No obstante, se seguirán las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.
- El lugar de trabajo se mantendrá limpio y señalizado, lo mismo que el destinado al corte de cristales, cerámica, etc y el lugar de almacenamiento de materiales.
- Cuando se vaya a proceder a la colocación de peldaños o rodapiés en las escaleras, se acotarán los pisos inferiores de las zonas donde se esté trabajando, para evitar que circule nadie por lugares con riesgo de caída de objetos.
- Las herramientas de corte se encontrarán en perfecto estado de mantenimiento.

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- Las máquinas herramientas siguiendo las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.

- EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Gafas de protección contra ambientes pulvígenos
- Gafas contra la proyección de fragmento o partículas
- Guantes de trabajo
- Guantes contra las agresiones de pinchazos o cortes para los cristaleros
- Guantes de goma contra las agresiones del cemento para los soldadores
- Botas de seguridad con puntera, plantilla reforzada en acero y suela antideslizante
- Ropa de trapajo para el mal tiempo
- Bolsa portaherramientas para el material

#### 2.1.1.7 Fontanería

- RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Pisadas sobre objetos
- Sobreesfuerzos
- Golpes/Cortes con objetos o herramientas
- Choque contra objetos móviles/inmóviles
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- Exposición a ambientes pulvígenos
- MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR
  - El transporte de tramos de tuberías a hombro por un solo hombre se realizará inclinando la carga hacia atrás, de tal forma que el extremo que va por delante supere la altura de un hombre, para evitar golpes y choques con objetos y con otros operarios.
  - Se mantendrán limpios de cascotes y recortes los tajos de trabajo. Se limpiarán conforme se avance en los mismos, apilando el escombros para su posterior vertido por las trompas.
  - Se prohíbe soldar con plomo en lugares cerrados. Siempre que se deba soldar con plomo se establecerá una corriente de ventilación de aire para evitar el riesgo inhalación de productos tóxicos.
  - La iluminación eléctrica mediante portátiles se realizará mediante mecanismos estancos de seguridad, con mango aislante y rejilla de protección de la bombilla y una tensión de alimentación de 24 V.
  - Para los trabajos de soldadura se seguirán las recomendaciones de seguridad de los procedimientos específicos.
  - El transporte de aparatos sanitarios se efectuará a hombro, apartando cuidadosamente los aparatos rotos, así como sus fragmentos.
- EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Guantes de trabajo
- Gafas de protección contra ambientes pulvígenos
- Mascarilla de protección contra ambientes pulvígenos
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares
- Botas de seguridad con puntera, plantilla reforzada en acero y suela antideslizante

- Ropa de protección para el mal tiempo

## 2.1.2 Montaje

### 2.1.2.1 *Identificación unidades constructivas*

#### MONTAJE Y/O DESMONTAJE DE LOS COMPONENTES MECÁNICOS Y ELÉCTRICOS

- Contenedores de baterías.
- Convertidores AC/DC-DC/AC.
- Transformadores de potencia
- Celdas de media tensión.
- Estructura metálica soporte.
- Transformadores de servicios auxiliares.
- Bandejas y canalizaciones de cables.
- Tubos de embarrado y conexiones.

#### MONTAJE Y/O DESMONTAJE DE LOS COMPONENTES DE CONTROL

- Armarios de control
- Relés y protecciones
- Relés de protecciones
- Equipos de comunicaciones
- Equipos de control integrado
- Remotas de control CABLEADOS DE INTERCONEXIÓN
- Tendido y conexionado

#### MONTAJE Y/O DESMONTAJE DE LOS SERVICIOS AUXILIARES DE C.A Y C.C.

- Transformador de potencia
- Equipos rectificadores de baterías

- Cuadros de distribución

#### MONTAJE Y/O DESMONTAJE DE INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS

- Alumbrado
- Protección contra incendios
- Climatización del edificio de control

##### 2.1.2.2 Descripción de trabajos

#### Manipulación manual de cargas

Se entenderá por manipulación manual de cargas cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por parte de uno o varios trabajadores, así como el levantamiento, colocación, empuje, tracción o desplazamiento, que por sus características o condiciones ergonómicas inadecuadas entrañe riesgos, particularmente dorsolumbares, para los trabajadores.

- RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
  - Caídas a distinto nivel
  - Caída de objetos en manipulación
  - Pisadas sobre objetos
  - Choque contra objetos inmóviles
  - Golpes por objetos o herramientas
  - Sobreesfuerzos
- MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR
    - Para levantar una carga hay que aproximarse a ella. El centro de gravedad del operario deberá estar lo más próximo que sea posible y por encima del centro de gravedad de la carga.
    - El equilibrio imprescindible para levantar una carga correctamente, sólo se consigue si los pies

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

están bien situados:

- Enmarcando la carga
  - Ligeramente separados
  - Ligeramente adelantado uno respecto del otro.
- Técnica segura del levantamiento:
    - Situar el peso cerca del cuerpo.
    - Mantener la espalda plana.
    - No doblar la espalda mientras levanta la carga.
    - Usar los músculos más fuertes, como son los de los brazos, piernas y muslos.
  - Coger mal un objeto para levantarlo provoca una contracción involuntaria de los músculos de todo el cuerpo. Para sentir mejor un objeto al cogerlo, lo correcto es hacerlo con la palma de la mano y la base de los dedos. Para cumplir este principio y tratándose de objetos pesados, se puede, antes de cogerlos, prepararlos sobre calzos para facilitar la tarea de meter las manos y situarlas correctamente.
  - Las cargas deberán levantarse manteniendo la columna vertebral recta y alineada.
  - Para mantener la espalda recta se deberán “meter” ligeramente los riñones y bajar ligeramente la cabeza.
  - El arquear la espalda entraña riesgo de lesión en la columna, aunque la carga no sea demasiado pesada.
  - La torsión del tronco, sobre todo si se realiza mientras se levanta la carga, puede igualmente producir lesiones.
  - En este caso, es preciso descomponer el movimiento en dos tiempos: primero levantar la carga y luego girar todo el cuerpo moviendo los pies a base de pequeños desplazamientos. O bien, antes de elevar la carga, orientarse correctamente en la dirección de marcha que luego tomaremos, para no tener que girar el cuerpo.
  - Se utilizarán los músculos de las piernas para dar el primer impulso a la carga que vamos a

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

levantar. Para ello flexionaremos las piernas, doblando las rodillas, sin llegar a sentarnos en los talones, pues entonces resulta difícil levantarse (el muslo y la pantorrilla deben formar un ángulo de más de 90º)

- Los músculos de las piernas deberán utilizarse también para empujar un vehículo, un objeto, etc.
- En la medida de lo posible, los brazos deberán trabajar a tracción simple, es decir, estirados. Los brazos deberán mantener suspendida la carga, pero no elevarla.
- La carga se llevará de forma que no impida ver lo que tenemos delante de nosotros y que estorbe lo menos posible al andar de forma natural.
- En el caso de levantamiento de un bidón o una caja, se conservará un pie separado hacia atrás, con el fin de poderse retirar rápidamente en caso de que la carga bascule.
- Para transportar una carga, ésta deberá mantenerse pegada al cuerpo, sujetándola con los brazos extendidos, no flexionados.
- Este proceder evitará la fatiga inútil que resulta de contraer los músculos del brazo, que obliga a los bíceps a realizar un esfuerzo de quince veces el peso que se levanta.
- La utilización del peso de nuestro propio cuerpo para realizar tareas de manutención manual permitirá reducir considerablemente el esfuerzo a realizar con las piernas y brazos.
- El peso del cuerpo puede ser utilizado:
  - Empujando para desplazar un móvil (carretilla por ejemplo), con los brazos extendidos y bloqueados para que nuestro peso se transmita íntegro al móvil.
  - Tirando de una caja o un bidón que se desea tumbar, para desequilibrarlo.
  - Resistiendo para frenar el descenso de una carga, sirviéndonos de nuestro cuerpo como contrapeso.
- En todas estas operaciones deberá ponerse cuidado en mantener la espalda recta.
- Para levantar una caja grande del suelo, el empuje deberá aplicarse perpendicularmente a la diagonal mayor, para que la caja pivote sobre su arista.



Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- Si el ángulo formado por la dirección de empuje y la diagonal es mayor de 90º, lo que conseguimos hacer será deslizar a la caja hacia adelante, pero nunca levantarla.
- Para depositar en un plano inferior algún objeto que se encuentre en un plano superior, se aprovechará su peso y nos limitaremos a frenar su caída.
- Para levantar una carga que luego va a ser depositada sobre el hombro, deberán encadenarse las operaciones, sin pararse, para aprovechar el impulso que hemos dado a la carga para despegarla del suelo.
- Las operaciones de manutención en las que intervengan varias personas deberán excluir la improvisación, ya que una falsa maniobra de uno de los porteadores puede lesionar a varios.
- Deberá designarse un jefe de equipo que dirigirá el trabajo y que deberá a tender a:
  - La evaluación del peso de la carga a levantar para determinar el número de porteadores precisos, el sentido del desplazamiento, el recorrido a cubrir y las dificultades que puedan surgir.
  - La determinación de las fases y movimientos de que se compondrá la maniobra.
  - La explicación a los porteadores de los detalles de la operación (ademanos a realizar, posición de los pies, posición de las manos, agarre, hombro a cargar, cómo pasar bajo la carga, etc.)
  - La situación de los porteadores en la posición de trabajo correcta, reparto de la carga entre las personas según su talla (los más bajos delante en el sentido de la marcha).
- El transporte se deberá efectuar:
  - Estando el porteador de detrás ligeramente desplazado con respecto al de delante, para facilitar la visibilidad de aquél.
  - A contrapié, (con el paso desfasado), para evitar las sacudidas de la carga.
  - Asegurando el mando de la maniobra; será una sola persona (el jefe de la operación), quién dé las órdenes preparatorias, de elevación y transporte.
- Se mantendrán libres de obstáculos y paquetes los espacios en los que se realiza la toma de

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

cargas.

- Los recorridos, una vez cogida la carga, serán lo más cortos posibles.
- Nunca deberán tomarse las cajas o paquetes estando en situación inestable o desequilibrada.
- Será conveniente preparar la carga antes de cogerla.
- Se aspirará en el momento de iniciar el esfuerzo.
- El suelo se mantendrá limpio para evitar el riesgo de caídas al mismo nivel.
- Si los paquetes o cargas pesan más de 50 kg., aproximadamente, la operación de movimiento manual se realizará por dos operarios.
- En cada hora de trabajo deberá tomarse algún descanso o pausa.
- EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Guantes de trabajo
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares
- Botas de seguridad con puntera reforzada en acero y suela antideslizante
- Ropa de trabajo para el mal tiempo

### **Izado de cargas**

- RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caída de objetos en manipulación
- Golpes/Cortes por objetos y herramientas
- Atrapamientos por o entre objetos
- Sobreesfuerzos

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Los accesorios de elevación resistirán los esfuerzos a que estén sometidos durante el funcionamiento y, si procede, cuando no funcionen, en las condiciones de instalación y explotación previstas por el fabricante y en todas las configuraciones correspondientes, teniendo en cuenta, en su caso, los efectos producidos por los factores atmosféricos y los esfuerzos a que los sometan las personas. Este requisito deberá cumplirse igualmente durante el transporte, montaje y desmontaje.
- Los accesorios de elevación se diseñarán y fabricarán de forma que se eviten los fallos debidos a la fatiga o al desgaste, habida cuenta de la utilización prevista.
- Los materiales empleados deberán elegirse teniendo en cuenta las condiciones ambientales de trabajo que el fabricante haya previsto, especialmente en lo que respecta a la corrosión, abrasión, choques, sensibilidad al frío y envejecimiento.
- El diseño y fabricación de los accesorios serán tales que puedan soportar sin deformación permanente o defecto visible las sobrecargas debidas a las pruebas estáticas.

Cuerdas

- Una cuerda es un elemento textil cuyo diámetro no es inferior a 4 milímetros, constituida por cordones retorcidos o trenzados, con o sin alma.
- Las cuerdas para izar o transportar cargas tendrán un factor mínimo de seguridad de diez.
- No se deslizarán sobre superficies ásperas o en contacto con tierras, arenas o sobre ángulos o aristas cortantes, a no ser que vayan protegidas.
- Toda cuerda de cáñamo que se devuelva después de concluir un trabajo deberá ser examinada en toda su longitud.
- En primer lugar, se deberán deshacer los nudos que pudiera tener, puesto que conservan la humedad y se lavarán las manchas. Después de bien seca, se buscarán los posibles deterioros: cortes, acuñamientos, ataques de ácidos, etc.
- Se procurará que no estén en contacto directo con el suelo, aislándolas de éste mediante estacas o paletas, que permitan el paso de aire bajo los rollos.

- Las cuerdas de fibra sintética deberán almacenarse a una temperatura inferior a los 60º.
- Se evitará el contacto con grasas, ácidos o productos corrosivos, así como inútiles exposiciones a la luz.
- Una cuerda utilizada en un equipo anticaídas, que ya haya detenido la caída de un trabajador, no deberá ser utilizada de nuevo, al menos para este cometido.
- Se examinarán las cuerdas en toda su longitud, antes de su puesta en servicio.
- Si se debe de utilizar una cuerda en las cercanías de una llama, se protegerá mediante una funda de cuero al cromo, por ejemplo.
- Las cuerdas que han de soportar cargas, trabajando a tracción, no han de tener nudo alguno. Los nudos disminuyen la resistencia de la cuerda.
- Es fundamental proteger las cuerdas contra la abrasión, evitando todo contacto con ángulos vivos y utilizando un guardacabos en los anillos de las eslingas.
- La presión sobre ángulos vivos puede ocasionar cortes en las fibras y producir una disminución peligrosa de la resistencia de la cuerda. Para evitarlo se deberá colocar algún material flexible (tejido, cartón, etc.) entre la cuerda y las aristas vivas.

### Cables

- Un cordón está constituido por varios alambres de acero dispuestos helicoidalmente en una o varias capas. Un cable de cordones está constituido por varios cordones dispuestos helicoidalmente en una o varias capas superpuestas, alrededor de un alma.
- Los cables serán de construcción y tamaño apropiados para las operaciones en las cuales van a ser empleados.
- El factor de seguridad para los mismos no será inferior a seis.
- Los ajustes de ojales y los lazos para los ganchos, anillos y argollas, estarán provistos de guardacabos resistentes.
- Estarán siempre libres de nudos, sin torceduras permanentes y otros defectos.
- Se inspeccionará periódicamente el número de hilos rotos desechándose aquellos cables en

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

que lo estén en más del 10% de los mismos, contados a lo largo de dos tramos del cableado, separados entre sí por una distancia inferior a ocho veces su diámetro.

- Los cables utilizados directamente para levantar o soportar la carga no deberán llevar ningún empalme, excepto el de sus extremos (únicamente se tolerarán los empalmes en aquellas instalaciones destinadas, desde su diseño, a modificarse regularmente en función de las necesidades de una explotación). El coeficiente de utilización del conjunto formado por el cable y la terminación se seleccionará de forma que garantice un nivel de seguridad adecuado.
- El diámetro de los tambores de izar no será inferior a 20 veces el del cable, siempre que sea también 300 veces el diámetro del alambre mayor.
- Es preciso atenerse a las recomendaciones del fabricante de los aparatos de elevación, en lo que se refiere al tipo de cable a utilizar, para evitar el desgaste prematuro de este último e incluso su destrucción. En ningún caso se utilizarán cables distintos a los recomendados.
- Los extremos de los cables estarán protegidos por refuerzos para evitar el descableado.
- Los diámetros mínimos para el enrollamiento o doblado de los cables deben ser cuidadosamente observados para evitar el deterioro por fatiga.
- Antes de efectuar el corte de un cable, es preciso asegurar todos los cordones para evitar el deshilachado de éstos y descableado general.
- Antes de proceder a la utilización del cable para elevar una carga, se deberá de asegurar de que su resistencia es la adecuada.
- Para desenrollar una bobina o un rollo de cable, lo haremos rodar en el suelo, fijando el extremo libre a un punto, del que nunca se tirará, o bien dejar girar el soporte (bobina, aspa, etc.) colocándolo previamente en un bastidor adecuado provisto de un freno que impida tomar velocidad a la bobina.
- Para enrollar un cable se deberá proceder a la inversa en ambos casos.
- La unión de cables no deberá realizarse nunca mediante nudos, que los deterioran, sino utilizando guardacabos y mordazas sujeta cables.
- Normalmente los cables se suministran lubricados y para garantizar su mantenimiento es

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

suficiente con utilizar el tipo de grasa recomendado por el fabricante. Algunos tipos de cables especiales no deben ser engrasados, siguiendo en cada caso las indicaciones del fabricante.

- El cable se examinará en toda su longitud y después de una limpieza que elimine la suciedad en el mismo.
- El examen de las partes más expuestas al deterioro o que presente alambres rotos se efectuará estando el cable en reposo.
- Los motivos de retirada de un cable serán:
  - Rotura de un cordón.
  - Reducción anormal y localizada del diámetro.
  - Existencia de nudos.
  - Cuando la disminución del diámetro del cable en un punto cualquiera, alcanza el 10% para los cables de cordones o el 3% para los cables cerrados.
  - Cuando el número de alambres rotos visibles alcanza el 20% del número total de hilos del cable, en una longitud igual a dos veces el paso de cableado.
  - Cuando la disminución de la sección de un cordón, medida en un paso cableado, alcanza el 40% de la sección total del cordón.

Cadenas

- Las cadenas serán de hierro forjado o acero.
- El factor de seguridad será al menos de cinco para la carga nominal máxima.
- Los anillos, ganchos, eslabones o argollas de los extremos serán del mismo material que las cadenas a las que van fijados.
- Todas las cadenas serán revisadas antes de ponerse en servicio.
- Cuando los eslabones sufran un desgaste excesivo o se hayan doblado o agrietado, serán cortados y reemplazados inmediatamente.
- Las cadenas se mantendrán libres de nudos y torceduras.

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- Se enrollarán únicamente en tambores, ejes o poleas que estén provistas de ranuras que permitan el enrollado sin torceduras.
- La resistencia de una cadena es la de su componente más débil. Por ello conviene retirar las cadenas:
  - Cuyo diámetro se haya reducido en más de un 5%, por efecto del desgaste.
  - Que tengan un eslabón doblado, aplastado, estirado o abierto.
- Es conveniente que la unión entre el gancho de elevación y la cadena se realice mediante un anillo.
- No se deberá colocar nunca sobre la punta del gancho o directamente sobre la garganta del mismo.
- Bajo carga, la cadena deberá quedar perfectamente recta y estirada, sin nudos.
- La cadena deberá protegerse contra las aristas vivas.
- Deberán evitarse los movimientos bruscos de la carga, durante la elevación, el descenso o el transporte.
- Una cadena se fragiliza con tiempo frío y en estas condiciones, bajo el efecto de un choque o esfuerzo brusco, puede romperse instantáneamente.
- Las cadenas deberán ser manipuladas con precaución, evitando arrastrarlas por el suelo e incluso depositarlas en él, ya que están expuestas a los efectos de escorias, polvos, humedad y agentes químicos, además del deterioro mecánico que puede producirse.
- Las cadenas de carga instaladas en los equipos de elevación, deberán estar convenientemente engrasadas para evitar la corrosión que reduce la resistencia y la vida útil.

Ganchos

- Serán de acero o hierro forjado
- Estarán equipados con pestillos u otros dispositivos de seguridad para evitar que las cargas puedan salirse.
- Las partes que estén en contacto con cadenas, cables o cuerdas serán redondeadas.

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- Dada su forma, facilitan el rápido enganche de las cargas, pero estarán expuestos al riesgo de desenganche accidental, por lo que éste debe prevenirse.
- No deberá tratarse de construir uno mismo un gancho de manutención, partiendo de acero que pueda encontrarse en una obra o taller, cualquiera que sea su calidad.
- Uno de los accesorios más útiles para evitar el riesgo de desenganche accidental de la carga es el gancho de seguridad, que va provisto de una lengüeta que impide la salida involuntaria del cable o cadena.
- Solamente deberán utilizarse ganchos provistos de dispositivo de seguridad contra desenganches accidentales y que presenten todas las características de una buena resistencia mecánica.
- No deberá tratarse de deformar un gancho para aumentar la capacidad de paso de cable.
- No deberá calentarse nunca un gancho para fijar una pieza por soldadura, por ejemplo, ya que el calentamiento modifica las características del acero.
- Un gancho abierto o doblado deberá ser destruido.
- Durante el enganchado de la carga se deberá controlar:
  - o Que los esfuerzos sean soportados por el asiento del gancho, nunca por el pico.
  - o Que el dispositivo de seguridad contra desenganche accidental funcione perfectamente.
  - o Que ninguna fuerza externa tienda a deformar la abertura del gancho. En algunos casos, el simple balanceo de la carga puede producir estos esfuerzos externos.

Argollas y anillos

- Las argollas serán de acero forjado y constarán de un estribo y un eje ajustado, que habitualmente se roscará a uno de los brazos del estribo.
- La carga de trabajo de las argollas ha de ser indicada por el fabricante, en función del acero utilizado en su fabricación y de los tratamientos térmicos a los que ha sido sometida.
- No se sustituirá nunca el eje de una argolla por un perno, por muy buena que sea la calidad



Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

de éste.

- Los anillos tendrán diversas formas, aunque la que se recomendará es el anillo en forma de pera, al ser éste el de mayor resistencia.
- Es fundamental que conserven su forma geométrica a lo largo del tiempo.

Grilletes

- No se deberán sobrecargar ni golpear nunca.
- Al roscar el bulón deberá hacerse a fondo, menos media vuelta.
- Si se han de unir dos grilletes, deberá hacerse de forma que la zona de contacto entre ellos sea la garganta de la horquilla, nunca por el bulón.
- No podrán ser usados como ganchos.
- Los estrobos y eslingas trabajarán sobre la garganta de la horquilla, nunca sobre las patas rectas ni sobre el bulón.
- El cáncamo tendrá el espesor adecuado para que no se produzca la rotura del bulón por flexión ni por compresión diametral.
- No se calentará ni soldará sobre los grilletes.

Eslingas

- Se tendrá especial cuidado con la resistencia de las eslingas. Las causas de su disminución son muy numerosas:
  - El propio desgaste por el trabajo.
  - Los nudos, que disminuyen la resistencia de un 30 a un 50%.
  - Las soldaduras de los anillos terminales u ojales, aún cuando estén realizadas dentro de la más depurada técnica, producen una disminución de la resistencia del orden de un 15 a un 20%.
  - Los sujetacables, aun cuando se utilicen correctamente y en número suficiente. Las uniones realizadas de esta forma reducen la resistencia de la eslinga alrededor del

20%.

- Las soldaduras o las zonas unidas con sujetacables nunca se colocarán sobre el gancho del equipo elevador, ni sobre las aristas. Las uniones o empalmes deberán quedar en las zonas libres, trabajando únicamente a tracción.
- No deberán cruzarse los cables de dos ramales de eslingas distintas, sobre el gancho de sujeción, ya que en este caso de los cables estaría comprimido por el otro.
- Para enganchar una carga con seguridad, es necesario observar algunas precauciones:
  - Los ganchos que se utilicen han de estar en perfecto estado, sin deformaciones de ninguna clase.
  - Las eslingas y cadenas se engancharán de tal forma que la cadena o eslinga descansa en el fondo de la curvatura del gancho y no en la punta.
  - Hay que comprobar el buen funcionamiento del dispositivo que impide el desenganche accidental de las cargas.
  - Si el gancho es móvil, debe estar bien engrasado de manera que gire libremente.
  - Se deben escoger las eslingas (cables, cadenas, etc.) o aparatos de elevación (horquillas, garras, pinzas) apropiados a la carga. No se deberá utilizar jamás alambre de hierro o acero cementado.
  - Los cables utilizados en eslingas sencillas deben estar provistos en sus extremos de un anillo emplomado o cerrados por terminales de cable (sujetacables).
  - Los sujetacables deben ser de tamaño apropiado al diámetro de los cables y colocados de tal forma que el asiento se encuentre en el lado del cable que trabaja.
  - Las eslingas de cables no deberán estar oxidadas, presentar deformaciones ni tener mechas rotas o nudos.
  - Los cables no deberán estar sometidos a una carga de maniobra superior a la sexta parte de su carga de rotura.
  - Si no se sabe esta última indicación, se puede calcular, aproximadamente, el valor

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

máximo de la carga de maniobra mediante:

$$F(\text{en kg.}) = 8 \times d^2 \text{ (diámetro del cable en mm.)}$$

- Las eslingas sinfín, de cable, deberán estar cerradas, bien sea mediante un emplomado efectuado por un especialista o bien con sujetacables. El emplomado deberá quedar en perfecto estado.
- Los sujetacables deberán ser al menos cuatro, estando su asiento en el lado del cable que trabaja, quedando el mismo número a cada lado del centro del empalme.
- Toda cadena cuyo diámetro del redondo que forma el eslabón se haya reducido en un 5% no deberá ser utilizada más.
- No se sustituirá nunca un eslabón por un bulón o por una ligadura de alambre de hierro, etc.
- No se debe jamás soldar un eslabón en una forja o con el soplete.
- Las cadenas utilizadas para las eslingas deberán ser cadenas calibradas; hay que proveer a sus extremos de anillos o ganchos.
- Las cadenas utilizadas en eslingas no deberán tener ni uno solo de sus eslabones corroído, torcido, aplastado, abierto o golpeado. Es preciso comprobarlas periódicamente eslabón por eslabón.
- Las cadenas de las eslingas no deberán estar sometidas a una carga de maniobra superior a la quinta parte de su carga de rotura. Si no se conoce este último dato,
- se puede calcular, aproximadamente, el valor de la carga de maniobra con ayuda de la siguiente fórmula:

$$F(\text{en Kg.}) = 6 \times d^2 \text{ (diámetro del redondo en mm.)}$$

- En el momento de utilizar las cadenas, se debe comprobar que no estén cruzadas, ni torcidas, enroscadas, mezcladas o anudadas.
- Procurar no utilizarlas a temperaturas muy bajas pues aumenta su fragilidad. Ponerlas tensas sin golpearlas.

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- Hay que evitar dar a las eslingas dobleces excesivos, especialmente en los cantos vivos; con dicho fin se interpondrán entre las eslingas y dichos cantos vivos, materiales blandos: madera, caucho, trapos, cuero, etc.
- Comprobar siempre que la carga esté bien equilibrada y bien repartida entre los ramales, tensando progresivamente las eslingas.
- Después de usar las eslingas, habrá que colocarlas sobre unos soportes. Si han de estar colgadas de los aparatos de elevación, ponerlas en el gancho de elevación y subir éste hasta el máximo.
- Se verificarán las eslingas al volver al almacén.
- Toda eslinga deformada por el uso, corrosión, rotura de filamentos, se deberá poner fuera de servicio.
- Se engrasarán periódicamente los cables y las cadenas.
- Se destruirán las eslingas que han sido reconocidas como defectuosas e irreparables.

Trácteles

- Deberán estar perfectamente engrasados.
- Se prohibirá engrasar el cable del tráctel.
- Antes de cualquier maniobra deberá comprobarse:
  - El peso de carga para comprobar que el aparato que utilizamos es el adecuado.
  - Los amarres de la carga y la utilización de cantoneras.
  - Que la dirección del eje longitudinal del aparato sea la misma que la del cable (que no forme ángulo).
- No se deberá utilizar para esfuerzos superiores a la fuerza nominal del mismo, ya sea para elevación o tracción.
- No deberán maniobrase al mismo tiempo las palancas de marcha hacia adelante o hacia atrás.

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- Se deberá utilizar el cable adecuado a la máquina en cuanto al diámetro.
- Antes de iniciar cualquier maniobra deberá comprobarse la longitud del cable.
- Las máquinas deberán ser accionadas por un solo hombre.
- Se comprobará que el cable no está machacado o deshilado.

Poleas

- No sobrecargarlas nunca. Comprobar que son apropiadas a la carga que van a soportar.
- Comprobar que funcionan correctamente, que no existen holguras entre polea y eje, ni fisuras ni deformaciones que hagan sospechar que su resistencia a disminuido.
- Las gargantas de las poleas se acomodarán para el fácil desplazamiento y enrollado de los eslabones de las cadenas.
- Cuando se utilicen cables o cuerdas, las gargantas serán de dimensiones adecuadas para que aquéllas puedan desplazarse libremente y su superficie será lisa y con bordes redondeados.
- Revisar y engrasar semanalmente. Se sustituirá cuando se noten indicios de desgaste, o cuando se observe que los engrasadores no tomen grasa.
- Cuando una polea chirríe se revisará inmediatamente, engrasándola y sustituyéndola si presenta holgura sobre el eje.
- Las poleas se montarán siempre por intermedio de grilletes, a fin de que tengan posibilidad de orientación, evitando así que el cable tire oblicuamente a la polea.
- Se prohíbe terminantemente utilizar una polea montada de forma que el cable tire oblicuamente.
- Se prohíbe soldar sobre poleas.

- EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Guantes de trabajo

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- Botas de seguridad con puntera reforzada en acero y suela antideslizante
- Ropa de trabajo para el mal tiempo

### Transporte de material

- RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Choque contra objetos móviles/inmóviles
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos
- Contactos eléctricos
- Exposición a ambientes pulvígenos
- Atropellos o golpes con vehículos

- MEDIOS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- El vehículo de transporte sólo será utilizado por personal capacitado.
- No se transportarán pasajeros fuera de la cabina.
- Se subirá y bajará del vehículo de transporte de forma frontal.
- El conductor se limpiará el barro adherido al calzado, antes de subir al vehículo de transporte, para que no resbalen los pies sobre los pedales.
- Los caminos de circulación interna de la obra se cuidarán en previsión de barrizales excesivos que mermen la seguridad de la circulación.
- La caja será bajada inmediatamente después de efectuada la descarga y antes de emprender la marcha.
- En todo momento se respetarán las normas marcadas en el código de circulación vial, así como

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

la señalización de la obra.

- Si tuviera que parar en rampa, el vehículo quedará frenado y calzado con topes.
- La velocidad de circulación estará en consonancia con la carga transportada, la visibilidad y las condiciones del terreno.
- Durante las operaciones de carga, el conductor permanecerá, o bien dentro de la cabina, o bien alejado del radio de acción de la máquina que efectúe la misma.
- Cualquier operación de revisión con la caja levantada se hará impidiendo su descenso mediante enclavamiento.
- Las maniobras dentro del recinto de la obra se harán sin brusquedades, anunciando con antelación las mismas y auxiliándose del personal de obra.
- EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad (cuando abandonen la cabina)
- Mascarilla de protección contra ambientes pulvígenos
- Gafas de protección contra ambiente pulvígenos
- Guantes de trabajo
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares
- Botas de seguridad con puntera reforzada en acero y suela antideslizante
- Ropa de trabajo para el mal tiempo

### **Trabajos de soldadura autógena**

- RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- Proyección de fragmentos o partículas
- Contactos térmicos
- Exposición a radiaciones
- MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR
  - Se revisará periódicamente el estado de las mangueras, eliminando las que se encuentren agrietadas exteriormente.
  - Las mangueras para conducción del acetileno serán de distinto color que las utilizadas para la conducción del oxígeno.
  - Las conexiones de manguera tendrán rosca y fileteado diferentes de modo que sea imposible confundirlas y cambiarlas.
  - Se deberá comprobar si las boquillas para la soldadura o el corte se hallan en buenas condiciones.
  - Los sopletes deberán tener boquillas apropiadas y en buen estado. Si hay que limpiarlas se usará una aguja de latón para no deformarlas.
  - Se ajustarán bien las conexiones, con llave si es necesario, antes de utilizar el gas.
  - Antes de utilizar el equipo de soldadura o corte autógenos, habrá que asegurarse de que todas las conexiones de las botellas, reguladores y mangueras están bien hechas.
  - Se comprobará si todos los materiales inflamables están alejados o protegerlos de las chispas por medio de pantallas, lonas ignífugas.
  - Se colocarán extintores de polvo o anhídrido carbónico en las zonas donde se realicen trabajos de soldadura o corte.
  - En los lugares de paso se deberán proteger las mangueras para evitar su deterioro.
  - Antes de abrir las válvulas de las botellas de oxígeno y acetileno, se deberá comprobar que están cerradas las válvulas del manorreductor.
  - Colocarse a un lado del regulador cuando se abran las válvulas de las botellas.



Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- Antes de encender el soplete se deberá dejar salir el aire o gas que puedan tener las mangueras, abriendo para ello el soplete.
- Para encender la boquilla se deberá emplear un encendedor de fricción, no con cerillas que darían lugar a quemaduras en las manos.
- Para encender un soplete, las presiones deberán estar cuidadosamente reguladas:
  - Abrir ligeramente la espita del oxígeno.
  - Abrir mucho la espita del acetileno.
  - Encender la llama, que presentará un ancho excesivo de acetileno.
  - Regularla la llama hasta obtener un dardo correcto.
- Se deberá emplear la presión de gas correcta para el trabajo a efectuar. La utilización de una presión incorrecta puede ser causa de un mal funcionamiento de la boquilla y de un retroceso de la llama o explosiones que puede deteriorar el interior de la manguera.
- Los manómetros deberán encontrarse en buenas condiciones de uso. Si se comprueba rotura, deterioro o que la lectura no ofrece fiabilidad, deberán ser sustituidos de inmediato.
- No se usarán botellas de combustible teniendo la boca de salida más baja que el fondo. Por el contrario, se pondrán verticales con la boca hacia arriba y sujetas con collarines que garanticen su posición, evitando su caída.
- Se utilizarán ropas que protejan contra las chispas y metal fundido. Se llevará el cuello cerrado, bolsillos abotonados, mangas metidas dentro de las manoplas o guantes, cabeza cubierta por medio de pantallas inactínicas, calzado de seguridad, polainas y mandil protector. El ayudante deberá ir también protegido, al menos con careta inactínica.
- Cuando se efectúen trabajos en lugares elevados, el soldador utilizará el cinturón de seguridad a partir de los 2 metros de altura, y además tomará precauciones para que las chispas o metal caliente no caigan sobre personas ni sobre materiales inflamables.
- Se prohíbe introducir las botellas de oxígeno y acetileno en el recipiente que se está soldando.
- Cuando se efectúen trabajos de soldadura o corte en espacios reducidos, hay que procurar

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

tener una buena ventilación.

- Deberá existir una distancia mínima de 1,5 metros entre el punto de soldadura y los materiales combustibles.
- Está prohibido soldar a menos de 6 metros de distancia de líquidos inflamables y sustancias explosivas.
- No se podrá calentar, cortar ni soldar recipientes que hayan contenido sustancias inflamables, explosivas o productos que, por reacción con el metal del contenedor o recipiente, genere un compuesto inflamable o explosivo, sin la previa eliminación del residuo.
- En el caso de incendiarse una manguera de acetileno, no se deberá intentar extinguir el fuego doblando y oprimiendo la manguera. Se cerrará la llave de la botella.
- Al terminar el trabajo hay que cerrar primero la válvula del soplete, después de los manorreductores y por último la de las botellas.
- Los sopletes no se golpearán ni se colgarán de los manorreductores, de modo que puedan golpearse con las botellas.
- EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Guantes o manoplas para soldadura
- Manguitos para soldadura
- Pantallas para soldadura
- Polainas de soldador
- Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para soldadura
- Calzado de seguridad con puntera reforzada en acero

### Trabajos de soldadura eléctrica

- RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Contactos eléctricos indirectos
- Proyección de fragmentos o partículas
- Contactos térmicos
- Exposición a radiaciones
- MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR
  - Las masas de cada aparato estarán dotadas de puesta a tierra.
  - La superficie de los portaelectrodos a mano y los bornes de conexión para circuitos de alimentación de aparatos de soldadura, deberán estar cuidadosamente dimensionados y aislados.
  - Los cables de conductores se revisarán frecuentemente y se mantendrán en buenas condiciones.
  - La pinza portaelectrodos se mantendrá siempre en buen estado y cerca de donde se esté soldando.
  - Los cables deteriorados o averiados deberán repararse cuidadosamente. Todos los puntos de empalme de los cables de soldadura deberán estar perfectamente aislados.
  - Los cables de conexión a la red y los de soldadura deberán enrollarse antes de realizar cualquier transporte.
  - En lugares húmedos el operario se deberá aislar trabajando sobre una base de madera seca.
  - Se deberán de colocar extintores en las zonas donde se realicen trabajos de soldadura eléctrica.
  - Las radiaciones producidas en trabajos de soldadura eléctrica afectan no solo a los ojos, sino a cualquier parte del cuerpo expuesta. Por ello, el soldador deberá utilizar pantalla facial, manoplas, polainas y mandil, como mínimo. Para la protección de otros trabajadores próximos se utilizarán cortinas o paramentos ignífugos.

- Los ayudantes de los soldadores también deberán usar gafas o pantallas inactivas.
- Se dispondrán adecuadamente los cables de modo que no representen un riesgo para el personal o puedan sufrir daños mecánicos.
- La zona de trabajo estará convenientemente delimitada y en su interior todo el personal deberá utilizar los equipos de protección personal necesarios.
- El cable de tierra deberá conectarse lo más cercano posible a la pieza donde se efectúa la soldadura, sin que pueda conectarse a otro equipo o instalación existente, así como tampoco a través del acero de refuerzo de las estructuras de hormigón armado.
- Tantas veces como se interrumpa por algún tiempo la operación de soldar, se cortará el suministro de energía eléctrica a la máquina. Al terminar el trabajo debe quedar totalmente desconectada y retirada de su sitio.
- Las conexiones con la máquina deberán tener las protecciones necesarias y, como mínimo, fusibles automáticos y relé diferencial de sensibilidad media (300 mA), con una buena toma de tierra.
- La alimentación eléctrica al grupo de soldadura se realizará a través de un cuadro provisto de interruptor diferencial adecuado al voltaje de suministro, si no se cumplen los requisitos del apartado anterior.
- Los generadores de combustión interna (diésel) deberán pararse cuando no se estén utilizando, así como cuando se requiera repostar combustible.
- Se dispondrá de un extintor de polvo químico junto al grupo diésel.
- Los electrodos usados se dispondrán en un recipiente, evitando que queden esparcidos por el suelo.
- Antes de realizar cambios de intensidad deberá desconectarse el equipo.
- No introducir jamás el portaelectrodos en agua para enfriarlo, puede causar un accidente eléctrico.
- No se dejará la pinza y su electrodo directamente apoyados en el suelo, sino en un soporte aislante.

### Soldadura en interior de recintos cerrados

Para soldar en recintos cerrados habrá que tener siempre presente que:

- Deben eliminarse, por aspiración, gases, vapores y humos.
- Hay que preocuparse de que la ventilación sea buena.
- Nunca se debe ventilar con oxígeno.
- Hay que llevar ropa protectora y difícilmente inflamable.
- No se debe de llevar ropa interior de fibras artificiales fácilmente inflamables.
- EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Pantallas para soldadura
- Manguitos, guantes o manoplas y polainas para soldadura
- Calzado de seguridad con puntera reforzada en acero
- Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para soldadura

### **Trabajos próximos a elementos en tensión**

- RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Contactos eléctricos directos
- Contactos eléctricos indirectos
- Electrocuciiones
- Incendios

- MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Todos los trabajos se realizarán según lo establecido en el Real Decreto 614/01, de 8 de Junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la seguridad y salud de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Se define como trabajador autorizado aquel el trabajador que ha sido autorizado por el empresario para realizar determinados trabajos con riesgo eléctrico, en base a su capacidad para hacerlos de forma correcta.
- Se define trabajador cualificado como el trabajador autorizado que posee conocimientos especializados en materia de instalaciones eléctricas, debido a su formación acreditada, profesional o universitaria, o a su experiencia certificada de dos o más años.
- Todo trabajo en las proximidades de líneas eléctricas o elementos en tensión será ordenado y dirigido por el jefe del trabajo (que será un trabajador cualificado), el cual será el responsable de que se cumplan las distancias de seguridad, y podrán ser realizados por trabajadores autorizados.
- Cuando se utilicen grúas o aparatos elevadores, se respetarán las distancias mínimas de seguridad, para evitar no sólo el contacto sino también la excesiva cercanía a líneas con tensión (según criterios del R.D. 614/2001, Anexo V, Trabajos en Proximidad). El personal que no opere estos equipos, permanecerá alejado de ellos.
- En trabajos en líneas, se colocarán tantos equipos de puesta a tierra y en cortocircuito como posibles fuentes de tensión confluyan en el lugar de trabajo, siendo estos equipos de Puesta a Tierra de características adecuadas a la tensión de la línea, según criterios del R.D. 614/2001.
- Es obligatorio el uso de equipos de protección adecuados al riesgo de cada trabajo, tales como: banquetas o alfombrillas aislantes, pértigas, guantes, casco, pantalla facial, herramienta aislada, así como cualquier otro elemento de protección, tanto individual como colectivo, homologado.
- Cuando en la proximidad de los trabajos haya partes activas, se aislarán convenientemente mediante vainas, capuchones, mantas aisladas, etc... en todos los conductores, incluido el neutro.
- Las distancias de seguridad para trabajar próximos a Líneas Eléctricas o elementos con tensión

mantendrán las siguientes distancias de seguridad, quedando terminantemente prohibido realizar trabajos sin respetar estas distancias:

Tabla 1. Distancias límite de las zonas de trabajo

U <sub>n</sub>	D <sub>PEL-1</sub>	D <sub>PEL-2</sub>	D <sub>PROX-1</sub>	D <sub>PROX-2</sub>
≤ 1	50	50	70	300
3	62	52	112	300
6	62	53	112	300
10	65	55	115	300
15	66	57	116	300
20	72	60	122	300
30	82	66	132	300
45	98	73	148	300
66	120	85	170	300
110	160	100	210	500
132	180	110	330	500
220	260	160	410	500
380	390	250	540	700

Un: Tensión nominal de la instalación (kV).

DPEL-1: distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando exista el riesgo de sobretensión por rayo (cm).

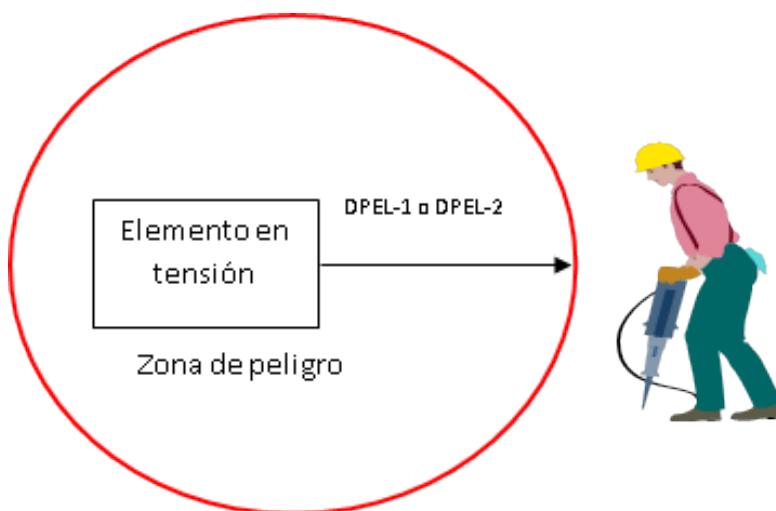
DPEL-2: distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando no exista el riesgo de sobretensión por rayo (cm).

DPROX-1: distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo (cm).

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

DPROX-2: distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando no resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo (cm).

Nota: Las distancias para valores de tensión intermedios se calcularán por interpolación lineal.

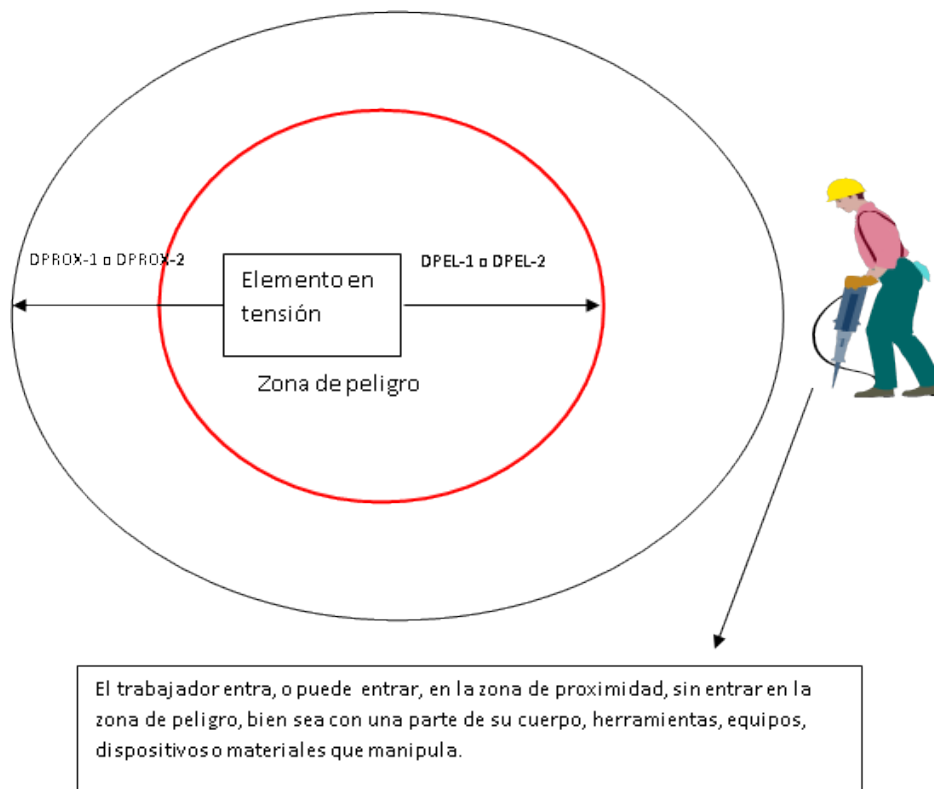


### RIESGO ELÉCTRICO

Zona de proximidad es el espacio delimitado alrededor de la zona de peligro, desde la que el trabajador puede invadir accidentalmente esta última.



Anexo 2: Estudio de seguridad y salud



- Si existen elementos en tensión cuyas zonas de peligro sean accesibles (no se han colocado pantallas, barreras envolventes o protectores aislantes), se deberá:
  - Delimitar la zona de trabajo respecto a las zonas de peligro mediante la colocación de obstáculos o gálibos cuando exista el menor riesgo de que puedan ser invadidas, aunque sea sólo de forma accidental. Esta señalización se colocará antes de iniciar los trabajos.
  - Informar a los trabajadores directa o indirectamente implicados, de los riesgos existentes, la situación de los elementos en tensión, los límites de la zona de trabajo y cuantas precauciones y medidas de seguridad deban adoptar para no invadir la zona de peligro, comunicándoles la necesidad de que ellos, a su vez, informen sobre cualquier circunstancia que muestre la insuficiencia de las medidas adoptadas.
- EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- Casco de seguridad contra arco eléctrico
- Guantes de trabajo
- Guantes dieléctricos para alta y baja tensión
- Gafas de protección o pantalla de protección facial contra arco eléctrico
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante

### Trabajos en tensión

- RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Contactos eléctricos
- Incendios

- MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Se seguirán en todo momento las especificaciones descritas en el R.D. 614/2001 sobre Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Para estos trabajos se deberán haber desarrollado procedimientos específicos, los operarios deberán tener una formación adecuada y tanto el material de seguridad, como el equipo de trabajo y las herramientas a utilizar serán las adecuadas.
- La zona de trabajo debe estar claramente definida y delimitada.
- Todas aquellas partes de una instalación eléctrica sobre la que vayan a realizarse trabajos, deberán disponer de un espacio adecuado de trabajo, de medios de acceso de iluminación.
- Cuando sea necesario, el acceso a la zona de trabajo debe ser delimitado claramente en el interior de las instalaciones.

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- Se deben tomar medidas de prevención adecuada para evitar accidentes a personas por otras fuentes de peligro tales como sistemas mecánicos o en presión o caídas.
- No se deben colocar objetos que puedan dificultar el acceso ni materiales inflamables, junto o en los caminos de acceso, las vías de emergencia a o desde equipos eléctricos de corte y control, así como tampoco en las zonas desde donde estos equipos hayan de ser operados.
- Los materiales inflamables deben mantenerse alejados de fuentes de arco eléctrico.
- Si es necesario, durante la realización de cualquier trabajo u operación, se colocará una señalización adecuada para llamar la atención sobre los riesgos más significativos.
- Los procedimientos de trabajos en tensión solo se llevarán a cabo una vez suprimidos los riesgos de incendio o explosión.
- Se debe asegurar que el trabajador se encuentra en una posición estable, para permitirle tener las dos manos libres.
- Los operarios utilizarán equipos de protección individual apropiados y no llevarán objetos metálicos, tales como anillos, relojes, cadenas, pulseras, etc.
- Los trabajos en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios.
- Es obligatorio el uso de equipos de protección adecuados al riesgo de cada trabajo, tales como: banquetas o alfombrillas aislantes, pértigas, guantes, casco, pantalla facial, herramienta aislada, así como cualquier otro elemento de protección, tanto individual como colectivo, homologado.
- Para el trabajo en tensión se adoptarán medidas de protección para prevenir la descarga eléctrica y el cortocircuito. Se tendrán en cuenta todos los diferentes potenciales presentes en el entorno de la zona de trabajo.
- Dependiendo del tipo de trabajo, el personal que lo realice debe estar formado y además especialmente entrenado.
- Deberán especificarse las características, la utilización, el almacenamiento, la conservación, el

transporte e inspecciones de las herramientas, los equipos y materiales utilizados en los trabajos en tensión.

- Las herramientas, equipos y materiales estarán claramente identificados.
- Para los trabajos en el interior de edificios, las condiciones atmosféricas no se han de tener en cuenta a menos que exista riesgo de sobretensiones que provengan de instalaciones exteriores y siempre que la visibilidad en la zona de trabajo sea adecuada.
- Otros parámetros, tales como la altitud y la contaminación, particularmente en alta tensión, se deben considerar si reducen la calidad de aislamiento de las herramientas y equipos.
- Cuando las condiciones ambientales requieran la paralización del trabajo, el personal debe dejar la instalación y los dispositivos aislantes y aislados en posición segura. Los operarios deben también retirarse de la zona de trabajo de forma segura.

- EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra arco eléctrico
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela aislante y antideslizante
- Guantes de trabajo
- Guantes dieléctricos para baja tensión
- Guantes dieléctricos para alta tensión
- Gafas de protección o pantalla de protección facial contra arco eléctrico
- Arnés de seguridad
- Ropa de trabajo para el mal tiempo

## Trabajos en altura

- RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- Caídas a distinto nivel
- Caídas de objetos en manipulación
- Golpes contra objetos o herramientas
- MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR
  - Los trabajos en altura no serán realizados por aquellas personas cuya condición física les cause vértigo o altere su sistema nervioso, padezcan ataques de epilepsia o sean susceptibles, por cualquier motivo, de desvanecimientos o alteraciones peligrosas.
  - Todos los trabajadores deben de disponer, previo al inicio de los trabajos, de formación adecuada para realizar trabajos en altura y conocer los procedimientos específicos de seguridad para la realización de los trabajos.
  - Se emplearán en todo momento los medios auxiliares (andamios, escaleras, etc.) adecuados para realizar este tipo de trabajos, los cuales cumplirán con lo estipulado en este Estudio de Seguridad.
  - Los trabajos en altura sólo podrán efectuarse, en principio, con la ayuda de equipos concebidos para tal fin o utilizando dispositivos de protección colectiva, tales como barandillas, plataformas o redes de seguridad. Si por la naturaleza del trabajo ello no fuera posible, deberá disponerse de medios de acceso seguros y utilizarse cinturones de seguridad con anclaje u otros medios de protección equivalentes.
  - Si por motivos de localización del tajo de trabajo, no se emplearán medios auxiliares, el trabajador deberá usar arnés de seguridad amarrado a algún punto fijo de la estructura.
  - El acceso a los puestos de trabajo se efectuará por los accesos previstos, y no usando medios alternativos no seguros.
  - Las plataformas, andamios y pasarelas, así como los desniveles, huecos y aberturas existentes en los pisos de las obras, que supongan para los trabajadores un riesgo de caída de altura superior a 2 metros, se protegerán mediante barandillas u otro sistema de protección colectiva de seguridad equivalente.
  - Las barandillas serán resistentes, tendrán una altura mínima de 90 centímetros y dispondrán

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

de un reborde de protección, un pasamanos y una protección intermedia que impidan el paso o deslizamiento de los trabajadores.

- La estabilidad y solidez de los elementos de soporte y el buen estado de los medios de protección deberán verificarse previamente a su uso, posteriormente de forma periódica y cada vez que sus condiciones de seguridad puedan resultar afectadas por una modificación, período de no utilización o cualquier otra circunstancia.
- No se comenzará un trabajo en altura si el material de seguridad no es idóneo, no está en buenas condiciones o sencillamente no se tiene.
- Nunca se deben improvisar las plataformas de trabajo, sino que se construirán de acuerdo con la normativa legal vigente.
- Las plataformas, pasarelas, andamiadas y, en general, todo lugar en que se realicen los trabajos deberán disponer de accesos fáciles y seguros y se mantendrán libres de obstáculos, adoptándose las medidas necesarias para evitar que el piso resulte resbaladizo.
- Al trabajar en lugares elevados no se arrojarán herramientas ni materiales. Se pasarán de mano en mano o se utilizará una cuerda o capazo para estos fines.
- Caso de existir riesgo de caída de materiales a nivel inferior, se balizará, o si no es posible, se instalarán señales alertando del peligro en toda la zona afectada.
- Si por necesidad del trabajo hay que retirar momentáneamente alguna protección colectiva, debe reponerse antes de ausentarse.
- Cuando se trabaje en altura, las herramientas deben llevarse en bolsas adecuadas que impidan su caída fortuita y nos permitan utilizar las dos manos en los desplazamientos.
- Las plataformas de trabajo se mantendrán limpias y ordenadas, evitando sobrecargarlas en exceso.
- Para trabajos en cubierta con riesgo de caída a distinto nivel se deberá adoptar alguna de las medidas que se citan a continuación:
  - Proteger todo el perímetro de la misma mediante el uso de barandillas rígidas con listón superior a 90 cm, intermedio a 45cm y rodapiés a 15 cm.

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- Instalar una línea de vida a la que permanezcan permanentemente amarrados los operarios mediante el uso de arnés de seguridad homologado.
- EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos con barbuquejo
- Guantes de trabajo
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante
- Bolsa portaherramientas
- Arnés de seguridad y línea de vida
- Ropa de protección para el mal tiempo

## 2.2 Línea de evacuación subterránea

### 2.2.1 Obra civil

#### 2.2.1.1 Replanteos

Este punto comprende todos los trabajos topográficos de campo, tanto planimétricos como altimétricos y de señalización, necesarios para representar de forma clara, sobre el terreno, el espacio a ocupar en planta y en alzado por el conjunto de la obra, así como por todas y cada una de sus partes constitutivas, en las diferentes fases de construcción.

#### **RIESGOS ASOCIADOS A LA ACTIVIDAD**

- Caída desde altura
- Caída de personas al mismo nivel
- Golpes y cortes por objetos o herramientas
- Caída de objetos en manipulación
- Accidente durante el desplazamiento como peatón o pasajero
- Contacto eléctrico directo

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- Caída de objetos por desplome o derrumbe
- Accidente por sustancias nocivas o tóxicas
- Temperaturas ambientales extremas
- Accidente causado por seres vivos

### **MEDIDAS PREVENTIVAS A APLICAR**

- Realizar los trabajos de replanteo sin la presencia de obstáculos en la zona correspondiente.
- El personal de replanteo permanecerá atento a cualquier otra actividad que se desarrolle en las cercanías evitando posibles interferencias con dichas actividades.
- En caso de simultaneidad con otros trabajos, se dispondrá la señalización adecuada en los puntos ocupados por el personal que realice los replanteos. Si fuese necesario, se utilizará ropa de protección de alta visibilidad (chalecos reflectantes).
- Los medios auxiliares, como cintas métricas, miras y jalones, estarán fabricados con materiales dieléctricos o adecuadamente aislados cuando la existencia de riesgo eléctrico así lo exija.
- El traslado y almacenamiento de los medios auxiliares se realizará conforme a las consignas preventivas “Manipulación manual de cargas” y “Transporte de material”.
- Durante el clavado de estacas o clavos mediante mazas o martillos, hacer uso de guantes de protección contra riesgos mecánicos.

### **EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL**

- Calzado de protección básico (resistente y con puntera resistente a impactos) con resistencia a la perforación (requisitos mínimos).
- Ropa de protección de alta visibilidad (chalecos reflectantes).
- Casco de seguridad.

#### **2.2.1.1.1 Eliminación de masa vegetal. Tala y poda de arbolado**

### **RIESGOS DE LA ACTIVIDAD**

- Caída de objetos desprendidos



Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- Contactos eléctricos
- Golpes y cortes con objetos o herramientas
- Sobreesfuerzos
- Caída de objetos por desplome o derrumbe
- Caída desde altura
- Propagación de incendios

**MEDIDAS PREVENTIVAS A APLICAR**

- Se prohíbe cualquier trabajo de medición o estancia de personas en la zona de influencia donde se encuentran operando las máquinas que realizan labores de desbroce.
- Se evitarán los periodos de trabajo en solitario en la medida de lo posible, salvo circunstancias excepcionales o de emergencia.
- Talado de árboles.
- Antes de realizar las labores de talado, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:
  - Estudio de la caída natural.
  - Elección de la dirección de caída.
  - Preparación y limpieza del terreno próximo al tronco.
  - Preparación del tronco.
- Si la dirección de caída natural no coincide con la elegida, se forzará ésta mediante cuerdas y se efectuará la “entalla” en tal dirección. La caída será guiada cuando pueda producir daños a terceros, propiedades, etc.
- Para efectuar la tala, se efectuará un corte o “entalladura de dirección” y luego el corte de caída.
- Antes el talado, se cortarán las ramas que estén demasiado bajas.
- Ningún operario permanecerá en las proximidades de caída en la trayectoria del árbol, incluso

de los árboles próximos a dicha trayectoria.

- No se efectuarán operaciones de tala con vientos fuertes.
- Si es necesario derribar un árbol cerca de líneas eléctricas, telefónicas, etc., se deberán cortar las ramas a una altura suficiente para que el árbol caiga sin traspasar la distancia de seguridad.
- Una vez comenzada la tarea de talado, ésta deberá terminarse totalmente antes de retirarse al terminar la jornada de trabajo.

#### **DESRAMADO**

- En primer lugar, se cortarán las ramas que obstaculicen el trabajo.
- El desramado del tronco comenzará por la base siguiendo hacia la copa, efectuándose siempre desde un mismo lado del tronco.
- Seguidamente se cortarán las ramas que provocan tensiones en la rama principal. Finalmente se cortará la rama principal.
- Siempre se iniciará el corte por la parte de la rama sometida a tracción.
- Si las ramas son muy grandes, se cortarán en dos veces o en las que se considere necesarias.
- Se tendrá especial cuidado al terminar de cortar las ramas de forma que no alcancen al operario por movimientos incontrolados.

#### **TRONZADO**

- Previamente se realizará un examen de las partes sometidas a tensiones (compresión, tracción).
- Se preverán los posibles movimientos del tronco.
- En pendientes siempre se efectuarán los cortes desde la parte contraria al sentido de rotación del tronco.
- Se procurará hacer el corte siempre un poco inclinado.

#### **PODA**

- Una persona dirigirá los trabajos desde el suelo.
- No se situarán varios operarios en un árbol simultáneamente.
- Antes de acceder a cualquier árbol se deberán inspeccionar las ramas para comprobar si tienen debilidades en su estructura.

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- Nunca se deben utilizar las ramas secas como soporte de asentamiento o agarradera.
- Al ascender/descender del árbol, los operarios no transportarán herramientas en las manos.
- Durante los trabajos que impliquen caída de ramas, no permanecerá ninguna persona debajo de la zona afectada.
- Se respetarán las distancias de seguridad en el caso de cortar ramas en proximidad de líneas eléctricas. Si no fuera posible se procederá al descargo de las mismas. Si los trabajos hay que realizarlos con tensión, se hará uso del procedimiento de T.E.T. correspondiente.
- Para evitar daños a terceros, interrupción de carreteras, vías, etc., se tendrá especial cuidado en la caída de las ramas. Si es necesario se guiará y controlará su caída mediante cuerdas o medios auxiliares.

#### **MANIPULACIÓN Y QUEMA DE RAMAS Y MATORRALES**

- Antes de proceder a la quema de ramas o matorrales se cumplirá con la LEGISLACION VIGENTE obteniendo los permisos necesarios.
- Se apilarán en montones pequeños, fuera de las zonas de paso, de líneas eléctricas, telefónicas, etc.
- No se abandonará una zona de fuego, sin extinguirlo totalmente.
- Se dispondrá de extintor de incendios.

#### **HERRAMIENTAS DE MANO (HACHAS, PALANCAS, GANCHOS, ETC.)**

- No se efectuarán los cortes en dirección al cuerpo.
- El hacha se sujetará de forma segura.
- Se mantendrá una distancia suficiente entre los operarios que manejen estas herramientas
- Se seguirán las medidas correctoras y consignas preventivas que sean de aplicación del apartado “Herramientas manuales”.

#### **HERRAMIENTAS MECÁNICAS (MOTOSIERRAS, DESBROZADORES, ETC.)**

- Se seguirán las medidas correctoras y consignas preventivas que sean de aplicación del apartado “Herramientas eléctricas de mano”.
- Serán utilizadas por personal que esté capacitado para ello. El traslado se realizará con la herramienta parada. No se situará ningún operario en el radio de acción de las herramientas.
- No se cortará con la punta del espadín, para evitar el riesgo de rebote de la motosierra.
- El reaprovisionamiento de combustible se realizará en lugares despejados y libres de

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

materiales inflamables.

- Se esperarán unos minutos antes de reaprovisionar, para que se enfríe la herramienta. Mientras se mantengan calientes se colocarán sobre un tronco, madera, nunca donde haya hojas secas.
- Antes de arrancar el motor deberá separarse unos metros del lugar donde se ha aprovisionado de combustible. Está prohibido fumar o producir llama dentro de la Zona de Trabajo.

#### **EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL**

- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Guantes de goma o P.V.C.
- Calzado de seguridad
- Botas de goma o P.V.C.
- Protectores auditivos
- Protección respiratoria con mascarillas autofiltrantes para partículas.
- Fajas lumbares antivibraciones

##### **2.2.1.1.2 Excavación**

#### **RIESGOS DE LA ACTIVIDAD**

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento
- Caída de objetos en manipulación
- Caída de objetos desprendidos
- Pisadas sobre objetos
- Golpes por objetos o herramientas
- Atrapamiento por o entre objetos

- Atrapamiento por vuelco de máquinas
- Sobreesfuerzos
- Atropellos o golpes con vehículos
- Contactos eléctricos
- Exposición al ruido
- Proyección de fragmentos o partículas
- Choque contra objetos inmóviles

#### **MEDIDAS PREVENTIVAS A APLICAR**

- Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.
- En caso de ser necesario, se colocará vallado perimetral de obra alrededor de la misma.
- Se prohibirá trabajar o permanecer observando dentro del radio de acción del brazo de una máquina para el movimiento de tierras.
- En los trabajos de excavación en general se adoptarán las precauciones necesarias para evitar derrumbamientos, según la naturaleza y condiciones del terreno y forma de realizar los trabajos.
- Todas las excavaciones de obra se señalizarán en todo su perímetro con el fin de evitar caídas a distinto nivel. Cuando la profundidad de la excavación sea superior a 2 metros, se deberá proteger mediante el uso de barandillas con suficiente rigidez y estabilidad o por medio de chapas o tablones, que eviten dicho riesgo.
- En caso de presencia de agua en la obra, se procederá de inmediato a su achique, en prevención de alteraciones del terreno que repercutan en la estabilidad de las excavaciones.
- Cuando las zanjas o excavaciones tengan una profundidad superior a 1,5 metros y cuando por las características del terreno exista peligro de derrumbamiento, se llevará a cabo la entibación de la zanja y/o excavación, quedando prohibido llevar a cabo cualquier tipo de trabajo sin realizar esta operación previa.

- Se paralizarán los trabajos a realizar al pie de las entibaciones cuya garantía de estabilidad no sea firme u ofrezca dudas. En este caso, antes de realizar cualquier otro trabajo debe reforzarse o apuntalarse la entibación.
- Se prohibirán los trabajos en la proximidad de postes eléctricos, de telégrafo, etc. cuya estabilidad no quede garantizada antes del inicio de las tareas.
- Deberán eliminarse los árboles, arbustos y matorrales cuyas raíces hayan quedado al descubierto, mermando la estabilidad propia y del corte efectuado del terreno.
- Las paredes de la excavación se controlarán cuidadosamente después de grandes lluvias o heladas, desprendimientos o cuando se interrumpa el trabajo por más de un día.
- En presencia de conducciones o servicios subterráneos imprevistos se paralizarán de inmediato los trabajos, dando aviso urgente a la dirección de la obra. Las tareas se reanudarán cuando la dirección de obra lo considere oportuno.
- Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno.
- No se apilarán materiales en zonas de tránsito, retirando los objetos que impidan el paso por las mismas.
- La circulación de vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de excavación no superior a los 4 metros.

#### **EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR**

Los equipos de protección personal a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos.
- Gafas de protección contra proyección de partículas.
- Mascarillas de protección para ambientes pulvígenos.
- Guantes de trabajo.
- Protecciones auditivas para el personal cuya exposición al ruido supere los niveles permitidos.

- Botas de seguridad con puntera reforzada.
- Ropa de protección para el mal tiempo.

### **Sostenimiento: Entibación**

El conjunto de los sostenimientos engloba todas las actividades encaminadas a garantizar la estabilidad de taludes, hastiales, bóvedas y de toda superficie de cualquier tipo de terreno que, por sus condiciones naturales o por las alteraciones sufridas durante el proceso constructivo, presente riesgo de deslizamiento o derrumbamiento. En este caso, sólo se va a contemplar la entibación, pues es el método más utilizado.

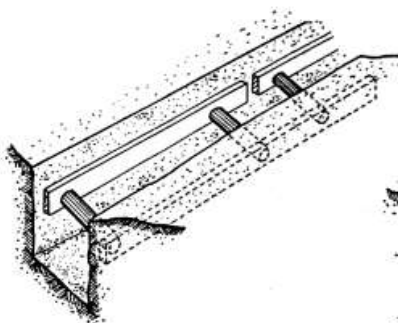
Las entibaciones son elementos auxiliares cuya finalidad es evitar el desmoronamiento del terreno y ejecutar los trabajos de excavación en condiciones de seguridad.

En terrenos coherentes no se necesita, en general, entibar las paredes de la excavación para profundidades menores de 1,60 metros. Para profundidades superiores, se establecen los tipos siguientes:

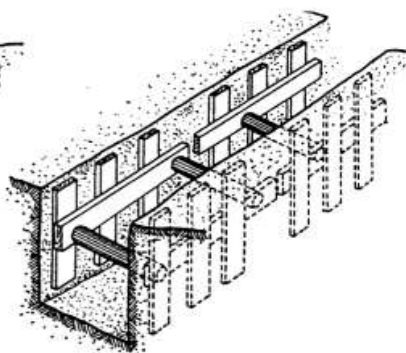
- Ligera, para cortes de profundidad comprendida entre 1,60 - 2 metros, la del fondo de la ilustración;
- Semicuajada: para cortes de entre 2 y 2,5 metros de profundidad, la central;
- Cuajada: para cortes con profundidad superior a 2,50 metros, la situada en primer plano.

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

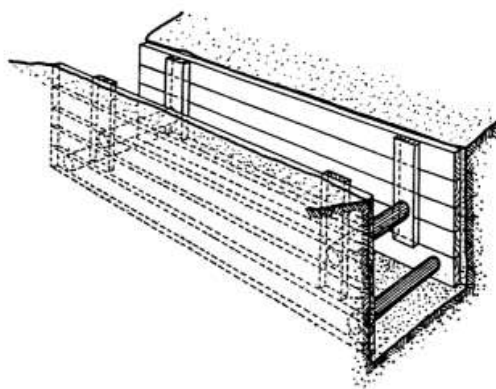
ENTIBACIÓN LIGERA



ENTIBACIÓN SEMICUAJADA



ENTIBACIÓN CUAJADA





En terrenos sueltos y para cualquier profundidad debe utilizarse siempre entibación cuajada.

Cuando la excavación es manual debe hacerse por franjas horizontales que se entiban a medida que se excavan.

Cuando la excavación se realiza de forma mecánica, la entibación debe realizarse mediante plataformas suspendidas y en el menor tiempo posible.

La entibación deberá sobrepasar en unos 10 cm. el nivel superficial del terreno. Y en su construcción deberá tenerse en cuenta no solo los empujes del terreno y las solicitaciones de los edificios o viales cercanos sino las filtraciones de agua, los factores atmosféricos o las sobrecargas ocasionales. (Ver Detalles Gráficos de Seguridad: Entibaciones)

Las tareas de desentibado suelen revestir tanto riesgo como el entibado como consecuencia del riesgo de derrumbamiento por descompresión del terreno. Ambas tareas han de llevarse a cabo por personal especializado, bajo dirección técnica, utilizando materiales y equipos de protección adecuados.

#### **RIESGOS ASOCIADOS A LA ACTIVIDAD**

- Caída de personas al mismo nivel
- Caída desde altura
- Caída desde altura considerable
- Golpes y cortes por objetos o herramientas
- Sobreesfuerzos
- Temperaturas ambientales extremas
- Caída de objetos por desplome o derrumbe
- Accidente por sustancias nocivas o tóxicas
- Exposición a agentes biológicos

#### **MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR**

- Siempre que el ángulo de la inclinación de los taludes supere al del talud natural, será necesario entibar la excavación.

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- La entibación se proyectará teniendo en cuenta las características del terreno y el tamaño de la excavación.
- En caso de estimar que es suficiente una entibación parcial, ésta llegará como mínimo hasta la mitad de la altura de la pared y tendrá un tercio de la profundidad de la misma.
- Los trabajos de entibación comenzarán tan pronto como terminen los correspondientes de excavación para minimizar los efectos del cambio introducido en el terreno. Queda terminantemente prohibido la realización de operaciones de entibación dentro de la excavación sin haber terminado los trabajos de excavación.
- Cuando se usen tableros de madera como parte de la entibación, las tablas de los mismos se dispondrán horizontalmente en los terrenos coherentes y verticalmente en los terrenos sueltos.
- Los codales de las entibaciones serán preferentemente metálicos y nunca se utilizarán a modo de peldaños para acceder al fondo de la excavación o salir de él.
- Todos los elementos de la entibación se controlarán diariamente, examinando su comportamiento y vigilando estrechamente el acuífado de los mismos.
- En caso de simultaneidad de la entibación con las operaciones de carga y transporte de escombros, se delimitarán claramente las respectivas zonas de trabajo a fin de evitar atropellos por máquinas o vehículos.
- En el proyecto se incluirá el procedimiento para realizar la desentibación pues es el momento más peligroso. Como regla general, cabe indicar que los codales se quitarán siempre de abajo a arriba.
- La excavación tendrá unas dimensiones tales que se permita la ubicación adecuada del personal, el empleo correcto de herramientas y equipos, y el manejo obligado de los elementos de la entibación.

**MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR**

- Protección ocular resistente a proyecciones.
- Guantes de protección contra riesgos mecánicos.

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- Casco de protección.
- Ropa de protección.

### **EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL**

- Pantalla de seguridad contra proyección de partículas.
- Protección respiratoria con mascarillas autofiltrantes mixtas para partículas, gases y vapores.
- Equipo autónomo o semiautónomo de respiración en trabajos subterráneos con ambientes viciados o agresivos que sean nocivos para el trabajador.
- Sistema de protección anticaídas con cinturones de sujeción y elementos de amarre para operarios en plataformas de trabajo.
- Fajas lumbares antivibraciones para operadores de máquinas y conductores de los vehículos que los precisen.
- Calzado de protección básico con suela con resaltes para trabajos sobre superficies poco adherentes.
- Botas impermeables en terrenos anegados.

### **PROTECCIONES COLECTIVAS DE USO GENERAL**

- Cordón reflectante de balizamiento para la delimitación de áreas afectadas.
- Valla de contención de peatones.
- En andamios y plataformas de trabajo, barandilla completa con pasamanos, listón intermedio y rodapié.

### **PROTECCIONES COLECTIVAS DE USO PARTICULAR**

- Pasillo de seguridad.

#### **2.2.1.1.3 Demoliciones**

La demolición, parcial o total de una obra construida, exige previamente un detallado reconocimiento del estado en que se encuentra la misma para establecer los posibles y necesarios apuntalamientos u obras secundarias de protección a realizar en las sucesivas fases de demolición. Este tipo de trabajos

no solamente exigen que sean llevados a cabo por personal especializado, sino que tienen ser objeto de contemplación específica en el Plan de Seguridad y Salud.

Todo el proceso ha de ser planificado y supervisado por personal competente, debiendo prestarse atención preferente a los aspectos siguientes:

- Establecer los puntos fuertes de sujeción a los que deben amarrarse los trabajadores.
- Acotar la zona para evitar la irrupción accidental de trabajadores.
- Averiguar si existen materiales que exija la adopción de planes o medidas de protección específicos: amianto, residuos peligrosos.
- La zona de influencia de los trabajos debe vallarse y señalizarse correctamente estableciéndose la vigilancia necesaria para evitar que personas no autorizadas penetren en ella.

Igualmente, antes de comenzar cualquier demolición, es preciso anular todas las instalaciones existentes de agua, electricidad, gas, etc. dejándolas fuera de servicio con total garantía.

Conforme a lo indicado, dentro de este punto se consideran las unidades de Construcción Civil siguientes:

- Reconocimiento previo.
- Apuntalamiento y obras secundarias de protección.
- Anulación de instalaciones existentes.
- Demolición por medios mecánicos.

#### RIESGO ASOCIADOS A LA ACTIVIDAD

- Caída de objetos en manipulación.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída desde altura.
- Caída desde altura considerable.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- Atrapamientos por o entre objetos.
- Accidente durante el desplazamiento como peatón o pasajero.
- Golpes y cortes por objetos móviles.
- Exposición a ruido.
- Exposición a vibraciones.
- Caída de objetos por desplome o derrumbe.
- Sobreesfuerzos.
- Contacto térmico.
- Contacto eléctrico directo.
- Contacto eléctrico indirecto.
- Exposición a agentes biológicos.
- Proyección de fragmentos o partículas.

MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- La zona de influencia de los trabajos de demolición, se acordonará o vallará adecuadamente, colocando vallas y señales de tráfico con el fin de favorecer el acceso y maniobra de la maquinaria.
- Si el edificio a demoler está situado en zona urbana, se tomarán las medidas necesarias para evitar la caída o proyección de materiales sobre la vía pública. Estas medidas pueden comprender, desde una valla resistente, hasta la colocación de redes o lonas en las fachadas, marquesinas, etc...
- Si la demolición presenta entidad suficiente, se redactará el oportuno proyecto de ejecución y el consiguiente programa de trabajo, de forma que la secuencia de los trabajos evite hundimientos prematuros e incontrolados. A tal efecto, se vigilará constantemente el estado de los diversos elementos resistentes implicados en el proceso.
- Previamente a cualquier tarea de demolición, se procederá a poner fuera de servicio la

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

totalidad de las instalaciones existentes.

- Todas las zonas a las que accedan operarios, se desratizarán y desinfectarán adecuadamente antes de iniciar las actividades.
- Se retirarán los materiales como puertas, ventanas, etc.
- El trabajo simultáneo en niveles de mutua influencia se evitará siempre que sea posible. Únicamente se admitirá en casos especiales previo análisis de todas las situaciones de riesgo que pudieran presentarse y la disposición de protecciones intermedias que impidan la transferencia de riesgos entre actividades, las cuales serán objeto de un estudio particular.
- El emplazamiento escogido para cada máquina reunirá las condiciones adecuadas de resistencia, amplitud y gálibo, respetando las distancias de seguridad a las instalaciones eléctricas existentes y nunca improvisando o variando arbitrariamente sin el debido conocimiento de la dirección de la obra.
- El operario que trabaje en colaboración con máquinas sin ser operador de las mismas, recibirá información y formación sobre riesgos existentes y precauciones a tomar respecto a su aproximación a las máquinas, señales de peligro, etc...
- Se realizarán apuntalamientos y apeos en huecos y fachadas, siempre que sea necesario, siguiendo como proceso de trabajo de abajo hacia arriba, es decir, de forma inversa a como se realizará la demolición. Se reforzarán también las cornisas, vierte-aguas, balcones, bóvedas, arcos, muros y paredes.
- Los muros o elementos estructurales afectados por el viento no se debilitarán con entalladuras que facilitarían su demolición con riesgo de desplome.
- Los trabajos que se desarrollen en presencia de aguas negras, se realizarán utilizando las protecciones individuales prescritas para evitar el contagio por aquéllas.
- Los trabajos que se desarrollen en lugares cerrados donde puedan surgir emanaciones provenientes de instalaciones incorrectamente condenadas, se realizarán asegurando el caudal de aire puro necesario o proveyendo a los operarios de los correspondientes equipos de respiración.

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- Se procurará en todo momento evitar la acumulación de materiales procedentes del derribo en las plantas o forjados de edificio ya que lo sobrecargan.
- Para el caso de demolición con herramientas manuales, los operarios utilizarán de forma permanente el cinturón de seguridad convenientemente anclado a un lugar seguro, cuando se encuentren trabajando en emplazamientos elevados.
- Las rozas de debilitamiento en los elementos estructurales se realizarán siempre según instrucciones y control del personal encargado de obra.
- Los operadores de la maquinaria de demolición (por empuje o tiro) se situarán en lugares resguardados o permanecerán dentro de la cabina de la maquinaria ante posibles fallos de la estructura a demoler.
- Queda prohibido terminantemente arrojar escombros al vacío. Siempre se utilizarán las tolvas o canaletas.
- Los escombros producidos se regarán de forma regular para evitar polvaredas.

**Levantados y demoliciones de pavimentos**

- Las maniobras de la maquinaria estarán dirigidas por una persona distinta al conductor (señalista) si se trabaja en calzadas o en zonas próximas a estas.
- Tapado y protección de pozos, arquetas, etc. que queden al descubierto como consecuencia de los distintos levantados, ya sean aceras o calzadas.
- En caso de que se produjese un contacto con una línea eléctrica, el maquinista permanecerá en la cabina sin tocar ningún elemento metálico hasta tanto no se corte la corriente en aquella.
- No se realizarán, en excavadoras, movimientos de tiro o empuje sesgados.
- No deberán encontrarse personas situadas dentro del radio de acción de las excavadoras provistas de martillo rompedor.
- Nunca se utilizará la cuchara para golpear el pavimento o superficie a levantar.

**EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL**

- Protección ocular resistente a proyecciones.

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- Protectores auditivos.
- Guantes de protección.
- Calzado de seguridad (mínimo básico con resistencia a la perforación).
- Botas impermeables.
- Protección respiratoria con mascarillas autofiltrantes.

**PROTECCIONES COLECTIVAS DE USO GENERAL**

- Señales normalizadas de tráfico.
- Señales normalizadas indicativas de riesgo.
- Cordón reflectante y cinta de balizamiento para delimitación de áreas afectadas.
- Conos de señalización.
- Baliza luminosa para señalización nocturna.
- Vallas metálicas para contención de peatones y desviación de tráfico.

**PROTECCIONES COLECTIVAS DE USO PARTICULAR**

- Semáforo portátil para control de tráfico.
- Señalista con paletas de tráfico.
- Pasillo de seguridad.
- Bajante metálica de escombros.

2.2.1.1.4 Cimentaciones

**RIESGOS ASOCIADOS A LA ACTIVIDAD**

- Caída de personas al mismo nivel
- Caída desde altura
- Caída de objetos en manipulación
- Caída de objetos desprendidos



Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- Golpes y cortes por objetos o herramientas
- Sobreesfuerzos
- Accidente por acción de la naturaleza
- Contacto eléctrico directo
- Contacto eléctrico indirecto
- Caída de objetos por desplome o derrumbe

**MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR**

- Antes del inicio de los trabajos se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o desplazamientos del terreno, revisando el estado de las zanjas/excavaciones a intervalos regulares.
- No se trabajará sobre zanjas/excavaciones de más de 2 metros de profundidad si éstas no se encuentran protegidas por barandilla completa con pasamanos a 90 cm., listón intermedio y rodapié u otras medidas de protección colectiva. No acceder nunca a zonas de trabajo que se encuentren desprotegidas a menos que se disponga de un sistema de protección anticaída convenientemente anclado (ej. arnés de seguridad).
- Las plataformas de trabajo tendrán un ancho mínimo de 60 cm, garantizando la resistencia y estabilidad necesaria en relación al trabajo a realizar sobre ellas.
- Los pozos de cimentación y zanjas estarán correctamente señalizados para evitar caídas a distinto nivel del personal de obra.
- Durante el vertido del hormigón donde se vigilarán los encofrados y se reforzarán los puntos débiles. En caso de fallo, se parará el vertido hasta que el comportamiento del encofrado sea el requerido.
- Se mantendrá la limpieza del área de trabajo y de las zonas de paso, debiendo estar libres de obstáculos que pudieran provocar tropiezos.
- Se recogerán los materiales y herramientas de trabajo una vez finalizada la jornada laboral de forma ordenada. Colocar el cableado lejos de las zonas de paso de los trabajadores de forma

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

que no sea pisado por éstos. Las mangueras de conexión al cuadro eléctrico han de estar protegidas cuando discurren por zonas de paso, bien enterrándolas bien elevándolas 2,5 m al paso de las personas o a 5 m en el caso del paso de vehículos.

- Acceso a la zona de trabajo mediante un medio específico para tal fin: acceso fácil y seguro.
- Acotar debidamente las áreas donde exista riesgo de caída de herramientas o materiales prohibiendo el paso a través de ellas.
- Utilizar los medios mecánicos para el traslado de materiales presentes en la obra siempre que sea posible. Hacer uso de fajas lumbares para la manipulación manual de cargas.
- Cuando el peso de una carga sea demasiado y no sea posible hacer uso de los medios mecánicos, solicitar la ayuda de algún compañero.
- En el levantamiento de la carga se seguirán las normas descritas en el apartado “Manipulación Manual de Cargas”.
- Se tendrán en cuenta las medidas correctoras y consignas preventivas señaladas en el apartado Acopios de material.
- Circulación de vehículos a un máximo de aproximación al borde de 4 metros al borde de la cimentación.
- Si los trabajos requieren iluminación, se efectuará mediante torretas aisladas con toma de tierra en las que se instalarán proyectores de intemperie alimentados a través de un cuadro eléctrico general de la obra. Si se requiere iluminación portátil, ésta se realizará mediante lámparas a 24 voltios. Los portátiles estarán provistos de rejilla protectora, carcasa y mango aislados eléctricamente.
- Todas las máquinas accionadas eléctricamente tendrán sus correspondientes protecciones a tierra e interruptores diferenciales, manteniendo el buen estado de todas las conexiones y cables.

#### **EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL**

- Sistema de protección anticaídas con cinturones de sujeción y elementos de amarre (operarios en plataformas de trabajo.)

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- Guantes de protección contra riesgos mecánicos
- Calzado de seguridad: mínimo básico (resistente a hidrocarburos y con puntera resistente a impactos) y con resistencia a perforación.
- Sistemas de protección anticaídas con arnés y elementos de amarre con absorbedor de energía (para operarios en emplazamientos expuestos).
- Calzado de seguridad antideslizante (suela con resaltes) para trabajos en superficies poco adherentes.

#### **PROTECCIONES COLECTIVAS DE USO GENERAL**

- Señales normalizadas indicativas de riesgo.
- Cordón reflectante de balizamiento para delimitación de áreas afectadas.
- Red horizontal en vanos.
- Marquesinas de protección.
- Lona de protección contra caída de escombros y polvo.
- Red vertical en borde de piso.
- Barandillas, listón intermedio y rodapié en andamios y plataformas.
- Lona ignífuga para cubrimiento de encofrado deslizante.
- Dispositivo de puesta a tierra en equipos de soldadura.

##### **2.2.1.1.5 Hormigonado**

#### **RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD**

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Pisadas sobre objetos

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- Golpes por objetos o herramientas
- Proyección de fragmentos o partículas
- Atrapamiento por vuelco de maquinaria o vehículos
- Sobreesfuerzos
- Exposición a sustancias nocivas (dermatosis, por contacto de la piel con el cemento, neuroconiosis, por la aspiración del polvo del cemento)

### **MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR**

#### **Vertido directo mediante canaleta**

- Previamente al inicio del vertido del hormigón, directamente con el camión hormigonera, se instalarán fuertes topes en el lugar donde haya de quedar situado el camión, siendo conveniente no estacionarlo en rampas con pendientes fuertes, para evitar posibles vuelcos.
- Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigonera a menos de 2 metros de la excavación.
- Los operarios nunca se situarán detrás de los vehículos en maniobras de marcha atrás que, por otra parte, siempre deberán ser dirigidos desde fuera del vehículo. Tampoco se situarán en el lugar del hormigonado hasta que el camión hormigonera no esté situado en posición de vertido.
- Se instalarán barandillas sólidas al frente de la excavación protegiendo el tajo de vía de la canaleta.
- Se colocarán escaleras reglamentarias para facilitar el paso seguro del personal encargado de montar, desmontar y realizar trabajos con la canaleta de vertido de hormigón por taludes hasta los cimientos.
- La maniobra de vertido será dirigida por el encargado que vigilará que no se realicen maniobras inseguras.

#### **Vertido mediante bombeo**

- El equipo encargado del manejo de la bomba de hormigón estará especializado la realización

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

de este tipo de trabajos.

- La tubería de la bomba de hormigonado se apoyará sobre caballetes, arriostrándose las partes susceptibles de movimiento.
- La manguera terminal de vertido será gobernada por un mínimo de dos operarios, para evitar caídas por movimiento incontrolado de la misma.
- Antes del inicio del hormigonado de una determinada superficie, se establecerá un camino de tabloncillos seguro sobre los que se apoyarán los operarios que gobiernen el vertido de la manguera.
- El manejo del montaje y desmontaje de la tubería de la bomba de hormigonado será dirigido por un operario especialista para evitar accidentes por tapones y sobrepresiones internas.
- Antes de iniciar el bombeo del hormigón se deberá preparar el conducto enviando masas de mortero de dosificación, para evitar los atoramientos o tapones.
- Se prohíbe introducir o accionar la pelota de limpieza sin antes instalar la redcilla de recogida a la salida de la manguera tras el recorrido total del circuito. En caso de detención de la bola, se paralizará la máquina, se reducirá la presión a cero y se desmontará a continuación la tubería.
- Los operarios amarrarán la manguera terminal antes de iniciar el paso de la pelota de limpieza a elementos sólidos, apartándose del lugar antes de iniciarse el proceso.
- Se revisarán periódicamente los circuitos de aceite de la bomba de hormigón, cumpliendo el libro de mantenimiento, que será presentado a requerimiento de la dirección.
- Todas las máquinas accionadas eléctricamente tendrán sus correspondientes protecciones a tierra e interruptores diferenciales, manteniendo en buen estado todas las conexiones y cables.
- Las conexiones eléctricas se efectuarán mediante mecanismos estancos de intemperie.
- Siempre que resulte obligado realizar trabajos simultáneos en diferentes niveles superpuestos, se protegerá a los operarios situados en niveles inferiores, con redes viseras o elementos de protección equivalentes que impidan que estos sean alcanzados por objetos

que puedan caer desde niveles superiores.

- Las zonas de trabajo dispondrán de acceso fácil y seguro y se mantendrán en todo momento limpias y ordenadas, tomándose las medidas necesarias para que el piso no esté o resulte peligroso.

### **EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR**

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos.
- Gafas de protección contra la proyección de partículas.
- Guantes de trabajo.
- Botas de goma para el trabajo con el hormigón.
- Botas de seguridad con puntera y plantilla reforzada en acero.
- Ropa de protección para el mal tiempo.

## **2.2.2 Montaje**

### **2.2.2.1 *Tendido de conductores***

### **RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD**

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Golpes/cortes por objetos o herramientas
- Golpes contra objetos inmóviles
- Atropamientos por o entre objetos
- Sobreesfuerzos
- Atropellos o golpes con vehículos.

### **MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR**

- Antes del inicio del tendido, asegurarse de que todos los operarios previstos para el tendido, están en contacto vía radio o teléfono.
- Las indicaciones de la descarga y colocación de la bobina de cable debe dirigirlas una sola persona.
- El caballete desenrollador deberá quedar firmemente calzado en su lugar definitivo y con la base bien asentada en el terreno.
- Si el tiro se efectúa mediante cabestrante, este debe estar debidamente fijado al suelo, teniendo en cuenta el tiro que deba realizar.
- Se realizarán pruebas de tracción para comprobar la fijación.
- El cabestrante deberá cumplir la normativa vigente y deberá constar de paro de emergencia.
- El operario responsable del cabestrante de tiro deberá situarse fuera de la zona de posibles roturas del cable de tiro. En las operaciones de máquina en funcionamiento, se delimitará la zona de peligro por acción de cable de tiro.
- Se verificará que el arrollo del cable fiador esté debidamente colocado en su lugar y que las espigas del mismo, están enrolladas consecutivamente a fin de evitar irregularidades en el tiro. Antes de iniciar los trabajos se comprobará que tanto el cable como su avance son correctos.
- Si el tiro se efectúa a mano, se acompañará el cable con el personal de ayuda necesario.
- Durante el tendido del cable se sujetará la punta del mismo, mediante una manga o cabeza de tiro para mantener el extremo bajo control.
- Como sea que el cable discurre en su totalidad por tubo ya colocado, se tendrá en cuenta el arrastre para evitar posibles taponamientos que puedan afectar el cabestrante de tiro. Si es necesario, se irá lubricando la parte exterior del cable para minimizar los roces internos.
- Los rodillos de tiro se colocarán en la unión del cable de tiro y el cable eléctrico, a una distancia adecuada para evitar el contacto con el personal.

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- Quedan totalmente prohibidas las operaciones en el cable conductor y el cable de tiro en las bocas de los tubos durante la operación de tiro. Así como la corrección de los rodillos durante el tiro.
- En caso de cabestrante eléctrico, se preverán las correspondientes puestas a tierra para evitar posibles descargas eléctricas.
- Si el tendido se efectúa a mano, se tomarán las debidas precauciones para el personal de ayuda controlando en cada momento la estabilidad de los caballetes desenrolladores.
- La confección de los terminales se efectuará en el suelo, y se subirán.

#### **EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR**

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos.
- Guantes de trabajo.
- Botas de seguridad con puntera y plantilla reforzada en acero.
- Ropa de protección para el mal tiempo.

### **2.2.3 Trabajos diversos**

#### *2.2.3.1 Manipulación manual de cargas*

Se entenderá por manipulación manual de cargas cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por parte de uno o varios trabajadores, así como el levantamiento, colocación, empuje, tracción o desplazamiento, que por sus características o condiciones ergonómicas inadecuadas entrañe riesgos, particularmente dorsolumbares, para los trabajadores.

#### **RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD**

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación



Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- Pisadas sobre objetos
- Choque contra objetos inmóviles
- Golpes por objetos o herramientas
- Sobreesfuerzos

**MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR**

- Para levantar una carga hay que aproximarse a ella. El centro de gravedad del operario deberá estar lo más próximo que sea posible y por encima del centro de gravedad de la carga.
- El equilibrio imprescindible para levantar una carga correctamente, sólo se consigue si los pies están bien situados:
  - Enmarcando la carga.
  - Ligeramente separados.
  - Ligeramente adelantado uno respecto al otro.
  - Técnica segura del levantamiento.
  - Situar el peso cerca del cuerpo.
  - Mantener la espalda plana.
  - No doblar la espalda mientras levanta la carga.
  - Usar los músculos más fuertes, como son los de los brazos, piernas y muslos.
- Coger mal un objeto para levantarlo provoca una contracción involuntaria de los músculos de todo el cuerpo. Para sentir mejor un objeto al cogerlo, lo correcto es hacerlo con la palma de la mano y la base de los dedos. Para cumplir este principio y tratándose de objetos pesados, se puede, antes de cogerlos, prepararlos sobre calzos para facilitar la tarea de meter las manos y situarlas correctamente.
- Las cargas deberán levantarse manteniendo la columna vertebral recta y alineada.
- Para mantener la espalda recta se deberán “meter” ligeramente los riñones y bajar ligeramente la cabeza.

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- El arquear la espalda entraña riesgo de lesión en la columna, aunque la carga no sea demasiado pesada.
- La torsión del tronco, sobre todo si se realiza mientras se levanta la carga, puede igualmente producir lesiones.
- En este caso, es preciso descomponer el movimiento en dos tiempos: primero levantar la carga y luego girar todo el cuerpo moviendo los pies a base de pequeños desplazamientos. O bien, antes de elevar la carga, orientarse correctamente en la dirección de marcha que luego tomaremos, para no tener que girar el cuerpo.
- Se utilizarán los músculos de las piernas para dar el primer impulso a la carga que vamos a levantar. Para ello flexionaremos las piernas, doblando las rodillas, sin llegar a sentarnos en los talones, pues entonces resulta difícil levantarse (el muslo y la pantorrilla deben formar un ángulo de más de 90°).
- Los músculos de las piernas deberán utilizarse también para empujar un vehículo, un objeto, etc.
- En la medida de lo posible, los brazos deberán trabajar a tracción simple, es decir, estirados. Los brazos deberán mantener suspendida la carga, pero no elevarla.
- La carga se llevará de forma que no impida ver lo que tenemos delante de nosotros y que estorbe lo menos posible al andar de forma natural.
- En el caso de levantamiento de un bidón o una caja, se conservará un pie separado hacia atrás, con el fin de poderse retirar rápidamente en caso de que la carga bascule.
- Para transportar una carga, ésta deberá mantenerse pegada al cuerpo, sujetándola con los brazos extendidos, no flexionados.
- Este proceder evitará la fatiga inútil que resulta de contraer los músculos del brazo, que obliga a los bíceps a realizar un esfuerzo de quince veces el peso que se levanta.
- La utilización del peso de nuestro propio cuerpo para realizar tareas de manutención manual permitirá reducir considerablemente el esfuerzo a realizar con las piernas y brazos.
- El peso del cuerpo puede ser utilizado:

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- Empujando para desplazar un móvil (carretilla, por ejemplo), con los brazos extendidos y bloqueados para que nuestro peso se transmita íntegro al móvil.
- Tirando de una caja o un bidón que se desea tumbar, para desequilibrarlo.
- Resistiendo para frenar el descenso de una carga, sirviéndonos de nuestro cuerpo como contrapeso.
- En todas estas operaciones deberá ponerse cuidado en mantener la espalda recta.
- Para levantar una caja grande del suelo, el empuje deberá aplicarse perpendicularmente a la diagonal mayor, para que la caja pivote sobre su arista.
- Si el ángulo formado por la dirección de empuje y la diagonal es mayor de 90º, lo que conseguimos hacer será deslizar a la caja hacia adelante, pero nunca levantarla.
- Para depositar en un plano inferior algún objeto que se encuentre en un plano superior, se aprovechará su peso y nos limitaremos a frenar su caída.
- Para levantar una carga que luego va a ser depositada sobre el hombro, deberán encadenarse las operaciones, sin pararse, para aprovechar el impulso que hemos dado a la carga para despegarla del suelo.
- Las operaciones de manutención en las que intervengan varias personas deberán excluir la improvisación, ya que una falsa maniobra de uno de los porteadores puede lesionar a varios.
- Deberá designarse un jefe de equipo que dirigirá el trabajo y que deberá a tender a:
  - La evaluación del peso de la carga a levantar para determinar el número de porteadores precisos, el sentido del desplazamiento, el recorrido a cubrir y las dificultades que puedan surgir.
  - La determinación de las fases y movimientos de que se compondrá la maniobra.
  - La explicación a los porteadores de los detalles de la operación (ademanos a realizar, posición de los pies, posición de las manos, agarre, hombro a cargar, cómo pasar bajo la carga, etc.)
  - La situación de los porteadores en la posición de trabajo correcta, reparto de la carga

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

entre las personas según su talla (los más bajos delante en el sentido de la marcha).

- El transporte se deberá efectuar:
  - Estando el porteador de detrás ligeramente desplazado con respecto al de delante, para facilitar la visibilidad de aquél.
  - A contrapié, (con el paso desfasado), para evitar las sacudidas de la carga.
  - Asegurando el mando de la maniobra; será una sola persona (el jefe de la operación), quién dé las órdenes preparatorias, de elevación y transporte.
  - Se mantendrán libres de obstáculos y paquetes los espacios en los que se realiza la toma de cargas.
  - Los recorridos, una vez cogida la carga, serán lo más cortos posibles.
  - Nunca deberán tomarse las cajas o paquetes estando en situación inestable o desequilibrada.
  - Será conveniente preparar la carga antes de cogerla.
  - Se aspirará en el momento de iniciar el esfuerzo.
  - El suelo se mantendrá limpio para evitar el riesgo de caídas al mismo nivel.
- Si los paquetes o cargas pesan más de 50 Kg., aproximadamente, la operación de movimiento manual se realizará por dos operarios.
- En cada hora de trabajo deberá tomarse algún descanso o pausa.

#### **EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL A UTILIZAR**

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos.
- Guantes de trabajo.
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares.
- Botas de seguridad con puntera reforzada en acero y suela antideslizante.

- Ropa de trabajo para el mal tiempo.

#### *2.2.3.2 Fase de acopio de material*

#### **RIESGOS ASOCIADOS A LA ACTIVIDAD**

- Caída de objetos por desplome o derrumbe.
- Caída de objetos desprendidos.
- Golpes y cortes por objetos inmóviles.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.

#### **MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR**

- No se apilarán materiales en zonas de tránsito, retirando los objetos que impidan el paso por las mismas.
- El acopio de materiales y elementos estructurales se realizará en lugares preseñalados, debiendo quedar libres de obstáculos las zonas de evolución y paso del personal.
- El material se acopiará clasificado de acuerdo con la orden de montaje sin estorbar el desarrollo de la actividad.
- ▪ Colocar dispositivos de calce o retención para evitar el desplome de dichos apilamientos.
- ▪ Los materiales deben apilarse de forma que quede asegurada su estabilidad, mantener colocados, siempre que sea posible, los elementos de retención de cargas (embalajes originales, etc.)
- Se apartarán los elementos cortantes de los lugares de paso.
- Los productos de la excavación que no hayan de retirarse de inmediato, así como los materiales que hayan de acopiarse (tubos, ladrillos, elementos para entibaciones, etc.) se colocarán a una distancia de al menos 2 m del borde de la excavación para que no supongan una sobrecarga que pueda dar lugar a desprendimientos o corrimientos de tierras en los taludes.
- El acopio de material que pueda rodar (tubos) se realizará sobre una superficie horizontal,

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

utilizando cuñas para el apilamiento escalonado evitando el desplazamiento y delimitando el acopio con el fin de evitar que los tubos rueden y puedan producir accidentes.

- En el caso de realización de trabajos en vías públicas, los materiales a granel no podrán estar depositados directamente en la vía pública, sino que, deberán estar ubicados en contenedores o envasados en recipientes adecuados que minimicen la ocupación, así como, las posibles pérdidas derivadas de la acción de los agentes atmosféricos.

### **EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL**

- Guantes comunes de trabajo de lona y piel flor.
- Ropa de trabajo cubriendo la mayor parte del cuerpo.
- Botas reforzadas.

#### *2.2.3.3 Transporte de material*

### **RIESGOS DE LA ACTIVIDAD**

- Caída de personas al mismo nivel
- Caída desde altura
- Caída de objetos en manipulación
- Golpes y cortes contra objetos inmóviles
- Golpes y cortes por objetos móviles
- Atrapamiento por o entre objetos
- Contacto eléctrico directo/indirecto
- Exposición a agentes químicos
- Accidente durante la conducción de máquinas y vehículos
- Accidente durante el desplazamiento como peatón o pasajero

### **MEDIDAS PREVENTIVAS A APLICAR**

- El transporte de los elementos se realizará mediante camión de capacidad y potencia

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

suficiente.

- Los vehículos de transporte sólo serán utilizados por personal capacitado.
- No transportar pasajeros fuera de la cabina.
- Subir y bajar del vehículo de forma frontal y por los lugares habilitados para ello. No saltar directamente desde la cabina al suelo.
- Mantener el calzado limpio de barro para evitar resbalones durante el acceso al vehículo.
- En todo momento se respetarán las normas marcadas en el código de circulación vial, así como la señalización de la obra.
- La velocidad de circulación estará en consonancia con la carga transportada, la visibilidad y las condiciones del terreno.
- Las maniobras dentro del recinto de obra se harán sin brusquedades, anunciando con antelación las mismas y auxiliándose del personal de obra.
- Mantener los caminos de circulación interna de la obra libres de barrizales.
- Durante las operaciones de carga, el conductor permanecerá dentro de la cabina o alejado del radio de acción de la máquina que efectúe la misma.
- Bajar inmediatamente la caja tras efectuar la descarga y antes de emprender la marcha.
- Las operaciones de revisión con la caja levantada se harán impidiendo su descenso con un dispositivo de enclavamiento.
- Si se ha de estacionar en rampa, el vehículo quedará frenado y calzado con topes.
- Serán de aplicación las medidas y consignas relativas a los equipos de trabajo que sean de aplicación.

#### **EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL**

- Casco de seguridad cuando se abandone la cabina
- Protección respiratoria con mascarillas autofiltrantes para partículas en ambientes pulvígenos.

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- Protección ocular tipo gafas resistentes a proyecciones.
- Guantes de protección mecánica
- Fajas lumbares antivibraciones
- Calzado de seguridad con puntera resistente a impactos y suela antideslizante.
- Ropa de trabajo adecuada a la climatología

*2.2.3.4 Trabajos en altura*

**RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD**

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caídas de objetos en manipulación
- Golpes contra objetos o herramientas

**MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR**

- Los trabajos en altura no serán realizados por aquellas personas cuya condición física les cause vértigo o altere su sistema nervioso, padezcan ataques de epilepsia o sean susceptibles, por cualquier motivo, de desvanecimientos o alteraciones peligrosas.
- Todos los trabajadores deben de disponer, previo al inicio de los trabajos, de formación adecuada para realizar trabajos en altura y conocer los procedimientos específicos de seguridad para la realización de los trabajos.
- Se emplearán en todo momento los medios auxiliares (andamios, escaleras, etc.) adecuados para realizar este tipo de trabajos, los cuales cumplirán con lo estipulado en este Estudio de Seguridad.
- Los trabajos en altura sólo podrán efectuarse, en principio, con la ayuda de equipos concebidos para tal fin o utilizando dispositivos de protección colectiva, tales como barandillas, plataformas o redes de seguridad. Si por la naturaleza del trabajo ello no fuera



Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

posible, deberá disponerse de medios de acceso seguros y utilizarse cinturones de seguridad con anclaje u otros medios de protección equivalentes.

- Si por motivos de localización del tajo de trabajo, no se emplearán medios auxiliares, el trabajador deberá usar arnés de seguridad amarrado a algún punto fijo de la estructura.
- El acceso a los puestos de trabajo se efectuará por los accesos previstos, y no usando medios alternativos no seguros.
- Las plataformas, andamios y pasarelas, así como los desniveles, huecos y aberturas existentes en los pisos de las obras, que supongan para los trabajadores un riesgo de caída de altura superior a 2 metros, se protegerán mediante barandillas u otro sistema de protección colectiva de seguridad equivalente.
- Las barandillas serán resistentes, tendrán una altura mínima de 90 centímetros y dispondrán de un reborde de protección, un pasamanos y una protección intermedia que impidan el paso o deslizamiento de los trabajadores.
- La estabilidad y solidez de los elementos de soporte y el buen estado de los medios de protección deberán verificarse previamente a su uso, posteriormente de forma periódica y cada vez que sus condiciones de seguridad puedan resultar afectadas por una modificación, período de no utilización o cualquier otra circunstancia.
- No se comenzará un trabajo en altura si el material de seguridad no es idóneo, no está en buenas condiciones o sencillamente no se tiene.
- Nunca se deben improvisar las plataformas de trabajo, sino que se construirán de acuerdo con la normativa legal vigente.
- Las plataformas, pasarelas, andamiadas y, en general, todo lugar en que se realicen los trabajos deberá disponer de accesos fáciles y seguros y se mantendrán libres de obstáculos, adoptándose las medidas necesarias para evitar que el piso resulte resbaladizo.
- Al trabajar en lugares elevados no se arrojarán herramientas ni materiales. Se pasarán de mano en mano o se utilizará una cuerda o capazo para estos fines.
- Caso de existir riesgo de caída de materiales a nivel inferior, se balizará, o si no es posible, se

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

instalarán señales alertando del peligro en toda la zona afectada.

- Si por necesidad del trabajo hay que retirar momentáneamente alguna protección colectiva, debe reponerse antes de ausentarse.
- Cuando se trabaje en altura, las herramientas deben llevarse en bolsas adecuadas que impidan su caída fortuita y nos permitan utilizar las dos manos en los desplazamientos.
- Las plataformas de trabajo se mantendrán limpias y ordenadas, evitando sobrecargarlas en exceso.
- Para trabajos en cubierta con riesgo de caída a distinto nivel se deberá adoptar alguna de las medidas que se citan a continuación:
  - Proteger todo el perímetro de la misma mediante el uso de barandillas rígidas con listón superior a 90 cm, intermedio a 45cm y rodapiés a 15 cm.
  - Instalar una línea de vida a la que permanezcan permanentemente amarrados los operarios mediante el uso de arnés de seguridad homologado.

#### **EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR**

- Los equipos de protección a utilizar serán:
- Casco de seguridad contra choques e impactos con barbuquejo
- Guantes de trabajo
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante
- Bolsa portaherramientas
- Arnés de seguridad y línea de vida
- Ropa de protección para el mal tiempo

#### *2.2.3.5 Trabajos en tensión*

#### **RIESGO DE LA ACTIVIDAD**

- Caída desde altura

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Contacto eléctrico directo
- Contacto eléctrico indirecto
- Incendios

### **MEDIDAS PREVENTIVAS A APLICAR**

#### **Disposiciones generales**

- Se seguirán en todo momento las especificaciones descritas en el R.D: 614/2001 sobre Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Todos los trabajadores cualificados que intervengan en los trabajos en tensión, deben estar adecuadamente formados y entrenados en los métodos y procedimientos específicos utilizados en este tipo de trabajo.
- Esta formación deberá incluir la aplicación de primeros auxilios a los accidentes por choque eléctrico, así como procedimientos de emergencia. Los trabajos en lugares donde la comunicación sea difícil por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios.
- Conviene además prever una formación y entrenamiento adicionales en caso de utilización de nuevas técnicas y procedimientos realizados menos de una vez al año.
- Deberán especificarse las características, utilización, almacenamiento, conservación, transporte e inspecciones de las herramientas, equipos y materiales utilizados en los trabajos en tensión.

#### **Realización del trabajo**

- La zona de trabajo deberá señalizarse y/o delimitarse adecuadamente según lo dispuesto en el Anexo II del R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de

señalización de seguridad y salud en el trabajo. Si es necesario, durante la realización de los trabajos se colocará una señalización adecuada para llamar la atención sobre los riesgos más significativos.

- Todas aquellas partes de una instalación eléctrica sobre la que vayan a realizar trabajos deberán disponer de un espacio adecuado de trabajo y de medios de acceso y de iluminación.
- Cuando sea necesario, el acceso a la zona de trabajo debe ser delimitado claramente en el interior de las instalaciones.
- Para los trabajos en el interior de edificios, las condiciones atmosféricas no se han de tener en cuenta a menos que exista riesgo de sobretensiones que provengan de instalaciones exteriores y siempre que la visibilidad en la zona de trabajo sea adecuada.
- No se deben colocar objetos que puedan dificultar el acceso ni materiales inflamables junto o en los caminos de acceso, las vías de emergencia a o desde equipos eléctricos de corte y control, así como tampoco en las zonas desde donde estos equipos hayan de ser operados.
- Mantener los materiales inflamables alejados de fuentes de arco eléctrico. Los trabajos en tensión sólo se llevarán a cabo una vez suprimidos los riesgos de incendio y explosión.
- Para el trabajo en tensión, se adoptarán medidas de protección para prevenir la descarga eléctrica y el cortocircuito. Se tendrán en cuenta los diferentes potenciales presentes en el entorno de la zona de trabajo.
- El trabajador se asegurará una posición estable que le permita tener las dos manos libres.
- Los trabajadores no llevarán objetos metálicos tales como anillos, relojes, cadenas, pulseras, etc.
- Cuando las condiciones ambientales requieran la paralización del trabajo, el personal debe dejar la instalación y los dispositivos aislantes y aislados en posición segura. Los operarios deben también retirarse de la zona de trabajo de forma segura.

#### **Disposiciones adicionales para trabajos en tensión en instalaciones de baja tensión**

- El Jefe de Trabajos, que deberá conocer las condiciones de seguridad necesarias para realizar el trabajo en tensión propuesto, determinará, en el propio lugar de trabajo, si en función de

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

las medidas de seguridad provistas puede realizarse el trabajo en tensión.

- Todo personal que realice trabajos en tensión en baja tensión, debe estar adiestrado en los métodos de trabajo a seguir en cada caso y debe disponer y hacer correcto uso del equipo establecido a tal fin.
- Las personas que realicen el trabajo en tensión cumplirán las prescripciones siguientes:
- A nivel del suelo, colocarse sobre objetos aislantes (alfombra, banqueta, madera seca, etc.)
- Utilizar casco, guantes aislantes para Baja Tensión y herramientas aisladas.
- Gafas de protección contra proyección de partículas cuando exista riesgo particular de accidente ocular.
- Utilizar ropas secas. La ropa de trabajo no debe tener partes conductoras (preferentemente 100% algodón) y cubrirán totalmente brazos y piernas.
- Aislar, siempre que sea posible, los conductores o partes conductoras desnudas que estén en tensión, próximos al lugar de trabajo, incluido el neutro. El aislamiento se efectuará mediante fundas, telas aislantes, capuchones, etc.

**Disposiciones adicionales para trabajos en tensión en alta tensión**

- El trabajo se efectuará bajo la dirección y vigilancia de un jefe de trabajo, que será el trabajador cualificado que asume la responsabilidad directa del mismo. Si la amplitud de la zona de trabajo no le permitiera una vigilancia, deberá requerir ayuda de otro trabajador cualificado.
- Los parámetros de altitud y contaminación se tendrán en consideración si reducen la calidad de aislamiento de las herramientas y equipos.
- Queda totalmente prohibido tocar los puntos de alta tensión en tensión, incluso con guantes aislantes, así como efectuar trabajos sobre los mismos, incluso con herramientas aisladas. Esta prohibición no comprende el uso en las condiciones reglamentarias, de las pértigas de maniobra, de los dispositivos de verificación de ausencia de tensión o de los dispositivos concebidos para los controles de tensión (controlador bipolar, etc.)

- Las maniobras de los aparatos de corte no están consideradas como un trabajo sobre los conductores o sus partes contiguas, para estas maniobras es obligatorio el empleo de banqueta o alfombra aislantes y el uso de los guantes aislantes.
- Cuando el mando de un aparato esté al alcance del público, debe quedar siempre enclavado materialmente después de cada maniobra, bien sea en posición de apertura o de cierre.

#### **EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL**

- Banquetas u alfombrillas aislantes
- Pértigas
- Guantes dieléctricos para alta y baja tensión
- Guantes de protección contra riesgos mecánicos.
- Casco de seguridad contra arco eléctrico
- Protección ocular tipo pantalla facial o gafas contra arco eléctrico
- Calzado de seguridad con puntera resistente a impactos y suela aislante y antideslizante.
- Arnés de seguridad
- Ropa de trabajo adecuada a la climatología.

#### **EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA**

- La zona de trabajo deberá señalizarse y/o delimitarse adecuadamente según lo dispuesto en el Anexo II del R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Si es necesario, durante la realización de los trabajos se colocará una señalización adecuada para llamar la atención sobre los riesgos más significativos.
- Disponer de un extintor apto para los tipos de fuego que se puedan producir.

#### *2.2.3.6 Trabajos próximos a elementos en tensión*

#### **RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD**

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Contactos eléctricos directos
- Contactos eléctricos indirectos
- Electrocuciones
- Incendios

**MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR**

- Todos los trabajos se realizarán según lo establecido en el Real Decreto 614/01, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la seguridad y salud de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Se define como trabajador autorizado aquel el trabajador que ha sido autorizado por el empresario para realizar determinados trabajos con riesgo eléctrico, en base a su capacidad para hacerlos de forma correcta.
- Se define trabajador cualificado como el trabajador autorizado que posee conocimientos especializados en materia de instalaciones eléctricas, debido a su formación acreditada, profesional o universitaria, o a su experiencia certificada de dos o más años.
- Todo trabajo en las proximidades de líneas eléctricas o elementos en tensión será ordenado y dirigido por el jefe del trabajo (que será un trabajador cualificado), el cual será el responsable de que se cumplan las distancias de seguridad, y podrán ser realizados por trabajadores autorizados.
- Cuando se utilicen grúas o aparatos elevadores, se respetarán las distancias mínimas de seguridad, para evitar no sólo el contacto sino también la excesiva cercanía a líneas con tensión (según criterios del R.D.614/2001, Anexo V, Trabajos en Proximidad). El personal que no opere estos equipos permanecerá alejado de ellos.
- En trabajos en líneas, se colocarán tantos equipos de puesta a tierra y en cortocircuito como posibles fuentes de tensión confluyan en el lugar de trabajo, siendo estos equipos de Puesta

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

a Tierra de características adecuadas a la tensión de la línea, según criterios del R.D. 614/2001.

- Es obligatorio el uso de equipos de protección adecuados al riesgo de cada trabajo, tales como: banquetas o alfombrillas aislantes, pértigas, guantes, casco, pantalla facial, herramienta aislada, así como cualquier otro elemento de protección, tanto individual como colectivo, homologado.
- Cuando en la proximidad de los trabajos haya partes activas, se aislarán convenientemente mediante vainas, capuchones, mantas aisladas, etc.. en todos los conductores, incluido el neutro.
- Las distancias de seguridad para trabajar próximos a Líneas Eléctricas o elementos con tensión
- mantendrán las siguientes distancias de seguridad, quedando terminantemente prohibido realizar trabajos sin respetar estas distancias:

Tabala 2. Distancias límite de las zonas de trabajo

$U_n$	$D_{PEL-1}$	$D_{PEL-2}$	$D_{PROX-1}$	$D_{PROX-2}$
$\leq 1$	50	50	70	300
3	62	52	112	300
6	62	53	112	300
10	65	55	115	300
15	66	57	116	300
20	72	60	122	300
30	82	66	132	300
45	98	73	148	300
66	120	85	170	300
110	160	100	210	500
132	180	110	330	500
220	260	160	410	500
380	390	250	540	700

Un: Tensión nominal de la instalación (kV).



Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

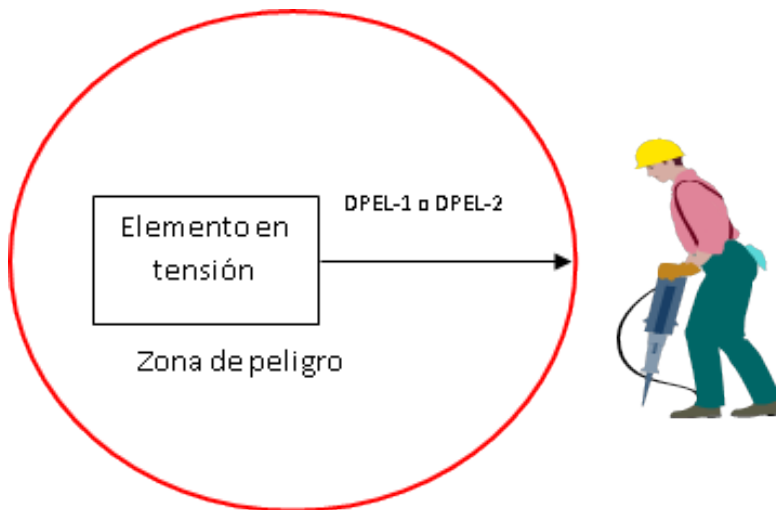
DPEL-1: distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando exista el riesgo de sobretensión por rayo (cm).

DPEL-2: distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando no exista el riesgo de sobretensión por rayo (cm).

DPROX-1: distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo (cm).

DPROX-2: distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando no resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo (cm).

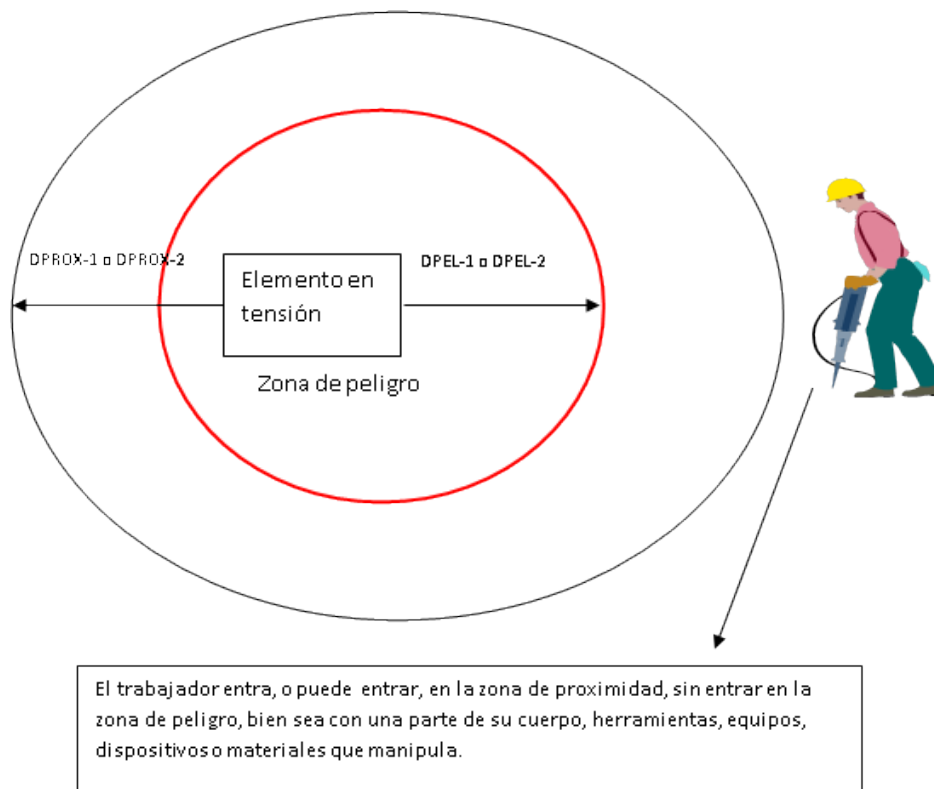
Nota: Las distancias para valores de tensión intermedios se calcularán por interpolación lineal.



### RIESGO ELÉCTRICO

Zona de proximidad es el espacio delimitado alrededor de la zona de peligro, desde la que el trabajador puede invadir accidentalmente esta última.

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud



- Si existen elementos en tensión cuyas zonas de peligro sean accesibles (no se han colocado pantallas, barreras envolventes o protectores aislantes), se deberá:
  - Delimitar la zona de trabajo respecto a las zonas de peligro mediante la colocación de obstáculos o gálibos cuando exista el menor riesgo de que puedan ser invadidas, aunque sea sólo de forma accidental. Esta señalización se colocará antes de iniciar los trabajos.
  - Informar a los trabajadores directa o indirectamente implicados, de los riesgos existentes, la situación de los elementos en tensión, los límites de la zona de trabajo y cuantas precauciones y medidas de seguridad deban adoptar para no invadir la zona de peligro, comunicándoles la necesidad de que ellos, a su vez, informen sobre cualquier circunstancia que muestre la insuficiencia de las medidas adoptadas.
- EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- Casco de seguridad contra arco eléctrico
- Guantes de trabajo
- Guantes dieléctricos para alta y baja tensión
- Gafas de protección o pantalla de protección facial contra arco eléctrico
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante

*2.2.3.7 Trabajos con exposición a agentes químicos*

Como norma general, siempre que se trabaje con productos químicos y sustancias peligrosas, siempre se dispondrán en la obra las Fichas de Seguridad de los productos químicos que se utilicen.

Identificación de sustancias peligrosas

- Un punto clave para una actuación preventiva ante las sustancias químicas radica en que toda persona que pueda verse expuesta a la acción peligrosa de éstas, tenga la información precisa que le permita conocer su peligrosidad y las precauciones a seguir en su manejo.
- Dos son las formas fundamentales que facilitan disponer de dicha información: el correcto etiquetado de los envases contenedores de sustancias peligrosas y las fichas informativas de los productos.
- La etiqueta de una sustancia peligrosa debe contener la siguiente información:
  - Nombre de la sustancia y su concentración
  - Nombre de quien fabrique, envase, comercialice e importe la sustancia y la dirección
  - Pictograma normalizado de indicación de peligro
  - Riesgos específicos de la sustancia (Frases R)
  - Consejos de prudencia (Frases S)

Los pictogramas que deberán de figurar serán los siguientes:

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

PICTOGRAMAS E INDICACIONES DE PELIGRO					
<b>E</b> 	Explosivo	<b>F</b> 	Fácilmente inflamable	<b>F+</b> 	Extremadamente inflamable
<b>O</b> 	Comburente	<b>T</b> 	Tóxico	<b>T+</b> 	Muy tóxico
<b>C</b> 	Corrosivo	<b>Xn</b> 	Nocivo	<b>Xi</b> 	Irritante

- Las fichas informativas de productos constituyen un sistema complementario al etiquetado, muy útil para los usuarios profesionales, que les permite tomar medidas para una correcta prevención del riesgo en el lugar de trabajo. Se trata generalmente de fichas técnicas que en función de su destino recogerán los diferentes aspectos preventivos y/o de emergencia a tener en cuenta.
- La información que deberán contener las fichas es la siguiente:
  - Composición/Información sobre los componentes
  - Identificación de peligros
  - Primeros auxilios
  - Medidas de lucha contra incendios
  - Medidas a tomar en caso de vertido accidental
  - Manipulación y almacenamiento
  - Controles de exposición / Protección personal
  - Propiedades físicas y químicas
  - Estabilidad y reactividad
  - Información toxicológica
  - Informaciones ecológicas

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- Consideraciones sobre la eliminación
- Información relativa al transporte

### **RIESGOS DE LA ACTIVIDAD**

- Accidente por sustancias nocivas o tóxicas
- Accidente por contacto con sustancias irritantes
- Contacto con sustancias cáusticas y/o corrosivas
- Explosión
- Incendio
- Exposición a agentes químicos

### **MEDIDAS PREVENTIVAS A APLICAR**

- Como norma general, Disponer de las fichas de seguridad en lugares accesibles y conocidos por todos los operarios. Utilizar los equipos de protección individual (EPI's) referidos en las fichas de seguridad por parte de los operarios durante las labores realizadas con estos productos.

#### **Sustancias Irritantes**

- Emplear los productos irritantes siempre en zonas bien ventiladas.
- No realizar mezclas de productos que se señalen como peligrosas en las fichas de seguridad de los productos correspondientes.
- En caso de un olor fuerte que delate un posible escape o derramamiento, se debe salir de la habitación y ventilarla.
- Usar protección respiratoria con mascarillas autofiltrantes y guantes de protección contra riesgos químicos, así como ropa de protección adecuada de manera que se evite lo máximo posible el contacto de la piel con estos productos y la penetración por las vías respiratorias.

#### **Sustancias cáusticas y/o corrosivas**

- Utilizar guantes de protección para la manipulación de este tipo de productos. Utilizar ropa

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

de trabajo adecuada para evitar el contacto de la piel.

- En caso de contacto con los ojos o la piel, se deberán lavar abundantemente con agua durante unos 15 minutos y acudir al médico.

**Productos de carácter inflamable**

- Se deberán mantener los productos lejos de llamas o fuentes de calor que puedan producir la ignición de los mismos.
- Se prohíbe fumar en zonas de almacenamiento de productos inflamables o donde se esté manejando el producto.

**Sustancias nocivas o tóxicas**

- Usar guantes y ropa adecuada de manera que se evite lo máximo posible el contacto de la piel con este producto y la penetración por las vías respiratorias.
- Evitar el contacto de la piel con los productos: Cuando use guantes, verifique las instrucciones del fabricante para asegurarse que los guantes lo protegen contra el producto que está usando. Una vez finalizado el uso del producto, lavarse las manos antes de comer, beber o fumar.
- Realizar la manipulación de estos productos en lugares ventilados, utilizando el envase más pequeño que pueda y manteniéndolo cerrado cuando no se use.

## 3 MAQUINARIA A EMPLEAR

### 3.1 Retroexcavadora

- RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Choque contra objetos móviles/inmóviles
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos
- Exposición a ambientes pulvígenos
- Atropellos o golpes con vehículos
- Contactos eléctricos

- MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Todos los aparatos de elevación y similares empleados en las obras satisfarán las condiciones generales de construcción, estabilidad y resistencia adecuadas y estarán provistos de los mecanismos o dispositivos de seguridad para evitar:
  - La caída o el retorno brusco de la jaula, plataforma, cuchara, cubeta, pala, vagoneta o, en general, receptáculo o vehículo, a causa de avería en la máquina, mecanismo elevador o transportador, o de rotura de los cables, cadenas, etc., utilizados.
  - La caída de las personas y de los materiales fuera de los citados receptáculos y vehículos o por los huecos y aberturas existentes en la caja.
  - La puesta en marcha, fortuita o fuera de ocasión, y las velocidades excesivas que resulten peligrosas.
  - Toda clase de accidentes que puedan afectar a los operarios que trabajen en estos

aparatos o en sus proximidades.

- Todos los vehículos y toda maquinaria para movimiento de tierras y para manipulación de materiales deberán:
  - Estar bien proyectados y contruidos, teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, los principios de la ergonomía.
  - Estar equipados con extintor timbrado y con las revisiones al día, para caso de incendio.
  - Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
  - Utilizarse correctamente.
- Los conductores y personal encargado de vehículos y maquinarias para movimiento de tierras y manipulación de materiales deberán recibir una formación especial.
- Se hará una comprobación periódica de los elementos de la máquina.
- La máquina sólo será utilizada por personal capacitado.
- No se tratará de realizar ajustes con la máquina en movimiento o con el motor en funcionamiento.
- No se trabajará con la máquina en situación de semiavería. Se reparará primero y después se reanudará el trabajo.
- No libere los frenos de la máquina en posición parada si antes no ha instalado los calzos de inmovilización de las ruedas.
- Antes de iniciar cada turno de trabajo, compruebe que funcionan todos los mandos correctamente.
- No olvide ajustar el asiento para que pueda alcanzar los controles sin dificultad.
- No se podrá fumar durante la carga de combustible ni se comprobará con llama el llenado del depósito.
- Se deberá desplazar a velocidades muy moderadas, especialmente en lugares de mayor riesgo, tales como pendientes, rampas, bordes de excavación, cimentaciones, etc.



Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- En la maniobra de marcha atrás, el operario conductor extremará las condiciones de seguridad. A su vez, la máquina estará dotada de señalización acústica, al menos, o luminosa y acústica cuando se mueva en este sentido.
- La cabina estará dotada de extintor de incendios.
- El inicio de las maniobras se señalizará y se realizarán con extrema precaución.
- EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos (cuando se abandone la cabina)
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante
- Guantes de trabajo
- Gafas de protección contra ambientes pulvígenos (si la cabina no es hermética)
- Mascarilla de protección contra ambientes pulvígenos (si la cabina no es hermética)
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares
- Ropa de protección para el mal tiempo

## 3.2 Grúa

- RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Choque contra objetos móviles/inmóviles
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos
- Atropellos o golpes con vehículos

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- Contactos eléctricos
- MEDIDAS PREVENTIVAS A APLICAR
  - Todos los trabajos se deberán ajustar a las características de la grúa: carga máxima, longitud de pluma, carga en punta contrapeso. A tal fin, deberá existir un cartel suficientemente visible con las cargas máximas permitidas.
  - El gancho de izado deberá disponer de limitador de ascenso, y dispondrá de pestillo de seguridad en perfecto estado.
  - La armadura de la grúa deberá estar conectada a tierra.
  - En caso de elevación de palets, se hará disponiendo de dos eslingas por debajo de la plataforma de madera. Nunca se utilizará el fleje del palet para colocar en él el gancho de la grúa.
  - Está prohibido totalmente el transporte de personas en la grúa, así como arrastrar cargas, tirar de ellas en sesgo y arrancar las que estén enclavadas.
  - El servicio de la grúa necesita además del maquinista, otros operarios que se encargan de enganchar y realizar las señales pertinentes para asegurar su transporte en condiciones de seguridad. Estos últimos son el enganchador y el señalista, siendo frecuentemente ambos la misma persona. Las condiciones que deben cumplir estos operarios y su misión son los siguientes:

**MAQUINISTA:** no podrá padecer defectos de sus capacidades audiovisuales, así como ningún defecto fisiológico que afecte al funcionamiento de la máquina a su cargo. Además, poseerá de una formación suficiente para realizar las tareas específicas a su puesto de trabajo. asimismo, debe ser consciente de su responsabilidad, evitando sobrevolar la carga donde haya personas, manejando los mandos con movimientos suaves y vigilando constantemente la carga, dando señales de aviso en caso de observar anomalías. Antes de empezar la jornada diaria de trabajo, el maquinista verificará los siguientes puntos:

- Comprobar el funcionamiento de los frenos.
- Comprobar las partes sujetas al desgaste, como zapatas de freno, cojinetes y

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

superficies de fricción de rodillos.

- Comprobar el funcionamiento de limitadores y contactores.
- Comprobar los topes, gancho y trinquetes.
- Comprobar los lastres y contrapesos.
- Comprobar la tensión de los cables cuando este arriostrada.
- Una vez por semana, deberá hacer las siguientes revisiones:
- Comprobar el estado de los cables y atender a su mantenimiento, debiendo ser repuestos en cuanto se observe un hilo roto.
- Comprobar los niveles de aceite en las cajas reductoras y el engrase de todos sus elementos especialmente los de giro.
- Comprobar el estado de las eslingas, ondillas y aparejos de elevación general.

**ENGANCHADOR:** es el operario que hace el enganchado de la carga, se encargará de:

- Comprobar el estado de las eslingas, ganchos y cadenas.
- Cuidará que el amarre de las cargas sea correcto, observando que están bien repartidas y equilibradas.
- Impedirá el acceso de personas al radio de acción de la grúa.
- En caso de transporte de cargas lineales, tales como vigas y tablones, se utilizarán cuerdas para guiarlas en su traslado.

**SEÑALISTA:** cuando las cargas a transportar estén fuera del alcance de la vista del maquinista, existirán una o varias personas que, mediante un código de señales de maniobra, hagan las señales pertinentes para que las operaciones se hagan con la debida seguridad. Esta persona deberá cumplir las siguientes normas:

- Dirigirá la elevación y transporte de las cargas, evitando que tropiecen con obstáculos.
- Se colocará de modo que pueda ver en todo momento la carga, y al mismo tiempo, que el gruista pueda verle a él y advertir sus señales.

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- Impedirá que se encuentren personas en la vertical de la carga en todo su recorrido.
  - Detendrá la operación cuando observe alguna anomalía.
- EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos (cuando se abandone la cabina)
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante
- Guantes de trabajo
- Gafas de protección contra ambientes pulvígenos (si la cabina no es hermética)
- Mascarilla de protección contra ambientes pulvígenos (si la cabina no es hermética)
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares
- Ropa de protección para el mal tiempo

### 3.3 Maquinillo

- RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos
- Golpes por objetos o herramientas

- MEDIDAS PREVENTIVAS A APLICAR

- Todos los aparatos de elevación y similares empleados en las obras satisfarán las condiciones generales de construcción, estabilidad y resistencia adecuadas y estarán provistos de los mecanismos o dispositivos de seguridad para evitar:

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- La caída o el retorno brusco de la carga por causa de avería en la máquina, mecanismo elevador o transportador, o de rotura de los cables, cadenas, etc., utilizados.
- La caída de las personas y de los materiales fuera de los receptáculos habilitados a tal efecto.
- La puesta en marcha de manera fortuita o fuera de lugar.
- Toda clase de accidentes que puedan afectar a los operarios que trabajen en estos aparatos o en sus proximidades.
- Antes de comenzar el trabajo se comprobará el estado de los accesorios de seguridad, así como del cable de suspensión de cargas y de las eslingas a utilizar.
- El anclaje del maquinillo al forjado se realizará siguiendo un método seguro y eficaz que impida la caída o vuelco del aparato durante alguna de las operaciones a las que será sometido.
- Por ejemplo, se podrá realizar mediante abrazaderas metálicas a puntos sólidos del forjado, a través de sus patas laterales y traseras.
- No se permitirá la sustentación del maquinillo por contrapeso, como por ejemplo con bidones llenos de arena u otro material.
- La toma de corriente se realizará mediante una manguera eléctrica antihumedad dotada de conductor expreso para toma de tierra. El suministro se realizará bajo la protección de los disyuntores diferenciales del cuadro eléctrico general.
- Diariamente se revisará el buen estado de la puesta a tierra de la carcasa de los maquinillos.
- Los maquinillos deberán estar dotados de:
  - Dispositivo limitador del recorrido de la carga en marcha ascendente.
  - Gancho con pestillo de seguridad.
  - Carcasa protectora de la maquinaria con cierre efectivo para el acceso a las partes móviles internas. En todo momento estará instalada al completo.
  - Los lazos de los cables utilizados para izado se formarán con tres bridas y guardacabos.

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

También pueden formarse mediante un casquillo soldado y guardacabos.

- En todo momento podrá leerse en caracteres grandes la carga máxima autorizada para izar, que coincidirá con la marcada por el fabricante del maquinillo.
- Todos los maquinillos que incumplan alguna de las condiciones descritas quedarán de inmediato fuera de servicio.
- Se instalará una argolla de seguridad en la que anclar el fiador del cinturón de seguridad del operario encargado del manejo del maquinillo.
- Se prohíbe expresamente anclar los fiadores de los cinturones de seguridad a los maquinillos instalados.
- Se instalará junto a cada maquinillo a montar un rótulo con la siguiente leyenda: “SE PROHÍBE ANCLAR EL CINTURÓN DE SEGURIDAD A ESTE MAQUINILLO”.
- Se realizará un mantenimiento semanal de los maquinillos.
- Estará prohibido arrastrar cargas por el suelo, realizar tirones sesgados, dejar cargas suspendidas con la máquina parada o intentar levantar cargas sujetas al suelo o algún otro punto, por ser maniobras peligrosas e inseguras.
- Se acotará la zona de carga en planta en un entorno de dos metros, en prevención de daños por desprendimientos de objetos durante el izado.
- No permanecerá nadie en la zona de seguridad descrita anteriormente durante la maniobra de izado y descenso de las cargas.
- Se instalará junto a la zona de seguridad para carga y descarga mediante maquinillo, una señal de “PELIGRO. CAÍDA DE OBJETOS”.
- Se prohíben expresamente las operaciones de mantenimiento sin desconectar antes el maquinillo de la red eléctrica.
- Además de las barandillas con que cuenta la máquina, se instalarán barandillas que serán de material rígido, de una altura mínima de 90 centímetros y dispondrán de una protección que impida el paso o deslizamiento por debajo de las mismas o la caída de objetos sobre personas.

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- La carga estará correctamente colocada sin que pueda dar lugar a basculamientos.
- Al término de la jornada de trabajo, se pondrán los mandos a cero, no se dejarán cargas suspendidas y se desconectará la corriente eléctrica en el cuadro secundario.
- Todos los movimientos del maquinillo elevador se realizarán desde la botonera y por personal competente, ayudados, si fuese necesario, por el señalista.
- EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Guantes de trabajo
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante
- Arnés de seguridad de sujeción
- Ropa de trabajo para el mal tiempo

### 3.4 Cortadora de ladrillo y material cerámico

- RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Golpes/Cortes por objetos y herramientas
- Proyección de fragmentos o partículas
- Exposición al ruido
- Exposición a ambientes pulvígenos
- Atrapamientos por o entre objetos

- MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Se deberá observar que la máquina esté mecánicamente bien construida, que sea robusta para evitar vibraciones y que esté provista de las protecciones adecuadas a la clase de trabajo a realizar.

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- Los órganos de accionamiento o motor deberán ir a cubierto en sitio accesible.
- El dispositivo de puesta en marcha y parada deberá estar situado fácilmente al alcance del operario y, de tal forma, que resulte imposible pueda ponerse en marcha accidentalmente.
- Siempre que sea posible se deberá hacer una alimentación automática de la máquina.
- La hoja de la sierra deberá ser de acero de calidad excelente, bien calibrada y tensada de forma que no se deforme por calentamiento durante el trabajo.
- El dentado habrá de escogerse según la clase de material a cortar.
- Los dientes se habrán de afilar cuidadosamente procurando que sus fondos queden redondeados para evitar que se agriete la hoja.
- La velocidad fijada por los constructores no deberá sobrepasarse. Las hojas de mayor diámetro se accionarán a menor número de revoluciones.
- Toda hoja oxidada, alabeada, defectuosa o mal afilada es un peligro y deberá desecharse.
- Sobre el plato porta-sierras la hoja deberá quedar bien ajustada y prieta para que no se descentre ni pueda moverse durante el trabajo. Habrá de quedar en posición perpendicular exacta respecto al árbol de la máquina.
- Las protecciones habrán de impedir todo contacto con la hoja de la sierra.
- Sobre la mesa, la protección habrá de hacerse delante y detrás del filo de dientes de la sierra. La parte posterior se protegerá con el cuchillo divisor regulable en altura. La parte anterior se protegerá con un cobertor de la hoja, regulable.
- Se deberá trabajar manteniendo las manos apartadas de la sierra, no presentándolas de frente sino por los lados.
- Toda variación de las protecciones o del ajuste de la sierra habrá de hacerse con el motor parado.
- Se deberán emplear gafas de seguridad y ropa de trabajo adecuada, con los puños ajustados a las muñecas.
- EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR



Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Gafas de protección contra impactos
- Gafas de protección contra proyección de fragmentos o partículas
- Mascarilla de protección para ambientes pulvígenos
- Botas de seguridad con puntera, plantilla reforzada en acero y suela antideslizante
- Protecciones auditivas
- Ropa de trabajo ajustada para evitar atrapamientos

### 3.5 Máquinas herramientas y herramientas manuales

- RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Golpes/Cortes por objetos y herramientas
- Proyección de fragmentos o partículas
- Atrapamientos por o entre objetos
- Exposición a ruido
- Exposición a ambientes pulvígenos

- MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- En los equipos de oxicorte, se recomienda trabajar con la presión aconsejada por el fabricante del equipo.
- En los intervalos de no utilización, dirigir la llama del soplete al espacio libre o hacia superficies que no puedan quemarse.
- Cuando se trabaje en locales cerrados, se deberá disponer de la adecuada ventilación.
- En los equipos que desprenden llama, su entorno estará libre de obstáculos.

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- Las máquinas-herramientas accionadas por energía térmica, o motores de combustión, sólo pueden emplearse al aire libre o en locales perfectamente ventilados, al objeto de evitar la concentración de monóxido de carbono.
- Se deberá mantener siempre en buen estado las herramientas de combustión, limpiando periódicamente los calibres, conductos de combustión, boquillas y dispositivos de ignición o disparo, etc.
- El llenado del depósito de carburante deberá hacerse con el motor parado para evitar el riesgo de inflamación espontánea de los vapores de la gasolina.
- Dado el elevado nivel de ruido que producen los motores de explosión, es conveniente la utilización de protección auditiva cuando se manejen este tipo de máquinas.
- Para las máquinas-herramientas neumáticas, antes de la acometida deberá realizarse indefectiblemente:
  - La purga de las condiciones de aire.
  - La verificación del estado de los tubos flexibles y de los manguitos de empalme.
  - El examen de la situación de los tubos flexibles (que no existan bucles, codos, o dobleces que obstaculicen el paso del aire).
- Las mangueras de aire comprimido se deben situar de forma que no se tropiece con ellas ni puedan ser dañadas por vehículos.
- Los gatillos de funcionamiento de las herramientas portátiles accionadas por aire comprimido deben estar colocados de manera que reduzcan al mínimo la posibilidad de hacer funcionar accidentalmente la máquina.
- Las herramientas deben estar acopladas a las mangueras por medio de resortes, pinzas de seguridad o de otros dispositivos que impidan que dichas herramientas salten.
- No se debe usar la manguera de aire comprimido para limpiar el polvo de las ropas o para quitar las virutas.
- Al usar herramientas neumáticas siempre debe cerrarse la llave de aire de las mismas antes de abrir la de la manguera.

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- Nunca debe doblarse la manguera para cortar el aire cuando se cambie la herramienta.
- Verificar las fugas de aire que puedan producirse por las juntas, acoplamientos defectuosos o roturas de mangueras o tubos.
- Aun cuando no trabaje la máquina neumática, no deja de tener peligro si está conectada a la manguera de aire.
- No debe apoyarse con todo el peso del cuerpo sobre la herramienta neumática, ya que puede deslizarse y caer contra la superficie que se está trabajando.
- Las condiciones a tener en cuenta después de la utilización serán:
  - Cerrar la válvula de alimentación del circuito de aire.
  - Abrir la llave de admisión de aire de la máquina, de forma que se purgue el circuito.
  - Desconectar la máquina.
- Para las máquinas-herramientas hidráulicas, se fijará mediante una pequeña cadena el extremo de la manguera para impedir su descompresión brusca.
- Se emplazará adecuadamente la herramienta sobre la superficie nivelada y estable.
- Su entorno estará libre de obstáculos.
- Se utilizarán guantes de trabajo y gafas de seguridad para protegerse de las quemaduras por sobrepresión del circuito hidráulico y de las partículas que se puedan proyectar.
- Para las máquinas-herramientas eléctricas, se comprobará periódicamente el estado de las protecciones, tales como cable de tierra no seccionado, fusibles, disyuntor, transformadores de seguridad, interruptor magnetotérmico de alta sensibilidad, doble aislamiento, etc.
- No se utilizará nunca herramienta portátil desprovista de enchufe y se revisarán periódicamente este extremo.
- No se arrastrarán los cables eléctricos de las herramientas portátiles, ni se dejarán tirados por el suelo. Se deberán revisar y rechazar los que tengan su aislamiento deteriorado.
- Se deberá comprobar que las aberturas de ventilación de las máquinas estén perfectamente despejadas.

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- La desconexión nunca se hará mediante un tirón brusco.
- A pesar de la apariencia sencilla, todo operario que maneje estas herramientas debe estar adiestrado en su uso.
- Se desconectará la herramienta para cambiar de útil y se comprobará que está parada.
- No se utilizarán prendas holgadas que favorezcan los atrapamientos.
- No se inclinarán las herramientas para ensanchar los agujeros o abrir luces.
- Los resguardos de la sierra portátil deberán estar siempre colocados.
- Si se trabaja en locales húmedos, se adoptarán las medidas necesarias, guantes aislantes, taburetes de madera, transformador de seguridad, etc.
- Se usarán gafas panorámicas de seguridad, en las tareas de corte, taladro, desbaste, etc. con herramientas eléctricas portátiles.
- En todos los trabajos en altura, es necesario el cinturón de seguridad.
- Los operarios expuestos al polvo utilizarán mascarillas equipadas con filtro de partículas.
- Si el nivel sonoro es superior a los 80 decibelios, deberán adoptarse las recomendaciones establecidas en el 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

Radial

- Antes de su puesta en marcha, el operador comprobará el buen estado de las conexiones eléctricas, la eficacia del doble aislamiento de la carcasa y el disyuntor diferencial para evitar riesgos de electrocución.
- Se seleccionará adecuadamente el estado de desgaste del disco y su idoneidad para el material al que se ha de aplicar.
- Comprobar la velocidad máxima de utilización.
- Cerciorarse de que el disco gira en el sentido correcto y con la carcasa de protección sobre el disco firmemente sujeta.

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- El operador se colocará gafas panorámicas ajustadas o pantalla facial transparente, guantes de trabajo, calzado de seguridad y protectores auditivos.
- Durante la realización de los trabajos se procurará que el cable eléctrico descansa alejado de elementos estructurales metálicos y fuera de las zonas de paso del personal.
- Si durante la operación existe el riesgo de proyección de partículas a terrenos o lugares con riesgo razonable de provocar un incendio, se apantallará con una lona ignífuga la trayectoria seguida por los materiales desprendidos.
- Cuando la esmeriladora portátil radial deba emplearse en locales muy conductores no se utilizarán tensiones superiores a 24 voltios.

Sierra circular

- El disco estará dotado de carcasa protectora y resguardos que impidan los atrapamientos.
- Se controlará el estado de los dientes así como la estructura de éste.
- La zona de trabajo estará limpia de serrín y virutas, para prevenir posibles incendios.
- Se evitará la presencia de clavos al cortar.

Vibrador

- La operación de vibrado se realizará siempre desde una posición estable.
- La manguera de alimentación desde el cuadro eléctrico estará protegida si discurre por zonas de paso.

Amasadora

- La máquina estará situada en superficie llana y consistente.
- Las partes móviles y de transmisión estarán protegidas con carcasas.
- Bajo ningún concepto se introducirá el brazo en el tambor cuando funcione la máquina ni cuando esté parada, salvo que se encuentre desconectada de la alimentación general.

- EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Gafas de protección contra impactos
- Gafas de protección contra la proyección de fragmentos o partículas
- Mascarilla de protección contra ambientes pulvígenos
- Protecciones auditivas
- Botas de seguridad con puntera, plantilla reforzada en acero y suela antideslizante
- Ropa de trabajo ajustada para evitar atrapamientos

## 4 MEDIOS AUXILIARES

### 4.1 Andamios tubulares

- RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Golpes con objetos durante las operaciones de montaje, desmontaje o utilización del mismo
- Caída de objetos en manipulación

- MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Todo andamio deberá cumplir las siguientes condiciones generales:
  - Los elementos y sistemas de unión de las diferentes piezas constitutivas del andamio, asegurarán perfectamente su función de enlace, con las debidas condiciones de fijezas y permanencia.
  - El andamio se organizará y armará en forma constructivamente adecuada para que quede asegurada su estabilidad y al mismo tiempo para que los operarios puedan trabajar en él con las debidas condiciones de seguridad.
- Los elementos del andamio que presenten deterioro deberán sustituirse inmediatamente.
- Se desecharán todos los elementos de montaje de andamios que no revistan unas garantías de seguridad mínimas una vez colocados.
- No se utilizarán los andamios para otros fines distintos a los de suministrar una plataforma de trabajo para el personal. En particular no podrán ser destinados a servir como torres de elevación de material o soporte de tuberías o equipos.
- Está rigurosamente prohibido utilizar cajas, bidones, etc. como andamios provisionales.

- Los andamios se montarán sobre pies hechos de madera o metálicos, suficientemente resistentes y arriostrados de modo que su estabilidad quede garantizada.
- Con objeto de evitar deformaciones y con el fin de prevenir que la estructura rectangular llegue a alcanzar formas romboidales, se dispondrán los suficientes arriostramientos diagonales que impidan este riesgo.
- Durante las operaciones de montaje y desmontaje del andamio se izarán los tubos con cuerdas anudadas de forma segura y los operarios deberán usar arnés de seguridad anclado a elementos fijos independientes del andamio o a líneas salvavidas.
- Los andamios deberán situarse a distancias tales de líneas o equipos eléctricos, de forma que no puedan producirse contactos con partes en tensión.
- Durante el montaje de los andamios metálicos tubulares se tendrán presentes las siguientes especificaciones:
  - No se iniciará un nuevo nivel sin haber concluido el nivel de partida con todos los elementos de estabilidad.
  - La seguridad alcanzada en el nivel de partida ya consolidado será tal que ofrecerá las garantías necesarias como para poder amarrar los fiadores del cinturón de seguridad.
  - Las barras, módulos tubulares y tablones se izarán mediante sogas atadas con nudos de marinero.
  - Las plataformas de trabajo se consolidarán inmediatamente tras su formación, mediante las abrazaderas de sujeción contra basculamientos.
  - Los tornillos de las mordazas se apretarán por igual, realizándose una inspección del tramo ejecutado antes de iniciar el siguiente en prevención de los riesgos por la existencia de tornillos flojos o de falta de alguno de ellos.
  - Las uniones entre tubos se efectuarán mediante los nudos o bases metálicas o bien mediante las mordazas o pasadores previstos.
- Los pisos o plataformas serán de 0,60 metros de anchura mínima hechos con tablones de madera para una resistencia de 160 kg. en el punto medio entre soportes.



Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- Es preferible utilizar el piso metálico original del andamio tubular. En caso de ser de madera, los tablones estarán escuadrados y libres de nudos.
- Las plataformas, pisos, pasarelas, etc., hechos con tablones, se sujetarán con presillas, lazos de alambre, travesaños claveteados, de modo que formen un conjunto único.
- Los andamios en su base se protegerán contra golpes y deslizamientos mediante cuñas, dispositivos de bloqueo y/o estabilizadores.
- Montado el andamio no se retirará ningún elemento de su composición (tubo, travesaño o tablón, etc.), hasta que no sea desmontado totalmente. Caso de que por necesidad de trabajo deba mantenerse la estructura durante algunos días utilizando alguno de sus elementos para confeccionar otros andamios, se señalará claramente la prohibición de acceso al mismo y se retirará la plataforma de trabajo para impedir su utilización por personal de otros tajos o ajenos a la empresa.
- Las plataformas de trabajo de 2 o más metros de altura tendrán montada sobre su vertical una barandilla de 90 centímetros de altura y dispondrán de una protección que impida el paso o deslizamiento por debajo de las mismas o la caída de objetos sobre personas.
- Se utilizarán las escaleras previstas en el andamio para subir a la plataforma o se dispondrán escaleras exteriores. Los tirantes y otros elementos de arriostramiento no se podrán utilizar para subir o bajar del andamio.
- Las plataformas de trabajo se inmovilizarán mediante las abrazaderas y pasadores clavados a los tablones.
- Los módulos de fundamento de los andamios tubulares estarán dotados de bases nivelables sobre tornillos sin fin, con el que garantizar una mayor estabilidad del conjunto.
- La comunicación vertical del andamio tubular quedará resuelta mediante la utilización de escaleras prefabricadas.
- Los andamios tubulares sobre módulos con escalerilla lateral se montarán con ésta hacia la cara exterior.
- Se prohíbe el uso de andamios sobre borriquetas apoyadas sobre plataformas de trabajo de

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

andamios tubulares.

- Los andamios tubulares se arriostrarán a los paramentos verticales, anclándolos a los puntos fuertes de seguridad previstos.
- El caminar por los andamios se hará de manera norma, sin saltar sobre las plataformas ni tampoco de una a otra.
- Se protegerá del riesgo de caídas desde altura de los operarios sobre los andamios tubulares tendiendo redes tensas verticales de seguridad que protegerán las cotas de trabajo. En caso de no utilizar estas redes, si los operarios se encuentran trabajando a una altura igual o superior a los 2 metros, deberán ir provistos de cinturones de seguridad con arnés y amarrados a líneas de vida anteriormente fijadas.
- El personal que trabaje en andamios, sillas, colgantes y generalizando, en alturas superiores a los 2 metros, usará cinturón de seguridad, adaptado al riesgo que se pretende minimizar (sujeción, suspensión o anticaídas), anclado a una parte sólida de la estructura del edificio.
- Antes de colocarse el cinturón de seguridad será examinado y rechazado si no ofrece garantía o no es inteligible la etiqueta con la fecha de fabricación.
- En las plataformas de trabajo aisladas o que por necesidad del servicio carezca de la barandilla de seguridad reglamentaria se utilizará el cinturón de seguridad que se sujetará por el mosquetón a puntos sólidos, resistentes y distintos del andamio o plataforma de trabajo.
- Se prohíbe lanzar herramientas, materiales y otros objetos de un andamio a otro o de una persona a otra. Se entregarán en mano.
- El acceso a los andamios se realizará por escaleras bien fijadas por ambos extremos. Está prohibido utilizar los arriostrados para acceder de una plataforma de trabajo a otra.
- Para acceder a un andamio se tendrán siempre las manos libres.
- Se prohíbe trabajar sobre plataformas dispuestas sobre la coronación de andamios tubulares si antes no se han cercado con barandillas sólidas.
- Se prohíbe hacer pastas directamente sobre las plataformas de trabajo en prevención de superficies resbaladizas que pueden hacer caer a los trabajadores.

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- Los materiales se repartirán uniformemente sobre un tablón colocado a media altura en la parte superior de la plataforma de trabajo, sin que su existencia merme la superficie útil de la plataforma.
- Se prohíbe trabajar sobre plataformas situadas en cotas por debajo de otras plataformas en las que se esté trabajando, en prevención de caída de objetos.
- Se prohíbe trabajar en los andamios tubulares bajo regímenes de vientos fuertes en prevención de caídas de los trabajadores.
- Cuando se desplace un andamio nunca se permanecerá sobre el mismo, independientemente de su altura.
- En trabajos nocturnos se iluminarán adecuadamente todas las plataformas de trabajo y accesos a las mismas.
- EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Guantes de trabajo
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante
- Arnés de sujeción anticaídas
- Ropa de protección para el mal tiempo

## 4.2 Escaleras

- RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Golpes/choques con objetos

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

Generales

- Antes de utilizar una escalera manual es preciso asegurarse de su buen estado, rechazando aquéllas que no ofrezcan garantías de seguridad.
- Hay que comprobar que los largueros son de una sola pieza, sin empalmes, que no falta ningún peldaño, que no hay peldaños rotos o flojos o reemplazados por barras, ni clavos salientes.
- Todas las escaleras estarán provistas en sus extremos inferiores, de zapatas antideslizantes.
- No se usarán escaleras metálicas cuando se lleven a cabo trabajos en instalaciones en tensión.
- El transporte de una escalera ha de hacerse con precaución, para evitar golpear a otras personas, mirando bien por donde se pisa para no tropezar con obstáculos. La parte delantera de la escalera deberá de llevarse baja.
- Se prohíbe apoyar la base de las escaleras de mano sobre lugares u objetos poco firmes que puedan mermar la estabilidad de este medio auxiliar.
- Antes de iniciar la subida deberá comprobarse que las suelas del calzado no tienen barro, grasa, ni cualquier otra sustancia que pueda producir resbalones.
- El ascenso y descenso a través de la escalera de mano se efectuará frontalmente, es decir, mirando directamente hacia los largueros que se están utilizando.
- La escalera tendrá una longitud tal, que sobrepase 1 metro por encima del punto o la superficie a donde se pretenda llegar. La longitud máxima de las escaleras manuales no podrá sobrepasar los 5 m. sin un apoyo intermedio, en cuyo caso podrá alcanzar la longitud de 7 metros. Para alturas mayores se emplearán escaleras especiales.
- No se podrán empalmar dos escaleras sencillas.
- En la proximidad de puertas y pasillos, si es necesario el uso de una escalera, se hará teniendo la precaución de dejar la puerta abierta para que sea visible y además protegida para que no pueda recibir golpe alguno.
- No se pondrán escaleras por encima de mecanismos en movimiento o conductores eléctricos

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

desnudos. Si es necesario, antes se deberá haber parado el mecanismo en movimiento o haber suprimido la energía del conductor.

- Las escaleras de mano simples se colocarán, en la medida de lo posible, formando un ángulo de 75º con la horizontal.
- Siempre que sea posible, se amarrará la escalera por su parte superior. En caso de no serlo, habrá una persona en la base de la escalera.
- Queda prohibida la utilización de la escalera por más de un operario a la vez.
- Si han de llevarse herramientas o cualquier otro objeto, deberán usarse bolsas portaherramientas o cajas colgadas del cuerpo, de forma que queden las manos libres para poder asirse a ella.
- Para trabajar con seguridad y comodidad hay que colocarse en el escalón apropiado, de forma que la distancia del cuerpo al punto de trabajo sea suficiente y permita mantener el equilibrio. No se deberán ocupar nunca los últimos peldaños.
- Trabajando sobre una escalera no se tratarán de alcanzar puntos alejados que obliguen al operario a estirarse, con el consiguiente riesgo de caída. Se deberá desplazar la escalera tantas veces como sea necesario.
- Los trabajos a más de 3,5 metros de altura desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, solo se efectuarán si se utiliza cinturón de seguridad o se adoptan medidas de protección alternativas.
- Se prohíbe el transporte y manipulación de cargas por o desde escaleras de mano cuando por su peso o dimensiones puedan comprometer la seguridad del trabajador.
- Las escaleras de mano deberán mantenerse en perfecto estado de conservación, revisándolas periódicamente y retirando de servicio aquéllas que no estén en condiciones.
- Cuando no se usen, las escaleras deberán almacenarse cuidadosamente y no dejarlas abandonadas sobre el suelo, en lugares húmedos, etc.
- Deberá existir un lugar cubierto y adecuado para guardar las escaleras después de usarlas.

Escaleras de madera

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- Serán las escaleras a utilizar en trabajos eléctricos, junto con las de poliéster o fibra de vidrio.
- Las escaleras manuales de madera estarán formadas por largueros de una sola pieza, sin defectos ni nudos que puedan mermar su seguridad.
- Los peldaños estarán ensamblados, no clavados.
- Estarán protegidas de la intemperie mediante barnices transparentes, para que no oculten los posibles defectos. Se prohíben las escaleras de madera pintadas, por la dificultad que ello supone para la detección de sus posibles defectos.

Escaleras de tijera

- Estarán dotadas en su articulación superior de topes de seguridad de apertura y hacia la mitad de su altura de una cadenilla o cinta de limitación de apertura máxima.
- Nunca se utilizarán a modo de borriquetas para sustentar las plataformas de trabajo.
- En posición de uso estarán montadas con los largueros en posición de máxima apertura para no mermar su seguridad.
- No se utilizarán si la posición necesaria sobre ellas para realizar un determinado trabajo, obliga a poner los dos pies en los tres últimos peldaños.
- Se utilizarán siempre montadas sobre pavimentos horizontales.

Escaleras metálicas

- Los largueros serán de una sola pieza y estarán sin deformaciones o abolladuras que puedan mermar su seguridad.
- Estarán pintadas con pinturas antioxidantes que las preserven de las agresiones de la intemperie y no estarán suplementadas con uniones soldadas.
- El empalme se realizará mediante la instalación de los dispositivos industriales fabricados para tal fin.

- EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Guantes de trabajo
- Botas de seguridad con puntera reforzada en acero y suela antideslizante
- Arnés de seguridad de sujeción
- Ropa de protección para el mal tiempo

## 5 INSTALACIONES PROVISIONALES

Se considerarán en este apartado los riesgos y medidas preventivas en las instalaciones provisionales de obra.

### 5.1 Instalación provisional eléctrica

Se procederá al montaje de la instalación provisional eléctrica de la obra desde el punto de toma fijado por la propiedad.

La acometida será preferiblemente subterránea, disponiendo de un armario de protección en módulos normalizados, dotados de contadores en energía activa y reactiva, si así se requiriese.

A continuación, se pondrá el cuadro general de mando y protección, dotado de seccionador general de corte automático, interruptor omnipolar y protección contra faltas a tierra, sobrecargas y cortocircuito, mediante interruptores magnetotérmicos y relé diferencial de 300 mA de sensibilidad, puesto que todas las masas y el valor de la toma de tierra es  $< 10\Omega$ .

Además, en los cuadros parciales se pondrán diferenciales de 30 mA. El cuadro estará constituido de manera que impida el contacto con los elementos en tensión.

De este cuadro saldrán los circuitos necesarios de suministro a los cuadros secundarios para alimentación a los diferentes medios auxiliares, estando todos ellos debidamente protegidos con diferencial e interruptores magnetotérmicos.

Por último, del cuadro general saldrá un circuito para alimentación de los cuadros secundarios donde se conectarán las herramientas portátiles de los tajos. Estos cuadros serán de instalación móvil, según necesidades de obra y cumplirán las condiciones exigidas para instalaciones a la intemperie, estando colocados estratégicamente con el fin de disminuir en lo posible la longitud y el número de líneas.

Las tomas de corriente y clavijas, llevarán contacto de puesta a tierra de manera obligatoria.

- RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel



Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- Caídas a distinto nivel
- Pisadas sobre objetos
- Golpes/Cortes con objetos o herramientas
- Contactos eléctricos
- MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR
  - Solamente el personal capacitado podrá operar en los equipos eléctricos, sean cuadros de maniobra, de puesta en marcha de motores, etc.
  - Los trabajadores considerarán que todo conductor eléctrico, cable o cualquier parte de la instalación se encuentra conectado y en tensión. Antes de trabajar en ellos se comprobará la ausencia de voltaje con aparatos adecuados y se pondrán a tierra y en cortocircuito.
  - El tramo aéreo entre el cuadro general de protección y los cuadros para máquinas será tensado con piezas especiales sobre apoyos; si los conductores no pueden soportar la tensión mecánica prevista, se emplearán cables fiadores con una resistencia de rotura de 800 kilogramos, fijando a estos el conductor con abrazaderas.
  - Los conductores, en caso de ir por el suelo, no serán pisados ni se colocarán materiales sobre ellos; al atravesar zonas de paso estarán protegidos adecuadamente.
  - El tendido de los cables y mangueras se efectuará a una altura mínima de 2 metros en los lugares peatonales y de 5 metros en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento, como norma general.
  - Si es posible, no obstante, se enterrarán los cables eléctricos en los pasos de vehículos, señalizando el paso del cable mediante una cubierta permanente de tabloncillos. La profundidad mínima de la zanja será de 40 centímetros, y el cable irá además protegido en el interior de un tubo rígido.
  - La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios se efectuará mediante manguera antihumedad.
  - Los empalmes entre mangueras se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas.

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- El trazado de las mangueras de suministro eléctrico no coincidirá con el de suministro provisional de agua a las plantas.
- Los cuadros eléctricos serán metálicos de tipo para intemperie, con puerta y cerrojo de seguridad (con llave), según norma UNE 20.324.
- Pese a ser de tipo intemperie, se protegerán del agua de lluvia mediante viseras eficaces como protección adicional.
- Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra y poseerán adherida sobre la puerta una señal normalizada de riesgo eléctrico.
- Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.
- Las cajas de interruptores poseerán adherida sobre su puerta una señal normalizada de riesgo eléctrico.
- Las cajas de interruptores serán colgadas, bien de los paramentos verticales, bien de pies derechos estables.
- Las tomas de corriente de los cuadros se efectuarán de los cuadros de distribución, mediante clavijas normalizadas blindadas y siempre que sea posible con enclavamiento.
- Los cuadros eléctricos se colgarán pendiente de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a pies derechos firmes. Si es necesario que sean móviles deberán ser autoportantes.
- Cada toma de corriente suministrará energía eléctrica a un solo aparato, máquina o máquina-herramienta.
- La instalación de alumbrado general para las instalaciones provisionales de obra y de primeros auxilios y demás casetas, estará protegida por interruptores automáticos magnetotérmicos.
- Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.
- El neutro de la instalación estará puesto a tierra.
- La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.

- El hilo de toma de tierra siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe terminantemente utilizarlo para otros usos.
- La toma de tierra de las máquinas-herramientas que no estén dotadas de doble aislamiento, se efectuará mediante hilo neutro en combinación con el cuadro de distribución correspondiente y el cuadro general de obra.
- El punto de conexión de la pica estará protegido en el interior de una arqueta practicable.
- Las tomas de tierra de cuadros eléctricos generales distintos, serán independientes eléctricamente.
- El suministro eléctrico al fondo de una excavación se ejecutará por un lugar que no sea la rampa de acceso para vehículos o para el personal y nunca junto a escaleras de mano.
- Las mangueras eléctricas, en su camino ascendente a través de la escalera, estarán agrupadas y ancladas a elementos firmes en la vertical.
- En la instalación de alumbrado estarán separados los circuitos de valla, acceso a zonas de trabajo, escaleras, almacenes, etc.
- Los aparatos portátiles que sea necesario emplear serán estancos al agua y estarán convenientemente aislados.
- Las derivaciones de conexión a máquinas se realizarán con terminales de presión, disponiendo las mismas de mando de marcha y parada.
- Estas conexiones, al ser portátiles, no estarán sometidas a tracción mecánica que origine su rotura.
- Las lámparas para alumbrado general y sus accesorios se situarán a una distancia mínima de 2,5 metros del piso o suelo; las que se pueden alcanzar con facilidad estarán protegidas con una cubierta resistente.
- Existirá una señalización sencilla y clara a la vez, prohibiendo la entrada a personas no autorizadas a los locales donde esté instalado el equipo eléctrico, así como el manejo de aparatos eléctricos a personas no designadas para ello.
- Igualmente se darán instrucciones sobre las medidas a adoptar en caso de incendio o

accidente de origen eléctrico.

- Se sustituirán inmediatamente las mangueras que presenten algún deterioro en la capa aislante de protección.

- EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección personal a utilizar serán:

- Casco de seguridad para protección contra arco eléctrico
- Guantes de trabajo
- Guantes aislantes para baja tensión
- Botas de seguridad aislantes, con puntera y plantilla reforzada y suela antideslizante
- Ropa de protección para el mal tiempo

## 5.2 Instalación de prevención de incendios

Las causas que propician la aparición de un incendio en una obra no son distintas de las que lo generan en otro lugar: existencia de una fuente de ignición (hogueras, energía solar, trabajos de soldadura, conexiones eléctricas, cigarrillos, etc.), junto a una sustancia combustible (encofrados de madera, carburante para maquinaria, pinturas y barnices, etc.), puesto que el carburante (oxígeno) está presente en todos los casos.

Por todo ello, se realizará una revisión y comprobación periódica de la instalación eléctrica provisional, así como el correcto acopio de sustancias combustibles con los envases perfectamente cerrados e identificados, a lo largo de la ejecución de la obra.

Los medios de extinción serán extintores portátiles de dióxido de carbono y/o de polvo seco.

Los caminos de evacuación estarán libres de obstáculos, de aquí la importancia del orden y limpieza en todos los tajos.

Todas estas medidas, han sido consideradas para que el personal extinga el fuego en la fase inicial, si es posible, o disminuya sus efectos hasta la llegada de los bomberos, los cuales, si es necesario, serán avisados inmediatamente.

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR
  - Orden y limpieza separando los escombros del material combustible para su mejor control.
  - Vigilancia y detección de posibles focos de incendio.
  - Revisión periódica de extintores.
  - Prohibición de fumar en lugares de mayor peligro de incendio.
  - Señalización de las zonas de peligro de incendio.
  - Cartel en sitio visible con el teléfono de bomberos.

## 6 INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR

Se dispondrá de un local, con dos salas, para aseos y vestuarios. En ellos, en aras de la conservación y limpieza, los suelos y paredes serán continuos, lisos e impermeables y con materiales que permitan el lavado con líquidos desinfectantes o antisépticos, con la frecuencia necesaria.

Todos los elementos, tales como grifos, desagües, alcachofas de duchas, etc, estarán en perfecto estado de funcionamiento y los bancos y taquillas aptos para su utilización.

Todos los locales estarán dotados de luz, calefacción y suficiente ventilación.

### 6.1 Dotación de aseos

Por cada 10 trabajadores los aseos estarán equipados como mínimo por:

- 1 lavabo con espejo, agua corriente fría y caliente
- 1 ducha con agua corriente fría y caliente
- 1 inodoro con carga y descarga automática de agua, con papel higiénico
- Perchas y jaboneras

### 6.2 Dotación de vestuarios

La sala destinada a los vestuarios estará lo suficientemente dimensionada para cubrir las necesidades previstas.

Cada módulo para 25 trabajadores estará equipado como mínimo con:

- 2 metros cuadrados por cada trabajador
- 1 taquilla metálica con cerradura por cada trabajador
- Bancos de madera corridos
- Espejos

## 7 MEDICINA PREVENTIVA Y ASISTENCIAL

### 7.1 Reconocimientos médicos

Todos los trabajadores pasarán como mínimo un reconocimiento médico con carácter anual. El personal eventual antes de su entrada en la obra habrá pasado un reconocimiento médico.

Asimismo, cuando los trabajadores vayan a realizar tareas que entrañen riesgos especiales (por ejemplo, trabajos en altura) deberán pasar un reconocimiento médico específico que les habilite para realizar dichas tareas.

El resultado de estos reconocimientos está clasificado acorde a los dos siguientes grupos:

- Apto para todo tipo de trabajo.
- Apto con ciertas limitaciones.

### 7.2 Asistencia accidentados

#### **CENTROS ASISTENCIALES EN CASO DE ACCIDENTE**

- Para atención del personal en caso de accidente se contratarán los servicios asistenciales adecuados.
- Se dispondrá en la obra, en sitio bien visible, una lista con los teléfonos y direcciones de los centros asignados.

#### **BOTIQUÍN DE PRIMEROS AUXILIOS**

- Se dispondrá en obra, en el vestuario o en la oficina, un botiquín que estará a cargo de una persona capacitada designada por la empresa, con medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente.
- Contendrá, de forma orientativa: Agua oxigenada; alcohol de 96 grados, tintura de yodo; “mercurocromo” o “cristalmina”, amoníaco; gasa estéril; algodón hidrófilo estéril; esparadrapo antialérgico; torniquetes antihemorrágicos; bolsa para agua o hielo; guantes esterilizados; termómetro clínico; apósitos autoadhesivos; antiespasmódicos; analgésicos;

tónicos cardíacos de urgencia y jeringuillas desechables.

- El material empleado se repondrá inmediatamente, y al menos una vez al mes, se hará revisión general de botiquín, desechando aquellos elementos que estén en mal estado o caducados. La ubicación del botiquín debe estar suficientemente señalizada.



## 8 PLIEGO DE CONDICIONES

### 8.1 Legislación aplicable a la obra

- Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- 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 1627/1997, de 24 de octubre, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto Legislativo 5/2000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- 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 aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (R.D. 842/2002 de 2 de agosto).
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, por el que se establecen las disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 809/2021, de 21 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, sobre 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 dorsolumbares, para los trabajadores
- Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a trabajos con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- 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 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 1215/1997, de 18 de Julio, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de equipos de trabajo.
- Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos.
- Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- Orden del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, de 25 de marzo de 1998, de adaptación y modificación del Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

- Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- Real Decreto 1124/2000, de 6 de junio, por el que se modifica el Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- Estatuto de los Trabajadores.
- Ley General de la Seguridad Social.

Y todas aquellas Normas o Reglamentos en vigor durante la ejecución de las obras que pudieran no coincidir con las vigentes en la fecha de redacción de este Estudio de Seguridad.

## 8.2 Consideraciones de los equipos de protección colectiva

- Las diversas protecciones colectivas a utilizar en la obra tendrán una calidad adecuada a las prestaciones exigidas, debiendo garantizar su eficacia mediante certificado del fabricante o bien por cálculos y ensayos justificativos realizados al efecto.
- Las protecciones colectivas se ajustarán a lo dispuesto en las Disposiciones Legales y Reglamentos Vigentes.
- Todos los elementos de protección colectiva, tendrán fijado un periodo de vida útil, desechándose al término del mismo.
- Si por cualquier circunstancia, sea desgaste, uso o deterioro por acción mecánica, un elemento de protección colectiva sufriera algún deterioro, se repondrá de inmediato, haciendo caso omiso de su periodo de vida útil.
- Los trabajadores serán debidamente instruidos respecto a la correcta utilización de los diferentes elementos de protección colectiva.
- Las protecciones colectivas estarán disponibles en obra para su oportuna utilización en las respectivas zonas donde puedan ser necesitadas.

### 8.3 Consideraciones de los equipos de protección individual

Los equipos de protección tanto individual como colectiva que se utilicen, deberán reunir los requisitos establecidos en las disposiciones legales o reglamentarias que les sean de aplicación y en particular relativos a su diseño, fabricación, uso y mantenimiento.

Se especifica como condición expresa que todos los equipos de protección individual utilizables en esta obra, cumplirán las siguientes condiciones generales:

- Tendrán la marca “CE”, según las normas de Equipos de Protección Individual.
- Su utilización se realizará cumpliendo con el contenido del 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
- Los equipos de protección individual que cumplan con la indicación expresada en el punto primero de este apartado, tienen autorizado su uso durante su período de vigencia.
- Todo equipo de protección individual en uso que esté deteriorado o roto, será reemplazado de inmediato, quedando constancia en la oficina de obra del motivo del cambio y el nombre de la empresa y de la persona que recibe el nuevo equipo de protección individual, con el fin de dar la máxima seriedad posible a la utilización de estas protecciones.
- Las variaciones de medición de los equipos de protección individual que puedan aparecer en cada plan de seguridad y salud que presenten los diversos contratistas, deberán justificarse técnicamente ante el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra. Si la justificación no es aceptada, el plan no podrá ser aprobado.
- Se recuerda, que, en aplicación de los Principios de Acción Preventiva de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, no puede ser sustituida una protección colectiva prevista en este Estudio de Seguridad y Salud por el uso de equipos de protección individual.

### 8.4 Señalización de la obra

Esta señalización cumplirá con lo contenido en el Real Decreto 485/97 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización y seguridad en el trabajo, que desarrolla los

preceptos específicos sobre esta materia contenidos en la Ley 31/95 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.

## 8.5 Condiciones de seguridad de los medios auxiliares, máquinas y equipos

De acuerdo con el art. 41 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, los contratistas obtendrán de los fabricantes y proveedores todas las especificaciones técnicas, normas y material impreso que incluyan las correspondientes características técnicas de toda la maquinaria, equipos, herramientas, dispositivos y equipos de protección personal a utilizar en las obras. La información facilitada por los fabricantes y proveedores deberá incluir:

- Instrucciones sobre los procedimientos para el funcionamiento y uso de máquinas, equipos, herramientas, dispositivos o equipos de protección individual.
- Procedimientos de mantenimiento y conservación de máquinas, equipos, herramientas, dispositivos o equipos de protección individual.
- Los contratistas mantendrán en todo momento en la base de operaciones de su zona de obras copias de los manuales y especificaciones impresas (en adelante, la información técnica) especificadas en el párrafo anterior.
- Todos los empleados de los contratistas recibirán información y formación sobre el contenido de los manuales técnicos pertinentes al trabajo que realizan.
- Cada contratista facilitará a todos sus empleados el equipo de protección seguridad y salud mínimo recogido en las normas que anteceden. Asimismo, deberá mantener copias de dichas normas en la base de operaciones de la obra.
- El Encargado de la obra será el responsable de la recepción de la maquinaria y medios auxiliares, comprobando a su llegada a obra el buen estado de los mismos, con todos sus componentes y de acuerdo con lo solicitado, así como, verificará que cumple la legislación vigente en materia de seguridad y salud que le afecte.
- Se prohíbe el montaje de los medios auxiliares, máquinas y equipos, de forma parcial; es decir, omitiendo el uso de alguno o varios de los componentes con los que se comercializan para su función.

- El uso, montaje y conservación de los medios auxiliares, máquinas y equipos, se hará siguiendo estrictamente las condiciones de montaje y utilización segura, contenidas en el manual de uso editado por su fabricante.
- Todos los medios auxiliares, máquinas y equipos a utilizar en esta obra, tendrán incorporados sus propios dispositivos de seguridad exigibles por aplicación de la legislación vigente. Se prohíbe expresamente la introducción en el recinto de la obra, de medios auxiliares, máquinas y equipos que no cumplan la condición anterior.
- Si el mercado de los medios auxiliares, máquinas y equipos, ofrece productos con la marca "CE", cada contratista adjudicatario, en el momento de efectuar el estudio para presentación de la oferta de ejecución de la obra, debe tenerlos presentes e intentar incluirlos, porque son por sí mismos, más seguros que los que no la poseen.

## 8.6 Formación e información a los trabajadores

Cada contratista adjudicatario está legalmente obligado a formar en un método de trabajo correcto y seguro a todo el personal a su cargo, de tal forma que los trabajadores que realicen trabajos en las obras deberán tener conocimiento de los riesgos propios de su actividad laboral, así como de las conductas a observar en determinadas maniobras, del uso correcto de las protecciones colectivas y de los equipos de protección individual necesarios.

Asimismo, todos los trabajadores deberán conocer y estar informados sobre el Plan de Seguridad y Salud específico de la obra, como paso previo a su incorporación al trabajo.

El adjudicatario acreditará que el personal que aporte, posee la formación, la experiencia y el nivel profesional adecuado a los trabajos a realizar. Esta acreditación se indicará especialmente y de forma diferenciada con respecto al resto de los trabajadores, para los trabajadores autorizados y cualificados según criterios del R.D. 614/2001.

Los trabajos que se realicen en tensión y en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios, según criterios del R.D. 614/2001.

## 8.7 Acciones a seguir en caso de accidente laboral

Cuando un trabajador de una Empresa contratada conozca la existencia de un accidente, procurará el auxilio inmediato que esté a su alcance y lo comunicará, a la mayor brevedad posible a la asistencia médica más cercana.

El Jefe de obra tomará las medidas a su alcance para evitar daños mayores a las personas e instalaciones.

Los accidentes serán notificados a la autoridad laboral en los plazos y términos requeridos por las normas oficiales.

Cada contratista adjudicatario, en cumplimiento del Anexo IV, punto 14, del R.D. 1.627/1.997, tendrá en cuenta los siguientes principios sobre primeros auxilios:

- El accidentado es lo primero. Se le atenderá de inmediato con el fin de evitar el agravamiento o progresión de las lesiones.
- En caso de caídas a distinto nivel y de accidentes de carácter eléctrico, se supondrá siempre, que pueden existir lesiones graves y en consecuencia, se extremarán las precauciones de atención primaria en la obra, aplicando las técnicas especiales para la inmovilización del accidentado hasta la llegada de la ambulancia y de reanimación en el caso de accidente eléctrico.
- En caso de gravedad manifiesta, se evacuará al herido en camilla y ambulancia; se evitarán en lo posible, según el buen criterio de las personas que atiendan primariamente al accidentado, la utilización de los transportes particulares, por lo que implican de riesgo e incomodidad para el accidentado.
- Cada contratista adjudicatario comunicará, a través del Plan de seguridad y salud que elabore, el nombre y dirección del centro asistencial más próximo previsto para la asistencia sanitaria de los accidentados.
- Cada contratista adjudicatario instalará carteles informativos en la obra que suministren a los trabajadores y resto de personas participantes en la obra, la información necesaria para conocer el centro asistencial, su dirección, teléfonos de contacto, mutua de accidentes

concertada, etc.

## 8.8 Comunicaciones inmediatas en caso de accidente

En caso que se produzca un accidente en la obra, el responsable del contratista al que pertenezca el trabajador accidentado (contrata y/o subcontrata) está obligado a realizar las acciones y comunicaciones que se recogen en el cuadro siguiente:

<p>Accidentes de tipo leve</p> <p>Al Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra: de todos y cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas (si no fuera necesaria la designación de Coordinador se comunicará a la Dirección Facultativa).</p> <p>A la Mutua de Accidentes de Trabajo</p>
<p>Accidentes de tipo grave, muy grave, mortales o que afecten a más de 4 trabajadores</p> <p>Al Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra: de todos y cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas (si no fuera necesaria la designación de Coordinador se comunicará a la Dirección Facultativa).</p> <p>A la Autoridad laboral en el plazo de 24 horas. Esta comunicación se realizará a través de telegrama u otro medio análogo, con especificación de los siguientes datos: razón social, domicilio y teléfono de empresa, nombre del trabajador accidentado, dirección del lugar del accidente y breve descripción del mismo.</p>



## 8.9 Seguridad en la obra

De acuerdo con lo establecido en la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales y en el Real Decreto 39/1997 por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, la empresa que ejecute el proyecto deberá contar con un Servicio de Prevención propio o contratado, o trabajador designado, que asesoren e impulsen las actividades y medidas preventivas recogidas en el Plan de Seguridad y Salud desarrollado en base a este Estudio de Seguridad.

La empresa adjudicataria nombrará a un responsable de Seguridad, que podrá coincidir o no con su jefatura de obra, que será quien la represente ante el Coordinador de Seguridad y Salud en la ejecución del proyecto y será el encargado de velar por el cumplimiento de todo lo estipulado en el Plan de Seguridad y Salud.

Dependiendo de la presencia del responsable de Seguridad en las obras y de acuerdo a lo que se establezca en el Plan de Seguridad, será necesario la designación de un Vigilante de Seguridad que lo represente, y el cual estará permanentemente en obra.

## 8.10 Plan de seguridad y salud

En aplicación del presente Estudio de Seguridad y Salud, cada contratista que intervenga en la obra, elaborará su correspondiente Plan de Seguridad y Salud, en el cual analizará y desarrollará las previsiones contenidas en el mismo en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

El contratista incluirá en su Plan de Seguridad las propuestas y medidas alternativas de prevención que considere oportunas, indicando la correspondiente justificación técnica, si bien, no podrá implicar disminución de los niveles de protección previstos en el Estudio de Seguridad y Salud.

El Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista, deberá ser aprobado, previamente al inicio de los trabajos, por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución.

Podrá ser modificado en función del proceso de ejecución de la obra, evolución de los trabajos o bien de las posibles incidencias que pudieran surgir durante el desarrollo de los trabajos. La modificación realizada deberá ser aprobada por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución.

Constituirá el elemento básico para identificar y evaluar los riesgos, de manera que permita planificar una acción preventiva.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como aquellas personas con responsabilidades en materia de prevención de riesgos laborales, representantes de los trabajadores, etc., podrá n presentar por escrito y de forma razonada las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. A tal efecto, el Plan de Seguridad y Salud estará en la obra a disposición permanente de los mismos.

### 8.11 Obligaciones de cada contratista adjudicatario en materia de seguridad y salud

- Cumplir y hacer cumplir en la obra, todas las obligaciones exigidas por la legislación vigente del Estado Español y sus Comunidades Autónomas, referida a la seguridad y salud en el trabajo y concordantes, de aplicación a la obra.
- Elaborar en el menor plazo posible y siempre antes de comenzar la obra, un plan de seguridad cumpliendo con el R. D. 1.627/1.997 de 24 de octubre., que respetará el nivel de prevención definido en todos los documentos de este Estudio de Seguridad y Salud.
- Presentar el plan de seguridad para su aprobación por parte del Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, antes del comienzo de la misma, incluyendo todas las modificaciones y/o observaciones que éste pueda sugerirle.
- Formar e informar sobre el contenido del plan de seguridad y salud aprobado, a todos los trabajadores propios, subcontratistas y autónomos de la obra y hacerles cumplir con las medidas de prevención en él expresadas. Por parte de las subcontratas, se firmará un documento de adhesión al Plan de Seguridad de la contrata principal.
- Entregar a todos los trabajadores de la obra independientemente de su afiliación empresarial principal, subcontratada o autónoma, los equipos de protección individual definidos en el plan de seguridad y salud aprobado, para que puedan usarse de forma inmediata y eficaz.
- Cumplir fielmente con lo expresado en el pliego de condiciones particulares del plan de seguridad y salud aprobado, en el apartado: "acciones a seguir en caso de accidente laboral".
- Informar de inmediato de los accidentes leves, graves, mortales o sin víctimas al Coordinador en materia de seguridad y salud y/o Dirección Facultativa durante la ejecución de la obra, tal como queda definido en el apartado "acciones a seguir en caso de accidente laboral".

- Colaborar con el Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra y con la Dirección Facultativa, en la solución técnico-preventiva, de los posibles imprevistos del proyecto o motivados por los cambios de ejecución decididos sobre la marcha, durante la ejecución de la obra.

## 8.12 Coordinador de Seguridad y Salud

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor antes del inicio de los trabajos o tan pronto como se constate dicha circunstancia, designará a un Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

El Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad:
  - Al tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente.
  - Al estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases de trabajo.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra.
- Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo. La Dirección Facultativa asumirá esta función cuando no sea necesaria la designación de coordinador.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales prevista en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de

trabajo.

- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La Dirección Facultativa asumirá esta función cuando no sea necesaria la designación de coordinador.

### 8.13 Libro de incidencias

Para cada proyecto de obra existirá con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud un libro de incidencias que constará de hojas por duplicado, habilitado al efecto.

Dicho libro será facilitado por el Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el plan de seguridad y salud, tal y como se recoge en el Real Decreto 1.627/1.997 de 24 de octubre por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Deberá mantenerse siempre en la obra, y estará en poder del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, o cuando no fuera necesaria la designación de coordinador, en poder de la Dirección Facultativa.

El coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra está legalmente obligado a tenerlo a disposición de: la Dirección Facultativa de la obra, encargado de seguridad, Comité de seguridad y salud, Inspección de Trabajo y Técnicos y Organismos de prevención de riesgos laborales de las Comunidades Autónomas

Efectuada una anotación en el mismo, el Coordinador de seguridad (o Dirección Facultativa cuando no deba ser designado Coordinador), estará obligado a remitir, en el plazo de veinticuatro horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra.

### 8.14 Seguro de responsabilidad civil y patronal

La empresa contratista se responsabilizará de cumplir y hacer cumplir cuantas disposiciones legales relativas a seguridad y salud, medio ambiente y otras en general, les sean de aplicación en el desarrollo de las actividades contratadas.

El contratista concertará a sus expensas, y por la cantidad necesaria (mínimo 600.000 €), el seguro de Responsabilidad Civil que cubra los posibles daños, su personal e instalaciones, y a terceros, derivados

de la realización de las obras contratadas, así como la responsabilidad legalmente exigible por los daños ocasionados por el error o negligencia en la gestión de la seguridad.

Igualmente, habrá de concertar el de Responsabilidad Civil Patronal (mínimo 150.000 € por víctima) que cubra a su propio personal y al de sus subcontratistas, comprometiéndose a ampliar el alcance si se hiciera preciso.

Los vehículos de propulsión mecánica autorizados a circular por vías públicas, estarán obligatoriamente asegurados, como mínimo, con la garantía de Responsabilidad Civil ilimitada durante su permanencia en el recinto de la obra. En caso de tratarse de camiones deberá contratarse una póliza que cubra la Responsabilidad Civil de la carga o en su defecto, deberá presentarse copia de la Póliza de responsabilidad civil general de la empresa propietaria del camión, en la que se garantice dicha cobertura.

### 8.15 Subcontratación

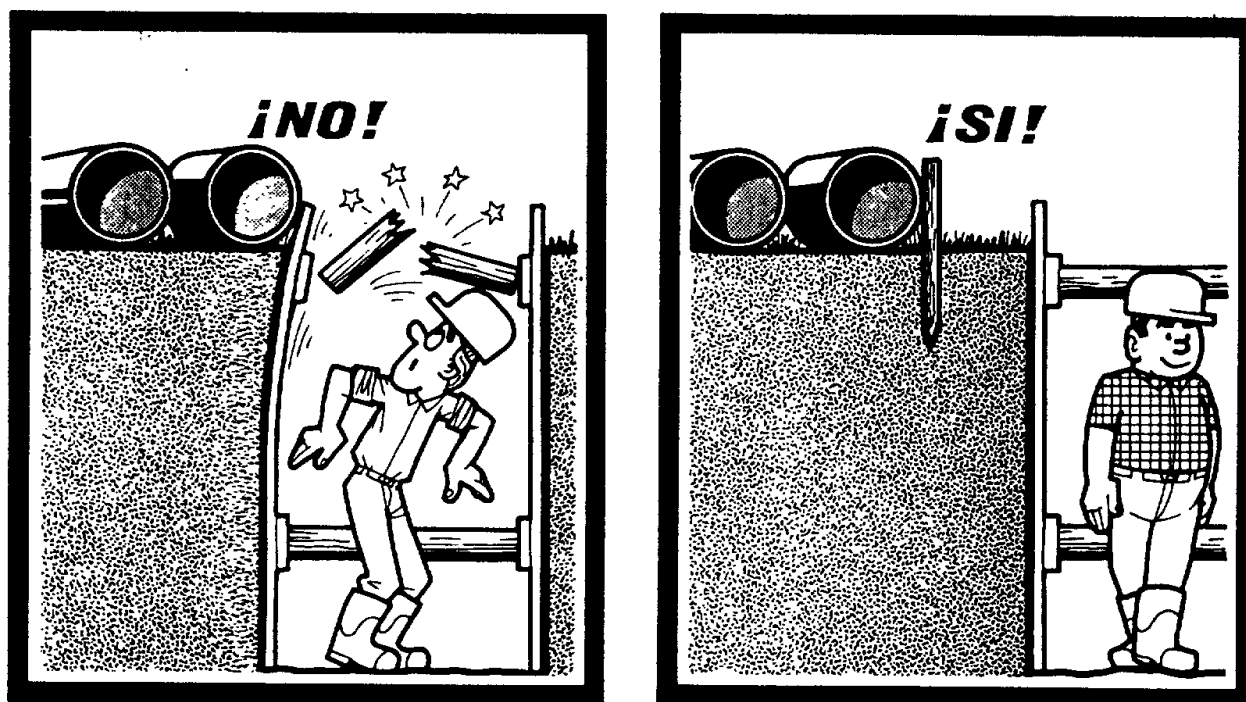
Sin previa autorización escrita el contratista no podrá ceder o traspasar a terceros obligaciones o derechos nacidos del pedido o contrato.

El contratista será responsable único de la realización de la obra en su totalidad, independientemente de las responsabilidades que él pueda exigir a sus suministradores o subcontratistas.

## 9 PLANOS DE SEGURIDAD

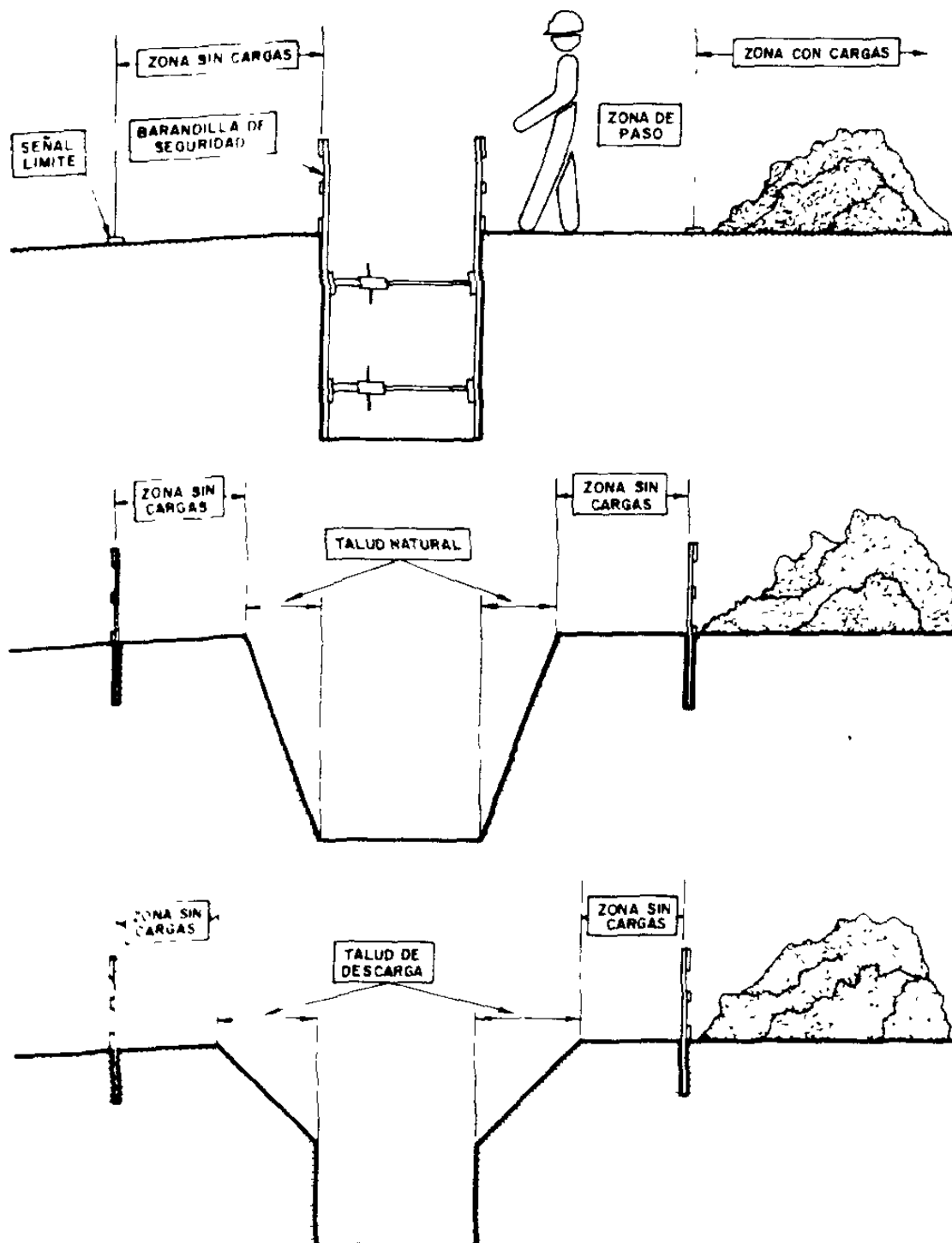
Un plano de seguridad es la representación gráfica de la prevención descrita en la memoria de seguridad y salud y en coordinación con el pliego de condiciones particulares. Son unos planos genéricos, que cumplen tan solo con la idea de dar pistas al contratista sobre cómo representar coherentemente la prevención. No permiten la medición ni el presupuesto exacto como consecuencia de su indefinición.

### EXCAVACIÓN. APERTURA DE ZANJAS

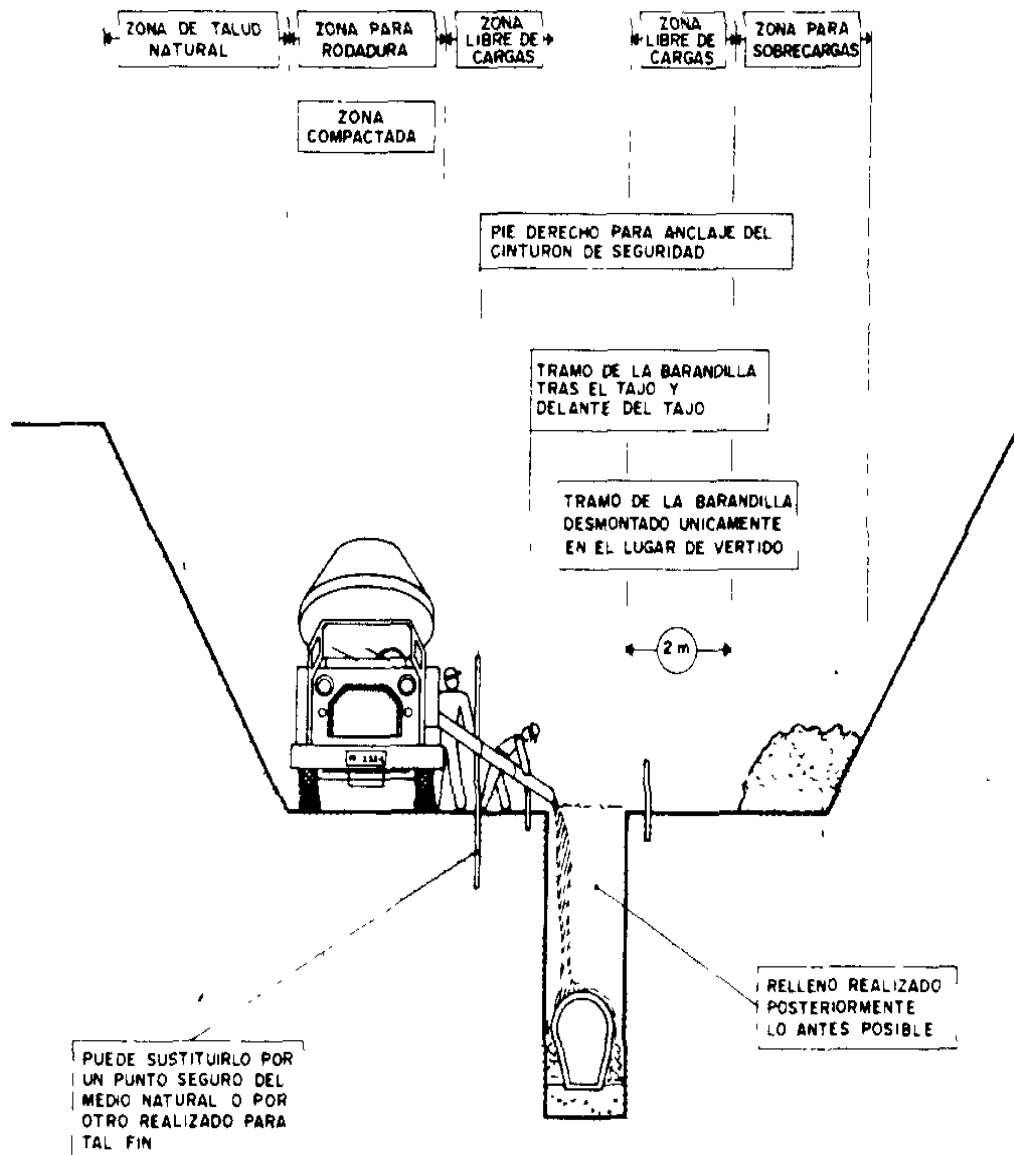


Se debe reservar un espacio suficiente entre el borde de la zanja y los materiales.

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud



Anexo 2: Estudio de seguridad y salud





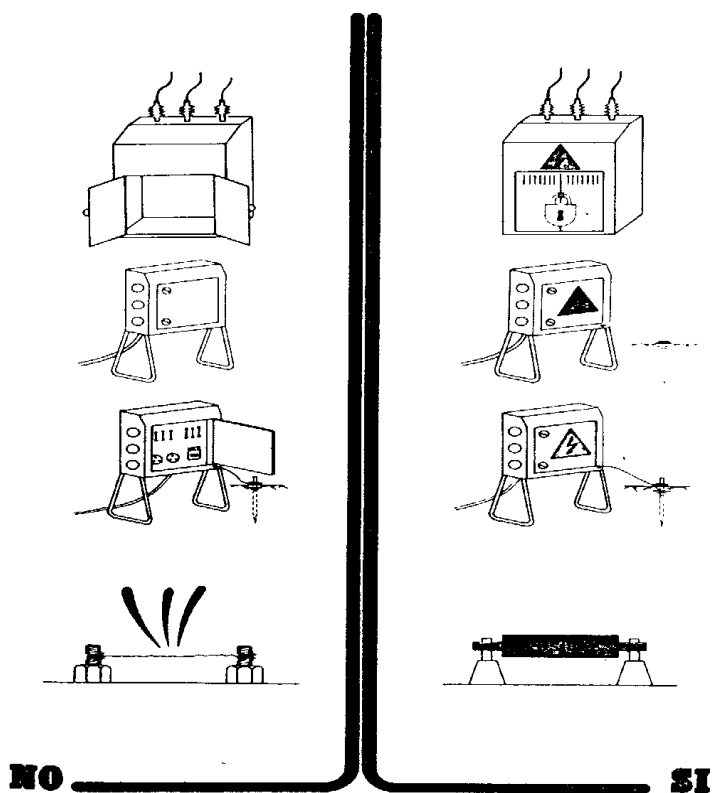
Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

Las zanjas deben entibarse.

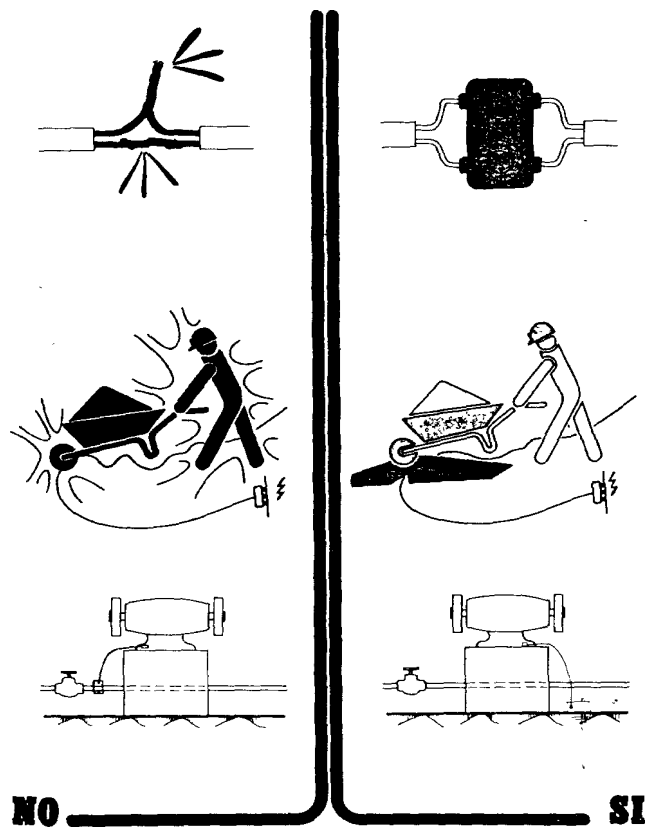


Profundidad de la zanja superior a 1,5 metros.

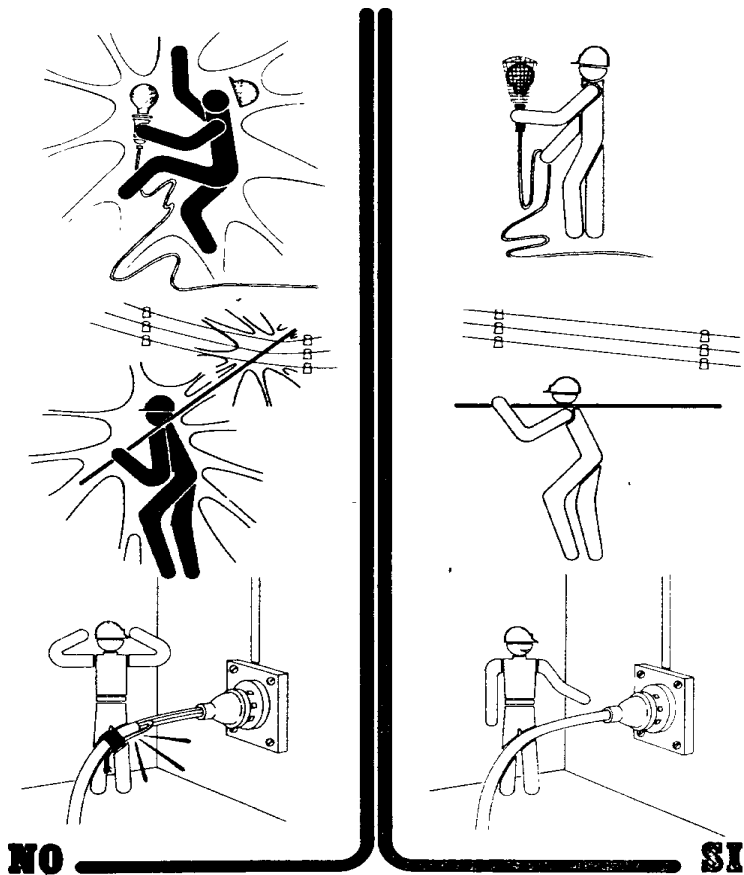
INSTALACION ELECTRICA PROVISIONAL DE OBRA



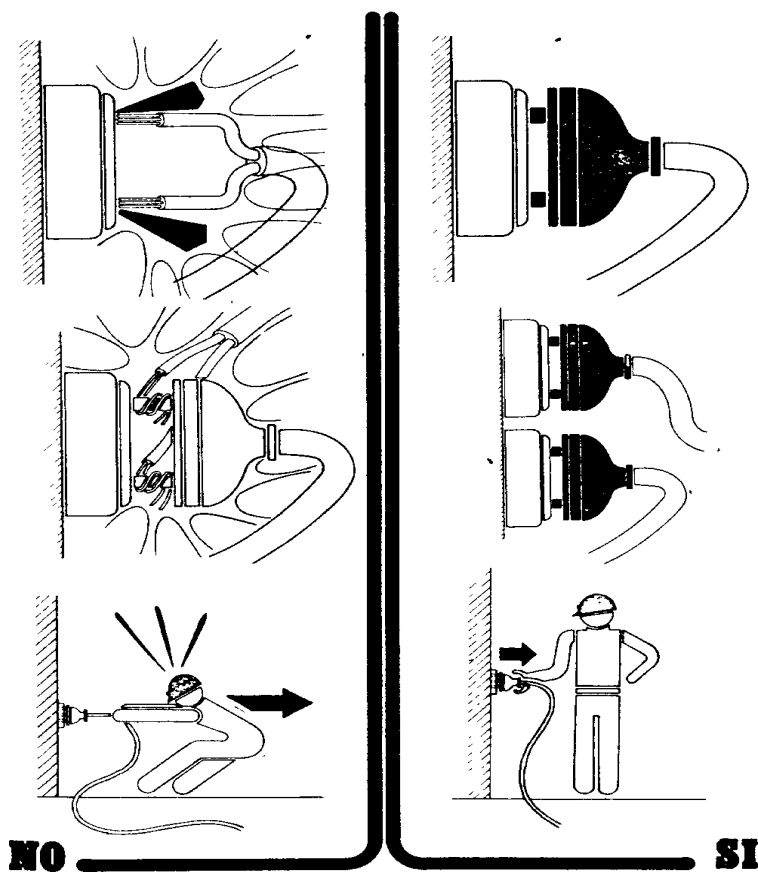
Anexo 2: Estudio de seguridad y salud



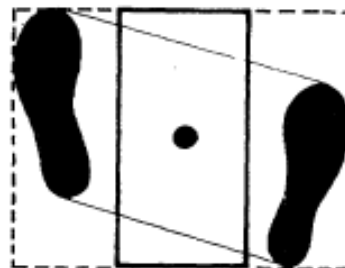
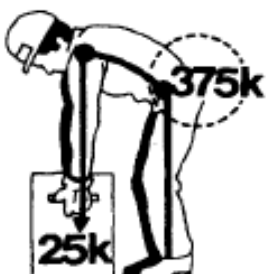
Anexo 2: Estudio de seguridad y salud



Anexo 2: Estudio de seguridad y salud



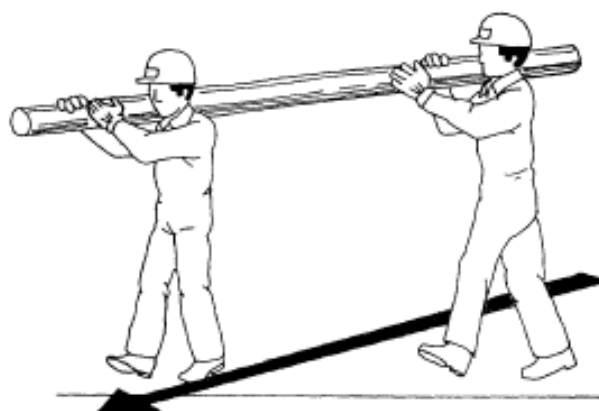
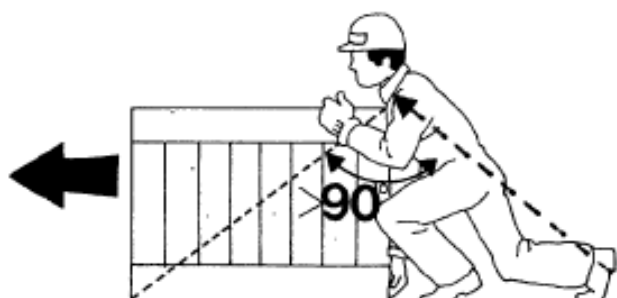
MANIPULACION MANUAL DE CARGAS



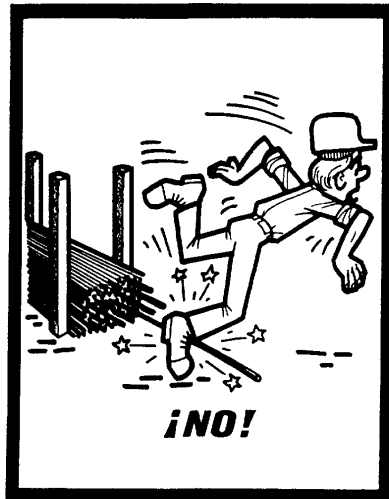
**¡NO!**



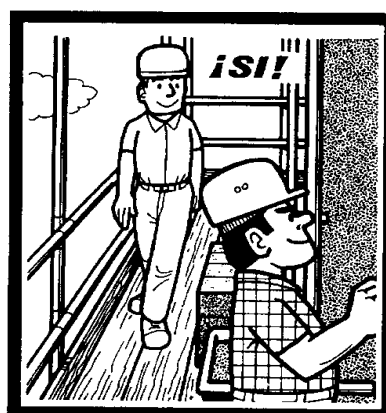
**¡SÍ!**



## ORDEN Y LIMPIEZA

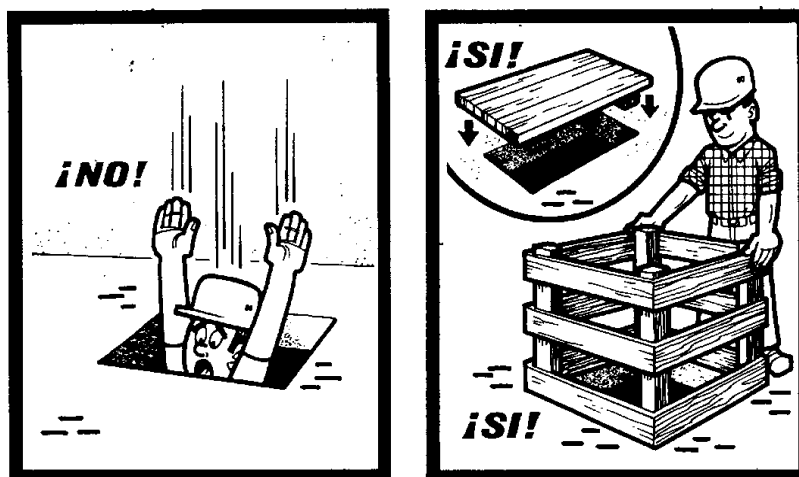


Almacenar los materiales correctamente para evitar todos los riesgos de accidentes debidos al paso de los trabajadores.



Mantener los puestos de trabajo en orden, los materiales ordenados, la circulación despejada, así se evitarán los resbalones y las caídas.

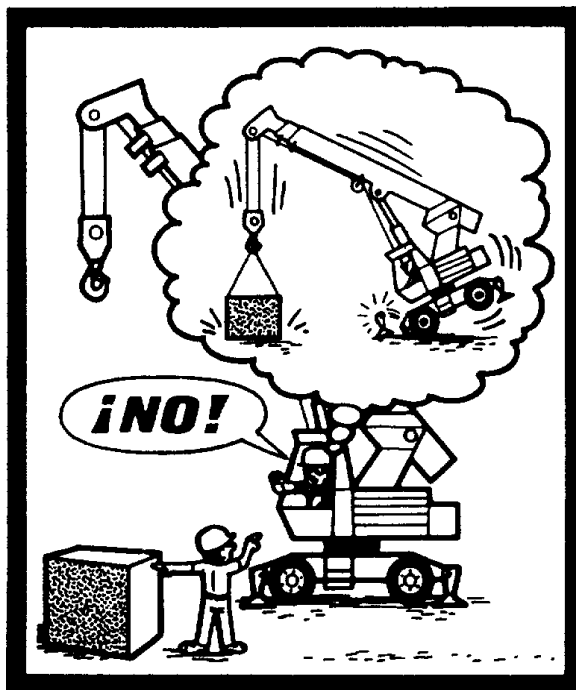
Anexo 2: Estudio de seguridad y salud



MAQUINARIA DE OBRA



Permanecer fuera del radio de acción de la maquinaria de obra



No sobrepasar la carga máxima de utilización, que debe estar bien visible, para los montacargas, grúas y demás aparatos de elevación.



Buen apoyo de la grúa en el suelo. Uso de tablones de madera



Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

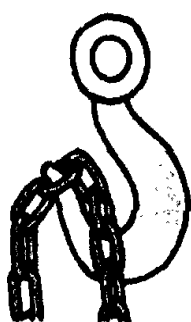


Estabilizadores de la grúa extendidos en su totalidad

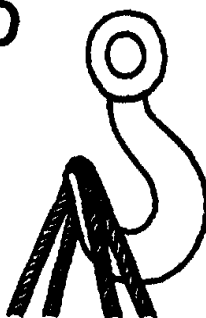
## ELEMENTOS DE IZADO



Aislar de las aristas vivas las eslingas, cadenas y cuerdas.



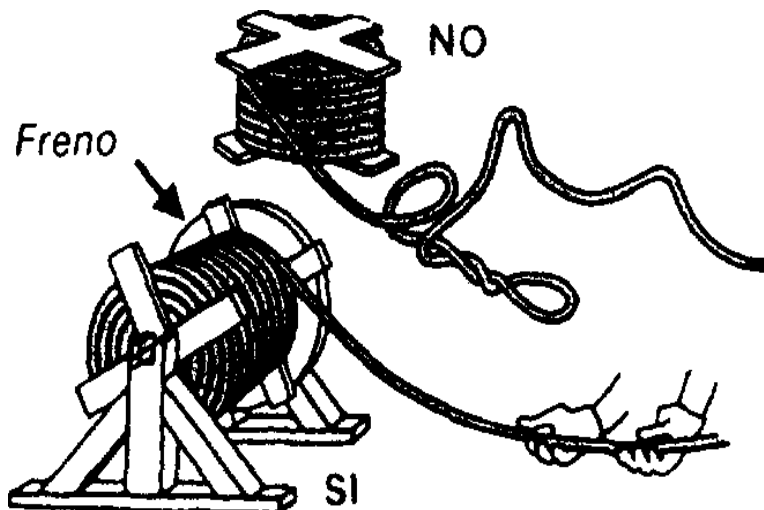
**NO**



**SI**

Esfuerzos soportados por asiento del gancho con pestillo de seguridad

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud



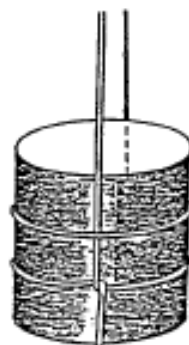
Anexo 2: Estudio de seguridad y salud



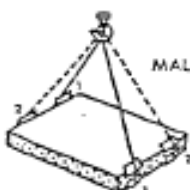
CARGA LARGA (DOS ESLINGAS)



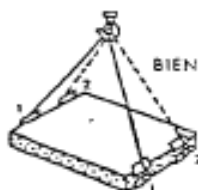
PLANCHA LARGA



AMARRE DE BIDONES

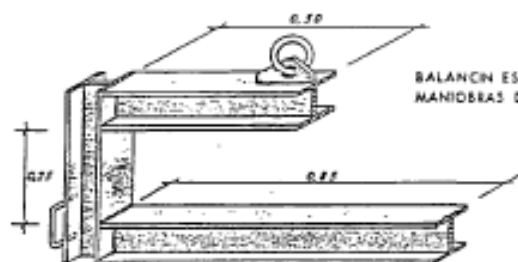


MAL

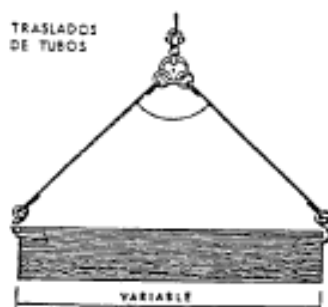


BIEN

CARGA CON DOS ESLINGAS SIN FIN

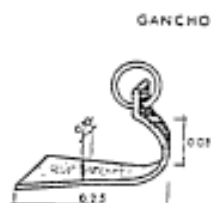


BALANCÍN ESPECIAL PARA MANIOBRAS DE OVOIDES.



TRASLADOS DE TUBOS

VARIABLE



GANCHO



COLOCACION CON BALANCIN

VARIABLE



DETALLE DE AMARRE

## ESCALERAS

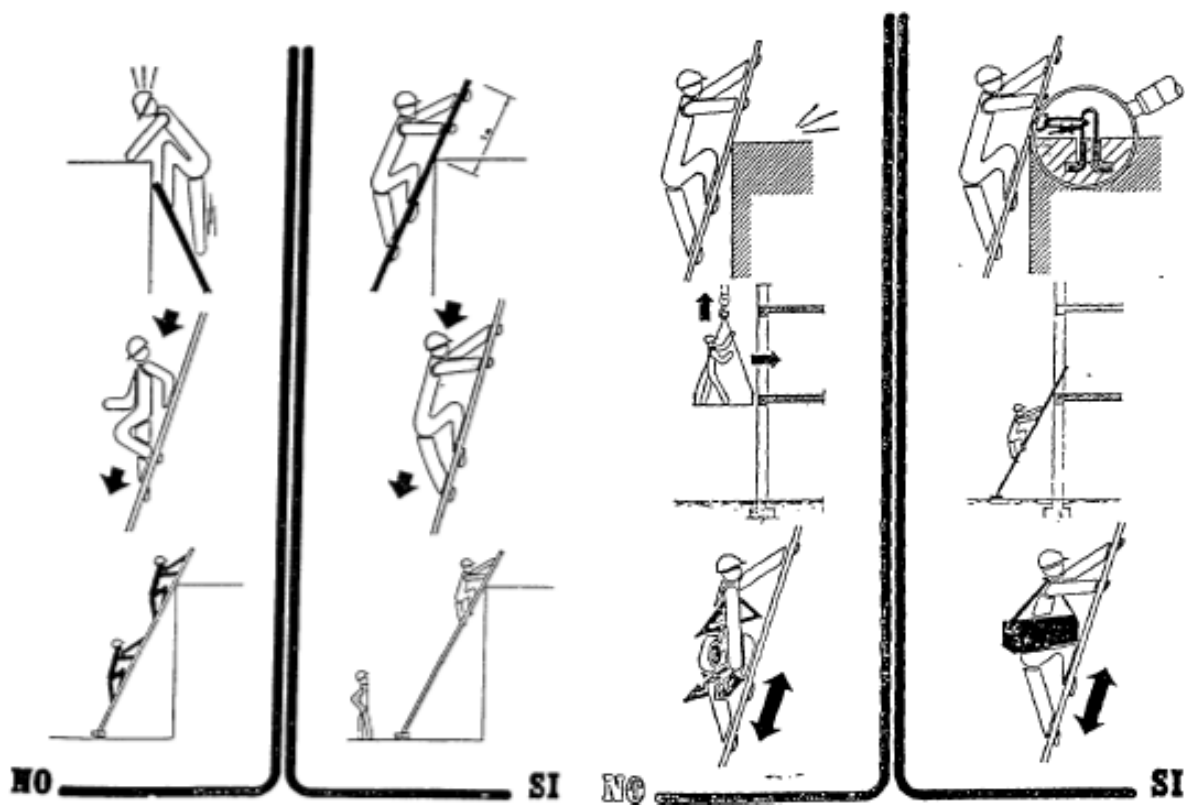


Instalar las escaleras sobre un suelo estable, contra una superficie sólida y fija, y de forma que no puedan resbalar, ni bascular.

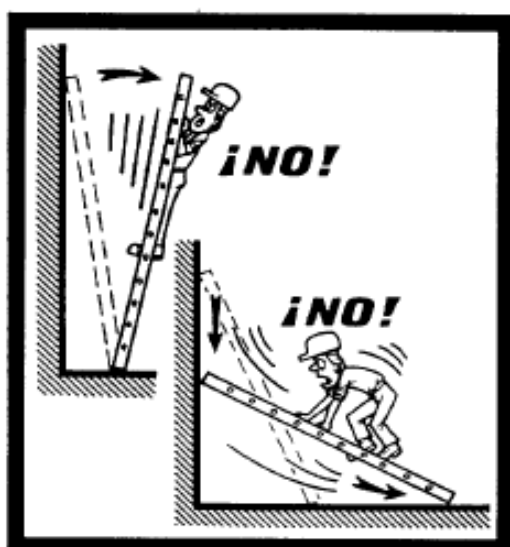
Hacer traspasar las escaleras por lo menos un metro por encima del piso de trabajo al que dan paso.



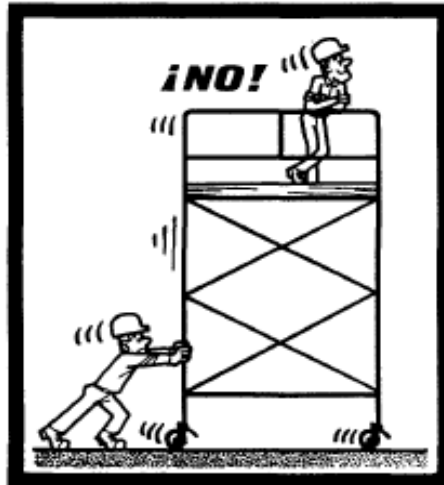
Anexo 2: Estudio de seguridad y salud



Vigilar que la separación del pié de escalera, de la superficie de apoyo, sea la correcta.



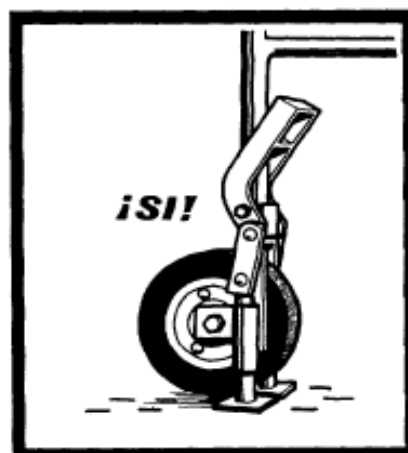
## ANDAMIOS



Los andamios rodantes sólo deben ser desplazados lentamente, prefiriendo el sentido longitudinal, sobre suelos bien despejados.

Nadie debe encontrarse en el andamio durante los desplazamientos.

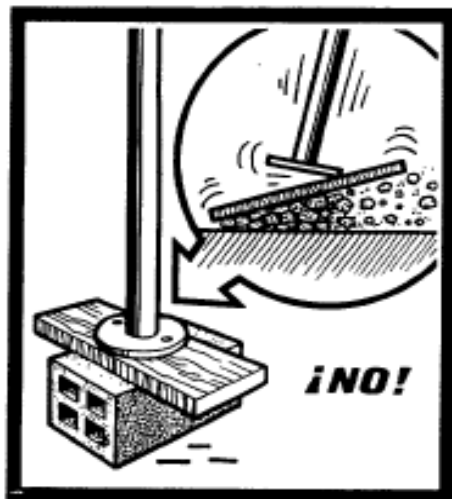
Antes de cualquier desplazamiento, asegurarse de que no pueda caer ningún objeto.



Antes de subir a un andamio rodante, bloquear las ruedas y si es necesario colocar los estabilizadores.



Anexo 2: Estudio de seguridad y salud





## 10 MEDICIONES Y PRESUPUESTO

### 10.1 Mediciones

Las mediciones relacionadas con los temas de Seguridad y Salud para la prevención de riesgos, se dimensionarán para su empleo y posterior presupuestación. A efectos de sistematización se establecen los siguientes conceptos:

- Prevención y formación.
- Servicio Médico.
- Protecciones colectivas.
- Protecciones personales.
- Instalaciones de Higiene.

Los criterios de medición y presupuestación de cada concepto, se indican a continuación: PREVENCIÓN Y FORMACIÓN

La medición se realiza en base a Horas-hombre correspondientes al Técnico de Seguridad y Salud, que se prevén dedicar a la asistencia técnica, inspección, formación, etc.

#### **SERVICIO MÉDICO**

Comprende el reconocimiento anual a cada uno de los trabajadores que intervengan en la ejecución de la obra, así como la emisión del informe correspondiente respecto a si resulta o no apto para el trabajo a desarrollar. Su presupuestación se realiza en base importe por trabajador.

#### **PROTECCIONES COLECTIVAS**

La medición se realiza en base a una determinada dotación anual por operario. Su presupuestación se obtiene partiendo de la citada dotación anual, precio unitario, número de operarios y duración estimada de la obra.

## PROTECCIONES INDIVIDUALES

Tanto su medición como presupuestación, se realiza en base a los mismos conceptos indicados en el concepto anterior de protecciones colectivas.

### INSTALACIONES DE HIGIENE Y PRIMEROS AUXILIOS

Su medición se realiza en base a las unidades previstas, precio unitario, número de operarios y duración estimada de la obra.

## 10.2 Presupuesto

La presupuestación del estudio de Seguridad y Salud, se realiza en base a los conceptos indicados en puntos anteriores, se supondrá un tiempo estimado de duración de obra de siete meses y con una media de 40 trabajadores.

### 10.2.1 Prevención y formación

Nº DE ORDEN	DESCRIPCION	HORAS - HOMBRE – MES	PRECIO UNIDAD	DURACION ESTIMADA (Meses)	COSTE (€)
1	Asistencia técnica, inspecciones, informes...	40 horas	5000	7	35.000,00
2	Reuniones de seguridad	1 reuniones	144	7	1.008,00
3	Formación	0,5 reuniones	240	7	840,00
Subtotal					36.848,00

### 10.2.2 Servicio médico

Nº DE ORDEN	DESCRIPCION	HORAS - HOMBRE – MES	PRECIO UNIDAD	DURACION ESTIMADA (Meses)	COSTE (€)
1	1.680,00	10	24	7	1.680,00
Subtotal					1.680,00

### 10.2.3 Protecciones colectivas

Nº DE ORDEN	DESCRIPCIÓN	DOTACIÓN ANUAL OPERARIO	PRECIO UNIDAD	COSTE (€)
1	Cerramientos/vallas de obra	1	6.700,00	6700
2	Barandillas	10	42	420
3	Señalización zona de trabajo	10	18	180
4	Cintas de balizamiento	10	13	130
5	Chapa protección huecos	10	45	450
6	Protección ferralla (setas plástico)	500	0,25	125
7	Extintores portátiles	10	200	2000
<b>TOTAL</b>				<b>3.305</b>

### 10.2.4 Protecciones individuales

Nº DE ORDEN	DESCRIPCION	DOTACION ANUAL OPERARIO	PRECIO UNIDAD (€)	Nº DE OPERARIOS PREVISTOS	DURACION PREVISTA (Año/fracción)	COSTE (€)
1	Casco seguridad	1	6,4	10	0,33	21,33
2	Gafas contra impactos	1	28	10	0,33	93,33
3	Gafas ambientes pulvígenos	1	28	10	0,33	93,33
4	Gafas soldadura autógena	1	28	10	0,33	93,33
5	Guantes de trabajo	12	6	10	0,33	240,00
6	Guantes de goma	3	6	10	0,33	60,00
7	Guantes aislantes	1	50	10	0,33	166,67
8	Pantalla arco eléctrico	1	25	10	0,33	83,33
9	Mascarilla ambientes pulvígenos	6	3	10	0,33	60,00

Anexo 2: Estudio de seguridad y salud

Nº DE ORDEN	DESCRIPCION	DOTACION ANUAL OPERARIO	PRECIO UNIDAD (€)	Nº DE OPERARIOS PREVISTOS	DURACION PREVISTA (Año/fracción)	COSTE (€)
10	Protecciones auditivas	2	10	10	0,33	66,67
11	Manguitos soldador	1	50	10	0,33	166,67
12	Mandil soldador	1	30	10	0,33	100,00
13	Polainas soldador	1	20	10	0,33	66,67
14	Cinturón banda ancha cuero	1	22	10	0,33	73,33
15	Arnés seguridad	1	48	10	0,33	160,00
16	Dispositivos anticaídas	1	135	10	0,33	450,00
17	Botas de seguridad	1	45	10	0,33	150,00
18	Botas de goma	1	32	10	0,33	106,67
19	Traje impermeable	1	50	10	0,33	166,67

Nº DE ORDEN	DESCRIPCION	DOTACION ANUAL OPERARIO	PRECIO UNIDAD (€)	Nº DE OPERARIOS PREVISTOS	DURACION PREVISTA (Año/fracción)	COSTE (€)
20	Chaleco reflectante	0,5	21	6	4/12	21,00
Subtotal						<b>2.518,00</b>

### 10.2.5 Instalaciones de Higiene y Primeros Auxilios

Nº DE ORDEN	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNIDAD (€)	DURACION PREVISTA (Meses)	COSTE (€)
1	Mes alquiler caseta prefabricada oficina	850	4	3400
2	Mes alquiler caseta prefabricada aseos y vestuarios	750	4	3000
3	Botiquín sanitario de obra	250	----	250
Subtotal				<b>6.650,00</b>



### 10.2.6 Resumen del estudio de seguridad y salud

Prevención y formación.....	36.848,00 €
Servicio médico.....	1.680,00 €
Protecciones colectivas.....	22.730,00 €
Protecciones individuales.....	29.865,00 €
Instalaciones de Higiene y Primeros Auxilio.....	11.450,00 €
TOTAL PRESUPUESTO.....	102.573,50 €

Asciende el presente presupuesto del Estudio de Seguridad y Salud a la referida cantidad de:

**TREINTA Y SEIS MIL OCHOCIENTOS CUARENTA Y OCHO EUROS**

## 11 FICHAS DE SEGURIDAD

- Señales I
- Señales II
- Señales III
- Señales grúas
- Protección de zanjas
- Entibaciones
- Zanjas
- Accesorios Elevación y Transporte
- Eslingado
- Instalaciones provisionales
- Instalación Provisional Eléctrica
- Soldadura
- Andamios
- Escaleras
- Manipulación cargas

Anexo 2: Estudio de Seguridad y Salud

SEÑALES DE SALVAMENTO					
SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
EQUIPO DE PRIMEROS AUXILIOS		BLANCO	VERDE	BLANCO	
LOCALIZACION DE PRIMEROS AUXILIOS		BLANCO	VERDE	BLANCO	
DIRECCION HACIA PRIMEROS AUXILIOS		BLANCO	VERDE	BLANCO	

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
LOCALIZACION SALIDA DE SOCORRO		BLANCO	VERDE	BLANCO	
DIRECCION HACIA SALIDA DE SOCORRO		BLANCO	VERDE	BLANCO	
DIRECCION DE SOCORRO		BLANCO	VERDE	BLANCO	

\* Es importante no confundir esta señal con otra de las mismas características, pero con el color de seguridad ROJO y que se utilizará para indicar la dirección a seguir para acceder a un equipo de lucha contra incendio o a un medio de alarma o alarma, la cual podrá utilizarse sola o acompañada de la significatividad correspondiente.








SEÑALES DE PROHIBICION					
SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
PROHIBIDO FUMAR		NEGRO	ROJO	BLANCO	
PROHIBIDO ARMAZAR CON AGUA		NEGRO	ROJO	BLANCO	
PROHIBIDO FUMAR Y LLEVAR CIGARRILLOS		NEGRO	ROJO	BLANCO	
AGUA NO POTABLE		NEGRO	ROJO	BLANCO	
PROHIBIDO PASAR A LOS PEATONES		NEGRO	ROJO	BLANCO	

SEÑALES DE EQUIPOS CONTRA INCENDIOS					
SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
EQUIPO CONTRA INCENDIO		BLANCO	ROJO	BLANCO	
LOCALIZACION DE EQUIPO CONTRA INCENDIOS		BLANCO	ROJO	BLANCO	
DIRECCION HACIA EQUIPO CONTRA INCENDIOS		BLANCO	ROJO	BLANCO	






Estudio de Seguridad y Salud

PLANO: Señalización I




Anexo 2: Estudio de Seguridad y Salud

SEÑALES DE ADVERTENCIA				
SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES		
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE
RIESGO DE INCENDIO MATERIAS INFLAMABLES		NEGRO	AMARILLO	NEGRO
RIESGO DE EXPLOSION MATERIAS EXPLOSIVAS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO
RIESGO DE RADIACION MATERIAL RADIOACTIVO		NEGRO	AMARILLO	NEGRO
RIESGO DE CARGAS SUSPENDIDAS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO
RIESGO DE INTOXICACION SUSTANCIAS TONICAS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO
RIESGO DE CORROSION SUSTANCIAS CORROSIVAS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO
RIESGO ELECTRICO		NEGRO	AMARILLO	NEGRO




  

SEÑALES DE ADVERTENCIA				
SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES		
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE
CAIDAS A DIFERENTE NIVEL		NEGRO	AMARILLO	NEGRO
CAIDAS AL MISMO NIVEL		NEGRO	AMARILLO	NEGRO
ALTA PRESION		NEGRO	AMARILLO	NEGRO
ALTA TEMPERATURA		NEGRO	AMARILLO	NEGRO
BAJA TEMPERATURA		NEGRO	AMARILLO	NEGRO

SEÑALES DE ADVERTENCIA				
SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES		
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE
CAIDA DE OBJETOS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO
DESPRENDIMIENTO		NEGRO	AMARILLO	NEGRO
MAQUINA PERDIDA EN MOVIMIENTO		NEGRO	AMARILLO	NEGRO

SEÑALES DE ADVERTENCIA				
SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES		
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE
PELIGRO INDETERMINADO		NEGRO	AMARILLO	NEGRO
RADIACIONES LASER		NEGRO	AMARILLO	NEGRO
CARPETILLAS DE MANTENIMIENTO		NEGRO	AMARILLO	NEGRO

Estudio de Seguridad y Salud				
PLANO: Señalización II				



Anexo 2: Estudio de Seguridad y Salud

SEÑALES DE OBLIGACIÓN					
SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL FONDO	DE SECUNDARIO	DE CONTRASTE	
PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE VÍAS RESPIRATORIAS		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LA CABEZA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCIÓN OBLIGATORIA DEL OÍDO		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LA VISTA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LAS MANOS		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LOS PIES		BLANCO	AZUL	BLANCO	

SEÑALES DE OBLIGACIÓN					
SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL FONDO	DE SECUNDARIO	DE CONTRASTE	
PROTECCIÓN OBLIGATORIA CONTRA CAÍDA DE ALTURA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
OBLIGATORIO ELIMINAR PUNTAS		BLANCO	AZUL	BLANCO	

Estudio de Seguridad y Salud

PLANO: Señalización III

**Señales para manejo de grúas**  
Norma **UNE 003.**  
MUÑECO TIPO **UNE.**

**Señal: ATENCIÓN**

**Señal: SUBIDA**

**Señal: SUBIDA LENTA**

**Señal: DESCENSO**

**Señal: DESCENSO LENTO**

**Señal: DETENCIÓN**

**Señal: DETENCIÓN URGENTE**

**Señal: FIN DE MANDO**

**Señal: ACOMPAÑAMIENTO**

**Señal: DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL**

**Señal: DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL LENTO**

**Señales acústicas o luminosas de contestación.**

**Comprendido**.....Una señal breve.

**Repita**.....Dos señales cortas.

**Cuidado**.....Señales largas o una continua.

**En marcha libre**.....Señales cortas.

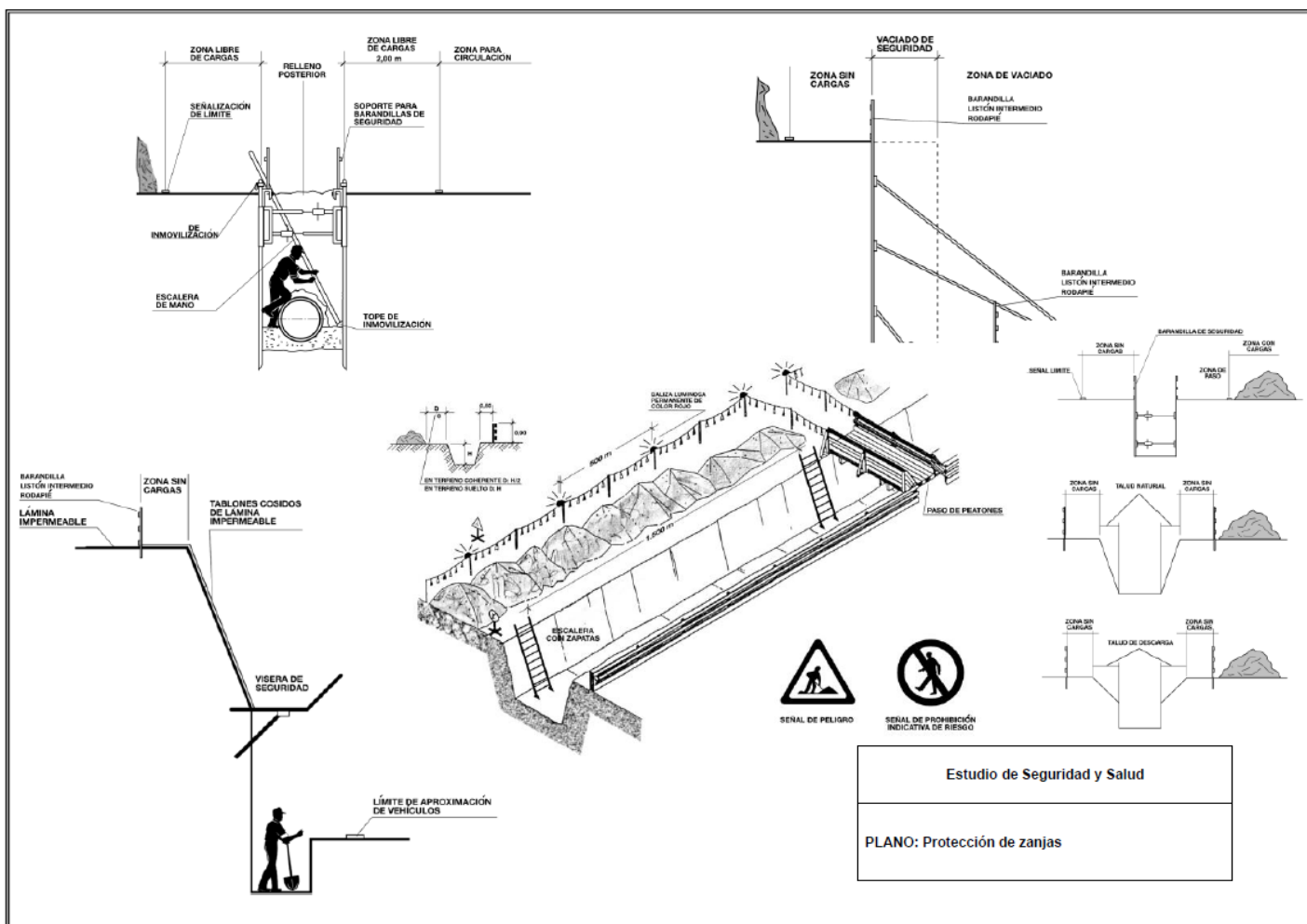
**Aparato desplazándose**.....Señales cortas.

**Estudio de Seguridad y Salud**

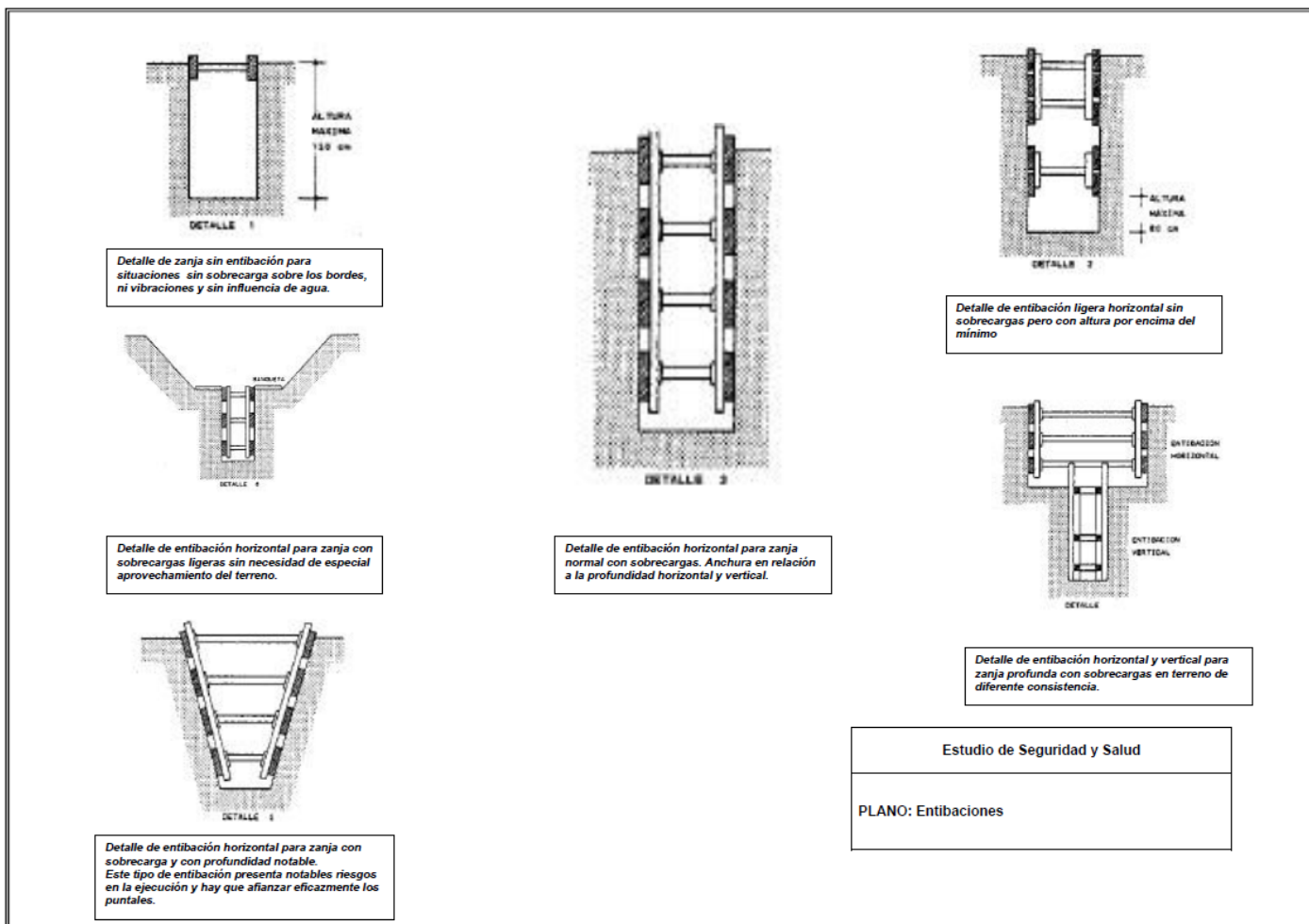
---

**PLANO: Código de señales para el manejo de grúas (UNE 003)**

Anexo 2: Estudio de Seguridad y Salud



Anexo 2: Estudio de Seguridad y Salud





No pasar nunca por el entibado para trabajar o franquear una zanja.



Se deben instalar pasarelas provistas de barandillas para franquear las zanjas.



Utilizar carolinas de mano para acceder al fondo de la zanja y volver a salir.

Estudio de Seguridad y Salud

PLANO: Zanjas

Anexo 2: Estudio de Seguridad y Salud

Para anillos del mismo material y el mismo diámetro de sección recta

**Influencia de la forma de los anillos en su resistencia**

**Tipos de eslingas**

Tipo abierto	Tipo cerrado
Terminal forjado	100 %
Terminal cónico con Zinc colado	100%
Orapao (El número varía con el diámetro)	75-80%
Guardacabos con gaza forrada a mano	
6 mm (1,4 <sup>M</sup> )	90%
7 mm (5,16 <sup>M</sup> )	89%
9 mm (3,0 <sup>M</sup> )	66%
11 mm (7,16 <sup>M</sup> )	87%
12 mm (1,2 <sup>M</sup> )	80%
15 mm (5,6 <sup>M</sup> )	84%
19 mm (3,4 <sup>M</sup> )	82%
22 mm (7,8 <sup>M</sup> )	80%

**Rendimiento de la capacidad de carga en función del acoplamiento al terminal**

**Pórtico para elevación de cargas**

**Eslinga de banda (tipo Talurit)**

**Canteneras de protección**

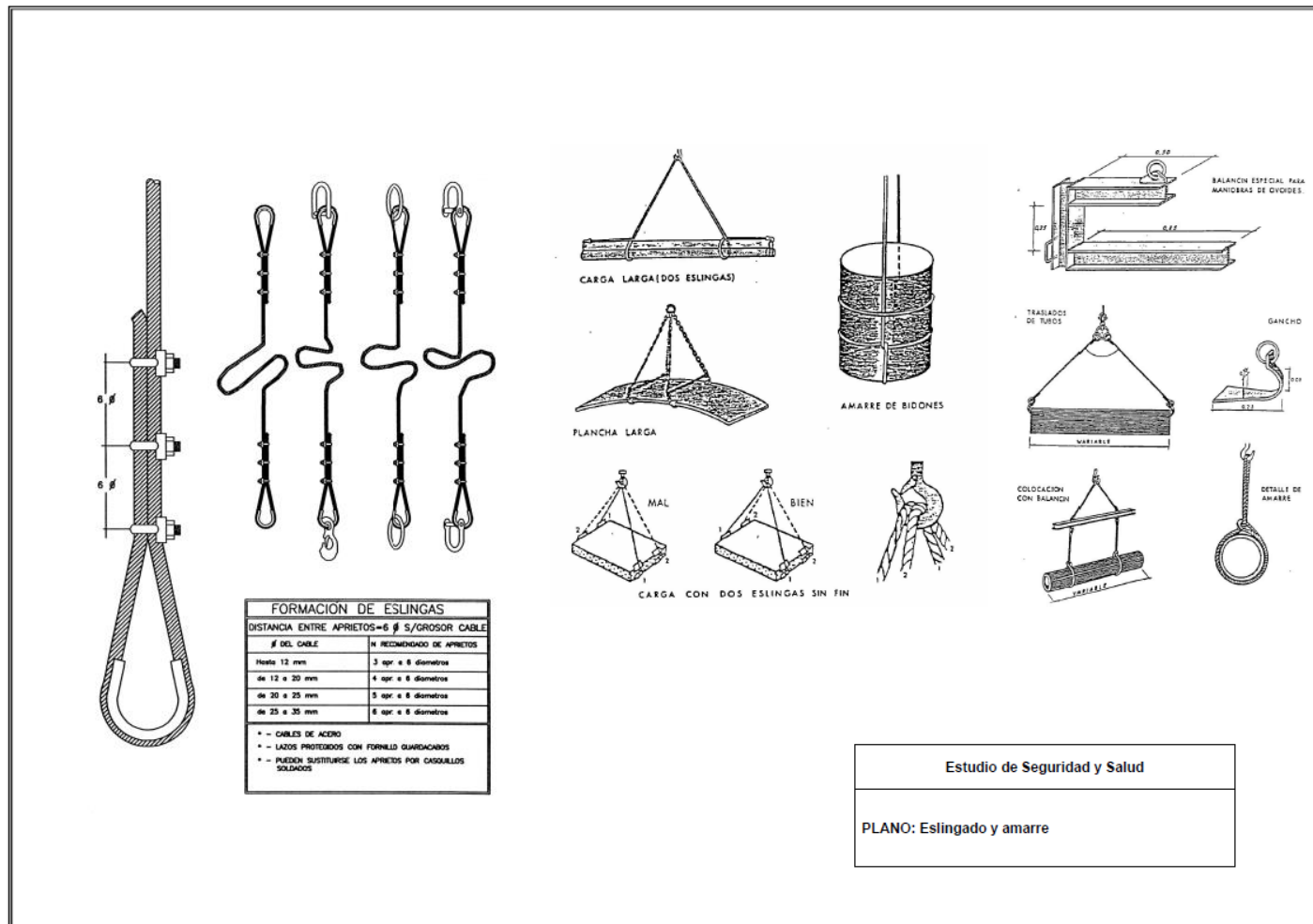
**Aplicación de guardacabos**

**Necesidad de evitar ramales cruzados**

**Estudio de Seguridad y Salud**

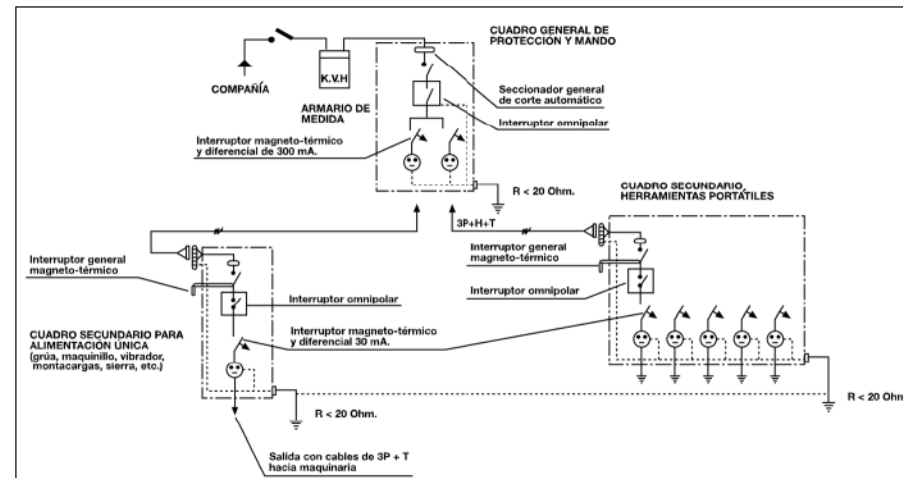
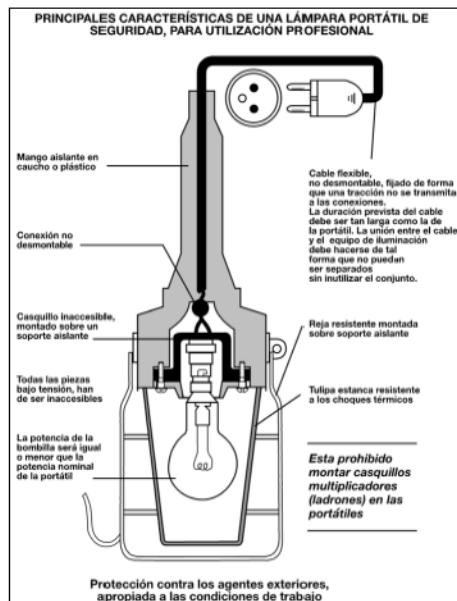
**PLANO: Accesorios de elevación y transporte**

Anexo 2: Estudio de Seguridad y Salud





Anexo 2: Estudio de Seguridad y Salud

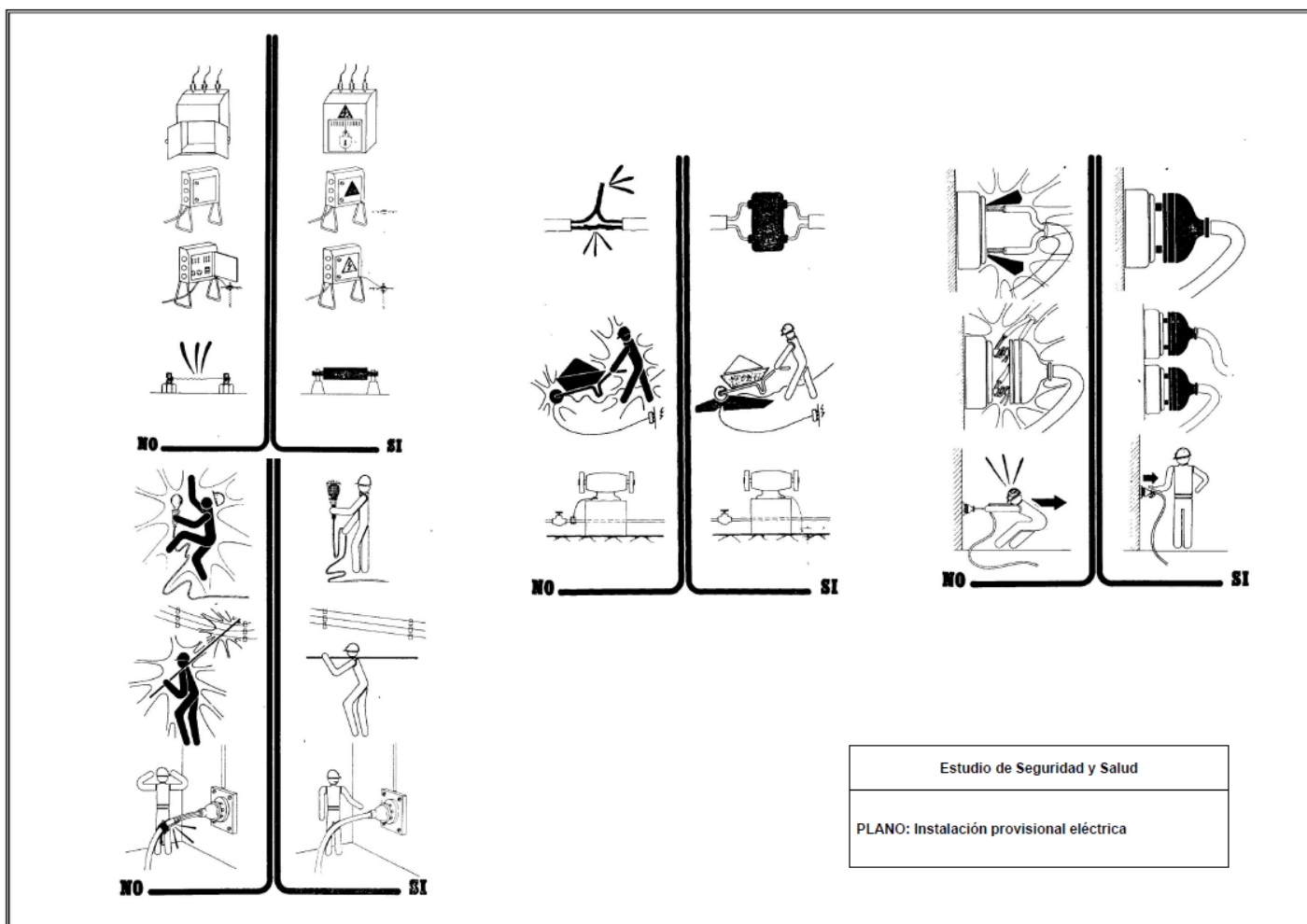


Estudio de Seguridad y Salud

PLANO: Instalaciones provisionales: instalación eléctrica y alumbrado

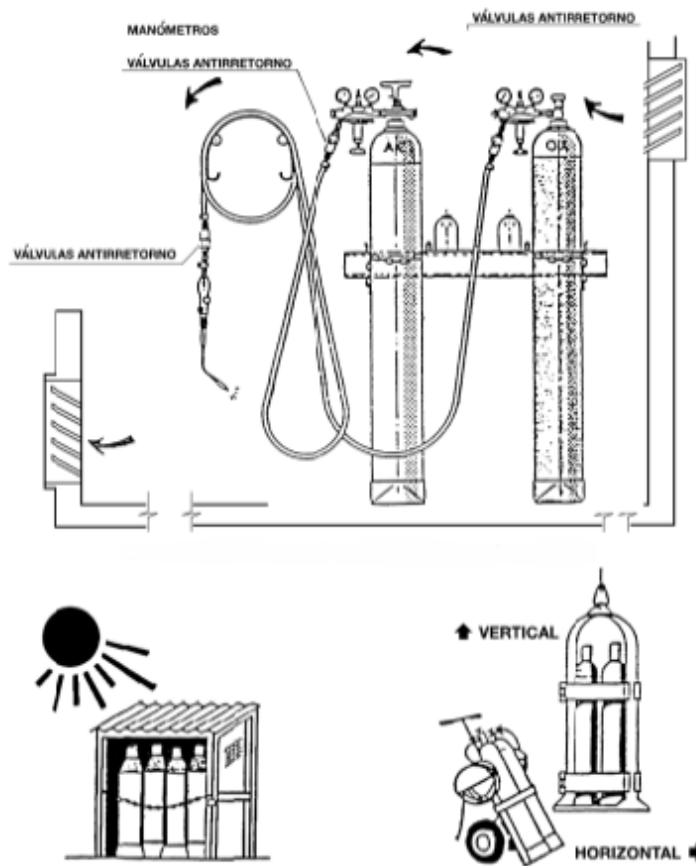


Anexo 2: Estudio de Seguridad y Salud



"BESS BARRUNDIA" 49,9MW / 200,6 MWh

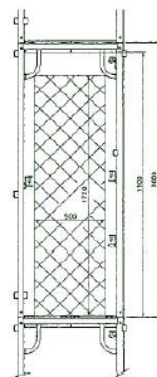
Anexo 2: Estudio de Seguridad y Salud



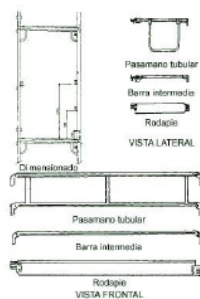
### Estudio de Seguridad y Salud

**PLANO: Soldadura: manipulación de botellas de gases comprimidos**

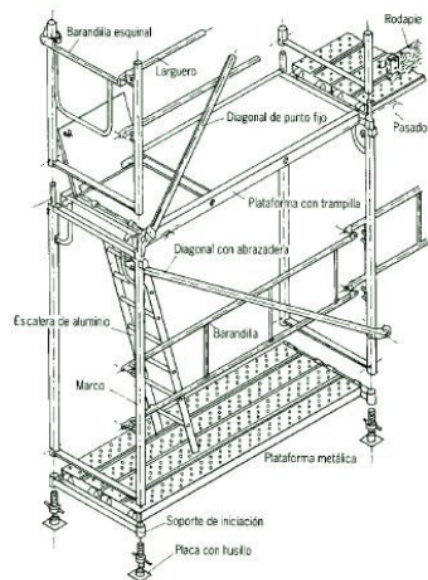
Anexo 2: Estudio de Seguridad y Salud



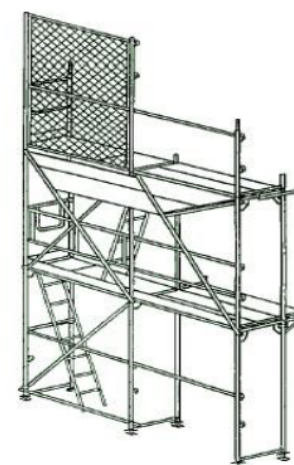
**Dimensiones de circulación y de trabajo**



**Barandilla de seguridad. Dimensionado**



**Partes de un andamio fijo prefabricado sistema modular**

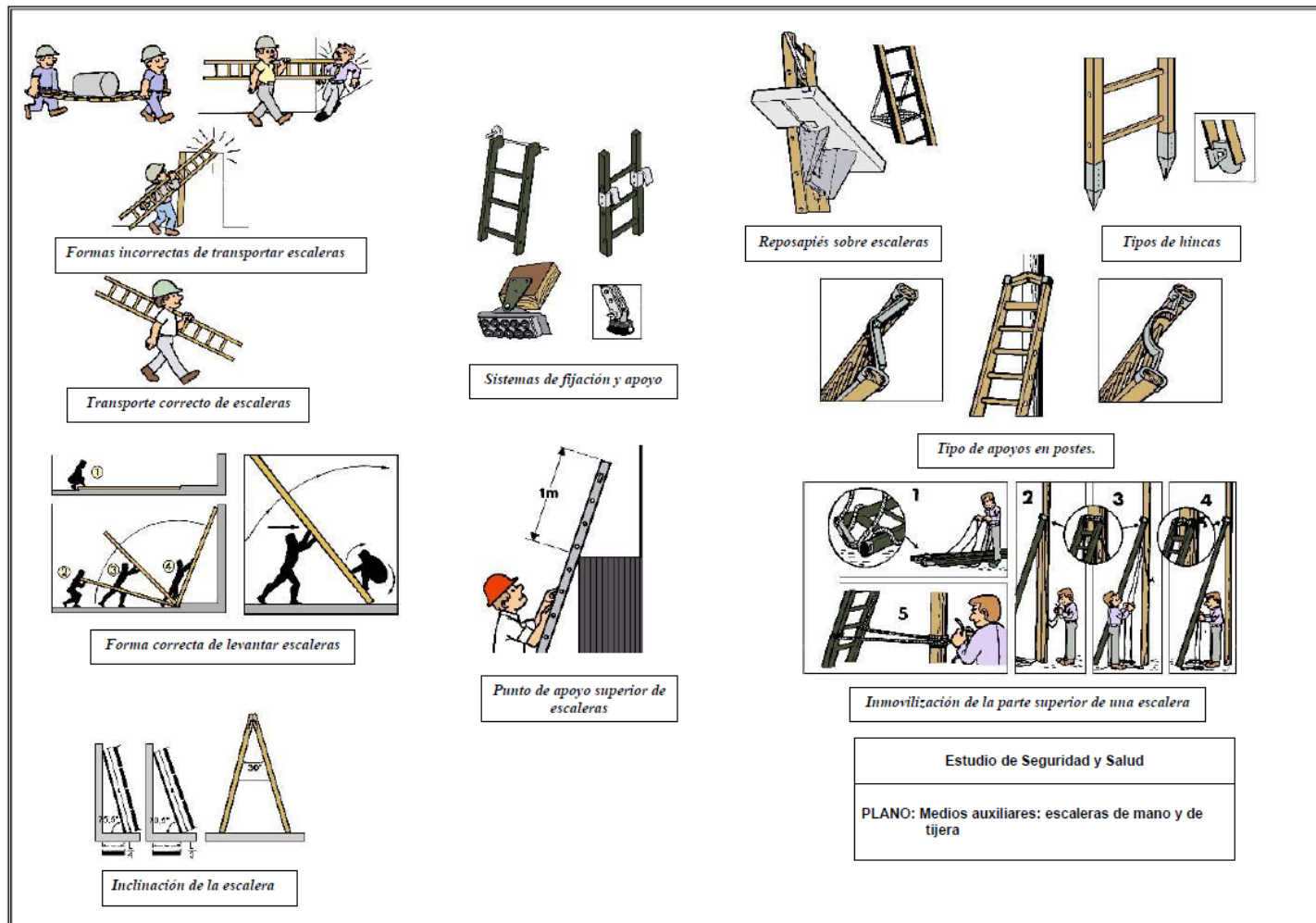


**Andamio protegido mediante pantalla o módulo enrejado metálico**

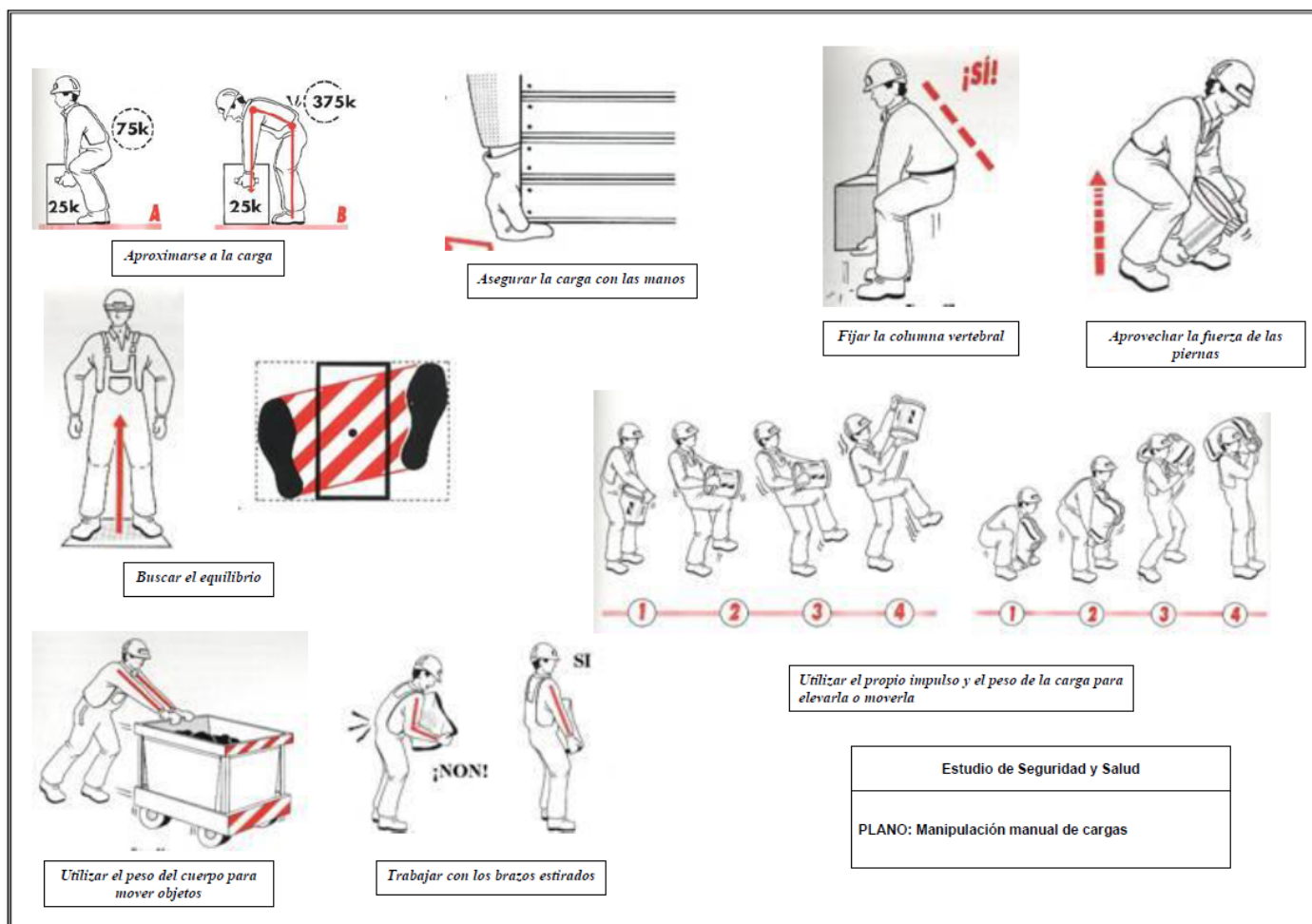
Estudio de Seguridad y Salud

PLANO: Andamios de sistema modular: Composición y Dimensiones.

Anexo 2: Estudio de Seguridad y Salud



Anexo 2: Estudio de Seguridad y Salud





Proyecto para solicitud de Autorización Administrativa Previa y

Autorización Administrativa de Construcción

“BESS BARRUNDIA” 49,9MW / 200,6 MWh

Anexo 2: Estudio de Seguridad y Salud

Ed.00

06/2025

Madrid, junio 2025.

Jose Antonio Valle Fernández

Ingeniero Industrial

N.º colegiado: 3086



# **Proyecto para solicitud de Autorización Administrativa Previa y Autorización Administrativa de Construcción**

**“BESS STAND ALONE BARRUNDIA”  
26 MW / 120,36 MWh**

Junio 2025 - Ed00

Anexo 3: Estudio de Gestión de Residuos



Versión	Elaborado	Revisado	Aprobado	Fecha
00	A.C.C	F.S	J.A.V.F	06/2025



# Contenido

1	JUSTIFICACIÓN Y ALCANCE.....	4
2	MARCO LEGISLATIVO .....	5
2.1	Legislación estatal .....	5
2.2	Legislación autonómica.....	7
2.3	Legislación municipal .....	7
3	CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO .....	8
4	RESIDUOS GENERADOS EN LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.....	12
4.1	Instalación de almacenamiento y SET ABEI 30/220 kV.....	12
4.2	Línea de evacuación subterránea de 220 kV.....	14
5	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MINIMIZACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR.....	18
6	OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORACIÓN O ELIMINACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS .....	21
7	MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS .....	24
8	ESTIMACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR.....	26
9	RESIDUOS GENERADOS EN LA ETAPA DE OPERACIÓN.....	29
10	LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ACOPIO PREVISTA PARA RCD .....	31
11	PRESCRIPCIONES TÉCNICAS A INCLUIR EN EL PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS DEL PROYECTO .....	32
12	VALORACIÓN DEL COSTE DE GESTIÓN DE RESIDUOS .....	33

## 1 JUSTIFICACIÓN Y ALCANCE

El presente anexo se redacta con el objeto de realizar un estudio de gestión de residuos para establecer las directrices generales para la gestión de los residuos de construcción y demolición generados en la instalación objeto del proyecto. Este Estudio se ha elaborado en cumplimiento del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de la construcción y demolición (BOE nº 38, 13 febrero 2008).

Las medidas contempladas en este Estudio alcanzan a todos los trabajos a realizar en el presente proyecto, y aplica la obligación de su cumplimiento a todas las personas de distintas organizaciones que intervengan en la ejecución de los mismos.

El citado Real Decreto establece como obligación del productor de residuos la inclusión, en el proyecto de ejecución de las obras, de un estudio de gestión de residuos de construcción y demolición con el siguiente contenido:

- Estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, o norma que la sustituya.
- Medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.
- Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.
- Las medidas para la separación de los residuos en obra.
- Croquis de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
- Las prescripciones del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
- Valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición que formará parte del presupuesto del proyecto en capítulo independiente.

## 2 MARCO LEGISLATIVO

La legislación genérica que aplica en la gestión de residuos es la que viene reflejada a continuación, la no presencia de alguna legislación en esta lista no implica que esté excluida si aplica, se deberá considerar la normativa en vigor considerando su última modificación según el BOE:

### 2.1 Legislación estatal

- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Ley 9/2018, de 5 de diciembre, por la que se modifica la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, la Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes y la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero.
- Real Decreto 679/2006, de 2 de junio, por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados.
- 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.
- Orden APM/1007/2017, de 10 de octubre, sobre normas generales de valorización de materiales naturales excavados para su utilización en operaciones de relleno y obras distintas a aquéllas en las que se generaron.
- Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- Real Decreto 1055/2022, de 27 de diciembre, de envases y residuos de envases.
- Real Decreto 258/1989, de 10 de marzo, sobre Normativa General sobre vertidos de sustancias peligrosas desde tierra.
- Real Decreto 553/2020, de 2 de junio, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado.

Anexo 3: Estudio de Gestión de Residuos

- 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.
- Orden PRA/1080/2017, de 2 de noviembre, por la que se modifica el anexo I del 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 5/2013, de 11 de junio, por la que se modifican la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación y la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Ley 11/2012, de 19 de diciembre, de medidas urgentes en materia de medio ambiente.
- Real Decreto-ley 17/2012, de 4 de mayo, de medidas urgentes en materia de medio ambiente.
- Real Decreto 717/2010, de 28 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas y el Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos.
- Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, aprobado mediante Real Decreto 833/1988, de 20 de julio.
- Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
- Real Decreto 106/2008, de 1 de febrero, sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos.
- Real Decreto 27/2021, de 19 de enero, por el que se modifican el Real Decreto 106/2008, de 1 de febrero, sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos, y el Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
- Real Decreto 367/2010, de 26 de marzo, de modificación de diversos reglamentos del área de medio ambiente para su adaptación a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre

el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley de libre acceso a actividades de servicios y su ejercicio.

## 2.2 Legislación autonómica

- Ley 7/2007, de 9 de julio de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.
- Decreto 73/2012, de 22 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de Residuos de Andalucía.
- Decreto 131/2021, de 6 de abril, por el que se aprueba el Plan Integral de Residuos de Andalucía. Hacia una Economía Circular en el Horizonte 2030.

## 2.3 Legislación municipal

- Ordenanzas y Reglamentos de la Diputación de Álava.  
Al tratarse de un municipio de menos de 20.000 habitantes, la Ley 7/1985, de 2 de abril, Reguladora de las Bases del Régimen Local (art. 26.2.a) atribuye a la Diputación Provincial la coordinación del servicio de recogida y tratamiento de residuos.

### 3 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

El sistema de almacenamiento propuesto es un sistema denominado Stand Alone, este tipo de instalación permitirá el almacenamiento de energía eléctrica consumida desde la red para, posteriormente, descargarse devolviendo la energía al sistema eléctrico. El sistema consta de una capacidad de almacenamiento de 120,36 MWh, con una potencia que permite una autonomía de 4 horas.

El sistema de almacenamiento objeto del presente proyecto se conecta mediante una línea subterránea de 220 kV, que partirá desde la SET ABEI 30/220 kV, con la subestación BARRUNDIA 220kV, propiedad de REE.

Para realizar la entrada y salida de la línea eléctrica, se instalará una subestación transformadora elevadora, denominada SET ABEI 30/220 kV, que permitirá la conexión de la instalación de almacenamiento.

Los componentes principales que forman el núcleo tecnológico de la instalación de almacenamiento son:

- Cabinas de baterías.
- Cableado de baja tensión entre cabinas de baterías, convertidor y transformador.
- Equipos convertidores de potencia AC/DC-DC/AC.
- Transformador de potencia.
- Celdas de media tensión (30 kV).
- Red de cableado de media tensión.

Además de los componentes principales, la planta contará con otros sistemas entre los que se encuentran: sistema de monitorización, sistema de seguridad, sistema anti-incendios, etc.

La instalación de almacenamiento estará situada en el término municipal de San Millán, provincia de Álava, comunidad autónoma de País Vasco. La instalación se encuentra en la parcela con referencia catastral 530403820000000000HO, el cerramiento se ubicará en las siguientes coordenadas aproximadas (coordenadas UTM sistema de referencia ETRS89 H30):

Tabla 1. Coordenadas UTM delimitación Instalación de almacenamiento “BESS STAND ALONE BARRUNDIA”

Coordenadas ETRS89.UTM-30		
Número	Posición X (m)	Posición Y (m)
1	545815,8483	4750858,5149
2	545814,6587	4750923,8872
3	545814,6587	4750928,6996
4	545813,3213	4751034,9566
5	545837,1087	4751036,6978
6	545869,4152	4751037,9809
7	545892,5760	4751038,5498
8	545894,3250	4750896,2023
9	545894,3031	4750862,5343
10	545893,6525	4750854,1696
11	545867,6896	4750855,0487

La parcela en la que se dispondrá la instalación de almacenamiento ocupa un área de 15.391 m<sup>2</sup>, mientras que la instalación de almacenamiento ocupará un área aproximada de 10.445 m<sup>2</sup>.

Tabla 2. Parcelas planta de almacenamiento “BESS STAND ALONE BARRUNDIA”.

Polígono	Parcela	Referencia catastral	Término municipal
04	0382	530403820000000000HO	SAN MILLÁN

La construcción de la instalación de almacenamiento constará de las siguientes fases:

- Fase 1: Estudios previos y replanteo.
  - Levantamiento topográfico de la planta, línea y subestación.
  - Campaña geotécnica (si no se hizo en fase de ingeniería básica).
  - Replanteo de plataformas, zanjas y elementos principales.
  - Tramitación de licencias menores (ocupación, accesos, etc.).
  - Coordinación con empresas de servicios afectados (si aplica).
  - Implantación de caseta de obra y vallado provisional.
- Fase 2: Obra Civil, comprendiendo:
  - Preparación de los terrenos.
  - Preparación de las instalaciones temporales de obra en la que se ubiquen las casetas y almacenes de las empresas que participarán en la construcción.

Anexo 3: Estudio de Gestión de Residuos

- Construcción de viales internos.
- Excavaciones de zanjas para cableado (baja, media y alta tensión).
- Cimentación de la estación de potencia.
- Cimentación de las cabinas de baterías.
- Cimentación de la subestación
- Vallado perimetral de la instalación.
- Fase 3: Montaje de los sistemas de almacenamiento:
  - Una vez finalizada la obra civil se procederá al montaje de los diversos equipos.  
La secuencia será: montaje mecánico, eléctrico y de instrumentos.
- Fase 4: Construcción de la subestación transformadora elevadora.
  - Movimiento de tierras y cimentaciones (transformadores, pórticos, edificio).
  - Ejecución de canalizaciones eléctricas y drenajes.
  - Montaje de transformadores de potencia y celdas de media y alta tensión.
  - Construcción del edificio de control (obra civil + acabados).
  - Tendido de cables de potencia, control y comunicaciones.
  - Integración con SCADA y sistemas de protección.
- Fase 5: Construcción de la línea de evacuación.
  - Excavación de zanja.
  - Colocación de tubos o bandejas portacables.
  - Tendido de cables de potencia y fibra óptica.
  - Colocación de cinta de señalización, relleno y compactado.
  - Reposición del terreno y pruebas de continuidad/aislamiento.
- Fase 6: Conexión eléctrica y SCADA.
  - Conexionado entre inversores, trafo y subestación.
  - Configuración de protecciones eléctricas.
  - Tendido y conexionado de fibra óptica (planta-subestación).
  - Instalación de equipos SCADA, RTU y sistema de telecontrol.
  - Pruebas de comunicación con el centro de control del operador de red.
  - Simulaciones de consignas, alarmas y registros.
- Fase 7: Pruebas, Puesta en Marcha y legalización.
  - Pruebas necesarias para la correcta ejecución de la planta.



Destacar las siguientes consideraciones para la minimización de generación de residuos:

- El terreno sobre el que se implantará la planta tiene una orografía adecuada, por lo que no hará falta realizar muchos movimientos de tierras para la explanación minimizando la gestión de las mismas.

Con el mismo criterio de eficiencia y minimización de impactos sobre el medio, el hormigón necesario para la obra civil se obtendrá de plantas de hormigón cercanas debidamente autorizadas.

## 4 RESIDUOS GENERADOS EN LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

A continuación, se analizan los residuos que se prevé generar durante las actividades de ejecución previstas para la instalación de almacenamiento. Se muestran los residuos codificados de acuerdo con lo señalado en la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, y a partir de la Decisión (2014/955/UE) de la Comisión de 3 de mayo de 2000 y la Decisión de la Comisión de 18 de diciembre de 2014 por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.

### 4.1 Instalación de almacenamiento y SET ABEI 30/220 kV

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

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

Tabla 3. Residuos generados en la etapa de construcción

RCDs Nivel I		
1. Tierras y pétreos de la excavación		
X	17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 178 05 03

RCDs Nivel II		
RCD: Naturaleza no pétrea		
1. Madera		
X	17 02 01	Madera
2. Metales		
X	17 04 05	Hierro y Acero

Anexo 3: Estudio de Gestión de Residuos

RCDs Nivel II		
RCD: Naturaleza no pétreo		
X	17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10
3. Papel		
X	20 01 01	Papel y cartón
4. Plástico		
X	17 02 03	Plásticos
X	20 01 39	Plásticos. Material plástico procedente de envases y embalajes de equipos.
5. Vidrio		
X	17 02 02	Vidrio
6. Yeso		
X	17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los del código 17 08 01

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

Anexo 3: Estudio de Gestión de Residuos

RCDs Potencialmente peligrosos y otros		
1. Basuras		
X	20 03 01	Mezcla de residuos municipales
2. Potencialmente peligrosos y otros		
X	13 02 05	Aceites minerales no clorados de motor, de transmisión mecánica y lubricantes
X	16 06 04	Pilas alcalinas (excepto 16 06 03)
X	15 02 02	Absorbentes, materiales de filtración (incluidos los filtros de aceite no especificados en otra categoría), trapos de limpieza y ropas protectoras contaminados por sustancias peligrosas
X	15 01 11	Aerosoles vacíos
X	15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminados

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

#### 4.2 Línea de evacuación subterránea de 220 kV

Las actividades a llevar a cabo y que van a dar lugar a la generación de residuos van a ser las siguientes:

- Apertura/acondicionamiento de accesos y zonas de trabajo: desbroces/talas y movimientos de tierras.
- Obra civil: excavación y hormigonado de cimentaciones y apertura de zanjas.
- Acopio de material necesario en las campas.
- Apertura de la calle de tendido. Apertura de calle de seguridad (talas y podas).
- Tendido de cables eléctricos y cables de tierra.
- Limpieza y restauración de las zonas de obra.

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

Anexo 3: Estudio de Gestión de Residuos

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

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

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

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

Las tierras sobrantes generadas debidas a las excavaciones, serán reutilizadas preferentemente en las labores de relleno, siempre que sea posible, tratando de minimizar por tanto las tierras sobrantes que deban ser retiradas.

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

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

RESIDUOS GENERADOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN			
CÓDIGO LER	TIPO DE RESIDUO	PROCEDENCIA	GESTIÓN
RESIDUOS NO PELIGROSOS			
17 01 01	Restos de Hormigón	Operaciones de mantenimiento de la maquinaria de obra.	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su valorización.
17 01 06 / 17 01 07	Escombros	Posibles vertidos accidentales, derrames de la maquinaria y manipulación de sustancias	Retirada prioritariamente a plantas de fabricación de áridos

Anexo 3: Estudio de Gestión de Residuos

		peligrosas como aceites, disolventes, etc.	para su reciclaje y si no es posible a vertederos autorizados.
17 02 01	Madera	Realización de cimentaciones/zanjas. Montaje de estructuras.	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su reutilización, valorización.
17 02 03	Plásticos (envases y embalajes)	Envoltorio de componentes, protección transporte de materiales.	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su reutilización, valorización.
17 04 05	Hierro y acero	Realización de cimentaciones. Montaje de estructuras.	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su reutilización, valorización.
17 04 07	Metales mezclados	Realización de instalaciones.	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su reutilización, valorización.
17 04 11	Cables desnudos	Realización de instalaciones Eléctricas.	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su reutilización, valorización.
17 05 04	Excedentes de excavación	Operaciones que implican movimientos de tierras como apertura de cimentaciones/zanjas.	Reutilización en la medida de lo posible en la propia obra, el resto será retirado prioritariamente a plantas de fabricación de áridos para su reciclaje y finalmente si no son posibles las dos opciones anteriores a vertederos autorizados.

Anexo 3: Estudio de Gestión de Residuos

17 08 04	Residuos mezclados de construcción	Construcción de la Línea.	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su valorización.
15 05 02	Trapos impregnados de sustancias peligrosas como aceite, disolventes, etc (RP)	Operaciones de mantenimiento de la maquinaria de obra.	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su valorización.
17 05 03	Tierras y piedras que contienen sustancias peligrosas (RP)	Posibles vertidos accidentales, derrames de la maquinaria y manipulación de sustancias peligrosas como aceites, disolventes, etc.	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su valorización.
13 02 05	Aceites usados (RP)	Operaciones de mantenimiento de la maquinaria de obra	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su valorización.
13 01 10	Envases que han contenido sustancias peligrosas, como envases de aceites, combustible, disolventes, pinturas, etc. (RP)	Operaciones de mantenimiento de la maquinaria de obra.	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su valorización.

## 5 MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MINIMIZACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR

Las medidas de prevención de residuos en la obra están basadas en fomentar, en el siguiente orden, su prevención, reutilización, reciclado y otras formas de valorización, asegurando que los destinados a operaciones de eliminación reciban un tratamiento adecuado, y contribuir a un desarrollo sostenible de la actividad de construcción. Se van a establecer medidas aplicables en las siguientes actividades de la obra:

- 1) Adquisición de materiales.
- 2) Comienzo de la obra.
- 3) Puesta en obra.
- 4) Almacenamiento en obra.

A continuación, se describen cada una de estas medidas:

- 1) Medidas de minimización en la adquisición de materiales:
  - a. La adquisición de materiales se realizará ajustando la cantidad a las mediciones reales de obra, ajustando lo máximo las mismas, para evitar la aparición de excedentes de material al final de la obra.
  - b. Se requerirá a las empresas suministradoras que reduzcan al máximo la cantidad y volumen de embalajes. Se solicitará a los proveedores que el suministro en obra se realice con la menor cantidad de embalaje posible, renunciando a los aspectos decorativos superfluos.
  - c. Se primará la adquisición de materiales reciclables frente a otros de mismas prestaciones, pero de difícil o imposible reciclado.
  - d. El suministro de los elementos metálicos y sus aleaciones se realizará con las cantidades mínimas y estrictamente necesarias para la ejecución de la fase de la obra correspondiente.
  - e. Los suministros se adquirirán en el momento que la obra los requiera, de este modo, y con unas buenas condiciones de almacenamiento, se evitará que se estropeen y se conviertan en residuos.
- 2) Medidas de minimización en el comienzo de las obras:



Anexo 3: Estudio de Gestión de Residuos

- a. Se realizará una planificación previa a las excavaciones y movimiento de tierras para minimizar la cantidad de sobrantes por excavación y posibilitar la reutilización de la tierra en la propia obra o emplazamientos cercanos.
- b. Se destinarán unas zonas determinadas al almacenamiento de tierras y de movimiento de maquinaria para evitar compactaciones excesivas del terreno.
- c. El personal tendrá una formación adecuada respecto al modo de identificar, reducir y manejar correctamente los residuos que se generen según el tipo.

3) Medidas de minimización en la puesta en obra:

- a. En caso de ser necesario excavaciones, éstas se ajustarán a las dimensiones específicas del proyecto, atendiendo a las cotas marcadas en los planos constructivos.
- b. En el caso de que existan sobrantes de hormigón se utilizarán en las partes de la obra que se prevea para estos casos como hormigón de limpieza, bases, rellenos, etc.
- c. Se vaciarán por completo los recipientes que contengan los productos antes de su limpieza o eliminación, especialmente si se trata de residuos peligrosos.
- d. En la medida de lo posible, se favorecerá la elaboración de productos en taller frente a los realizados en la propia obra, que habitualmente generan mayor cantidad de residuos.
- e. Se evitará el deterioro de aquellos envases o soportes de materiales que puedan ser reutilizados como los palés, para poder ser devueltos al proveedor.
- f. Se evitará la producción de residuos de naturaleza pétreo (grava, hormigón, arena, etc.) ajustando previamente lo máximo posible los volúmenes de materiales necesarios.
- g. Los medios auxiliares y embalajes de madera procederán de madera recuperada y se utilizarán tantas veces como sea posible, hasta que estén deteriorados. En ese momento se separarán para su reciclaje o tratamiento posterior. Se mantendrán separados del resto de residuos para que no sean contaminados.

Anexo 3: Estudio de Gestión de Residuos

- h. Los encofrados se reutilizarán tantas veces como sea posible.
- i. Los perfiles y barras de las armaduras deben de llegar a la obra con las medidas necesarias, listas para ser colocadas, y a ser posible, dobladas y montadas. De esta manera no se generarán residuos de obra. Para reutilizarlos, se preverán las etapas de obras en las que se originará más demanda y en consecuencia se almacenarán.
- j. En el caso de piezas o materiales que vengan dentro de embalajes, se abrirán los embalajes justos para que los sobrantes queden dentro de sus embalajes. Además, respecto a los embalajes y los plásticos la opción preferible es la recogida por parte del proveedor del material. En cualquier caso, no se ha de quitar el embalaje de los productos hasta que no sean utilizados, y después de usarlos, se guardarán inmediatamente.

4) Medidas de minimización del almacenamiento en obra:

- a. Se almacenarán los materiales correctamente para evitar su deterioro y transformación en residuo.
- b. Se ubicará un espacio como zona de corte para evitar dispersión de residuos y aprovechar, siempre que sea viable, los restos de ladrillos, bloques de cemento, etc.
- c. Se designarán las zonas de almacenamiento de los residuos, y se mantendrán señalizadas correctamente.
- d. Se realizará una clasificación correcta de los residuos según se haya establecido en el estudio y plan previo de gestión de residuos.
- e. Se realizará una vigilancia y seguimiento del correcto almacenamiento y gestión de los residuos.

En caso de que se adopten otras medidas para la optimización de la gestión de los residuos de la obra se le comunicará al director de obra para su conocimiento y aprobación. Estas medidas no supondrán menoscabo de la calidad de la obra.

## 6 OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORACIÓN O ELIMINACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS

A continuación, se describe cuál va a ser la gestión de los residuos que se pueden generar en este tipo de obra, mostrándose una tabla con los destinos y tratamiento de cada uno de ellos:

Tabla 4. Tratamiento y destino de los residuos generados

Código LER	Residuo	Tratamiento	Destino
17 01 01	Hormigón	Reciclado/Vertedero	Planta de reciclaje RCD/vertedero de RCD
17 01 02	Ladrillos	Reciclado/Vertedero	Planta de reciclaje RCD/vertedero de RCD
17 01 03	Tejas y materiales cerámicos	Reciclado/Vertedero	Planta de reciclaje RCD/vertedero de RCD
17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	Sin tratamiento específico	Restauración/vertedero
17 04 05	Metales: hierro y acero	Valorización	Reciclaje o recuperación de metals y de compuestos metálicos
17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los del código 17 08 01	Reciclado/Vertedero	Planta reciclaje RCD/Vertedero de RCD
17 09 04	Residuos mezclados de construcción/demolición que no contengan sustancias peligrosas	Reciclado/Vertedero	Planta reciclaje RCD/Vertedero de RCD
17 02 01	Madera	Reciclado/Vertedero	Planta reciclaje/Planta de valorización energética
17 02 02	Vidrio	Valoración	Planta reciclaje RCD/Vertedero de RCD
17 02 03	Plástico		Planta reciclaje RCD/Vertedero de RCD
17 04 11	Cables que no contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla u otras sustancias peligrosas.	Valorización	Reciclaje o recuperación de metals y de compuestos metálicos
20 01 39	Envases de plástico	Recogida mediante Sistema integrado de gestion (SIG)	Planta de reciclaje
20 01 01	Envases de papel y cartón	Recogida mediante Sistema integrado de gestion (SIG)	Planta de reciclaje
01 04 08	Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07	Reciclado/Vertedero	Planta de reciclaje RCD/vertedero de RCD
20 03 01	Mezcla de residuos municipales	Valorización/eliminación	Planta de tratamiento/vertedero

Anexo 3: Estudio de Gestión de Residuos

Código LER	Residuo	Tratamiento	Destino
15 02 02	Absorbentes contaminados. Principalmente serán trapos de limpieza contaminados.	Según gestor autorizado	Gestor autorizado
15 01 11	Aerosoles	Según gestor autorizado	Gestor autorizado
15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminados	Según gestor autorizado	Gestor autorizado
13 02 05	Aceites minerales no clorados de motor, de transmisión mecánica y lubricantes	Según gestor autorizado	Gestor autorizado
16 06 04	Pilas alcalinas (excepto 16 06 03)	Según gestor autorizado	Gestor autorizado

Cada residuo será almacenado en la obra según su naturaleza, y se depositarán en el lugar destinado a tal fin, según se vayan generando.

Los residuos no peligrosos se almacenarán temporalmente en contenedores metálicos o sacos industriales según el volumen generado previsto, en la ubicación previamente designada.

También se depositarán en contenedores o en sacos independientes los residuos valorizables como metales o maderas para facilitar su posterior gestión.

Todos los contenedores o sacos industriales que se utilicen en las obras tendrán que estar identificados según el tipo de residuo o residuos que van a contener. Estos contenedores tendrán que estar marcados además con el titular del contenedor, su razón social y su código de identificación fiscal, además del número de inscripción en el registro de transportistas de residuos. El responsable de la obra adoptará medidas para evitar que se depositen residuos ajenos a la propia obra.

Los residuos sólidos urbanos (RSU) se recogerán en contenedores específicos para ello, se ubicarán donde determine la normativa municipal. Se puede solicitar permiso para el uso de contenedores cercanos o contratar el servicio de recogida con una empresa autorizada por el ayuntamiento.

Los residuos cuyo destino sea el depósito en vertedero autorizado deberán ser trasladados y gestionados según marca la legislación.

Anexo 3: Estudio de Gestión de Residuos

Los residuos peligrosos que se generen en la obra se almacenarán en recipientes cerrados y señalizados, bajo cubierta. El almacenamiento se realizará siguiendo la normativa específica de residuos peligrosos, es decir, se almacenarán en envases convenientemente identificados especificando en su etiquetado el nombre del residuo, código LER, nombre y dirección del productor y pictograma de peligro. Serán gestionados posteriormente mediante gestor autorizado de residuos peligrosos.

Se deberá tener constancia de las autorizaciones de los gestores de los residuos, de los transportistas y de los vertederos.

## 7 MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS

En los capítulos anteriores puede apreciarse que la mayor parte de los residuos que se generarán en la obra son de naturaleza no peligrosa.

Con respecto a las moderadas cantidades de residuos contaminantes o peligrosos procedentes de restos de materiales o productos industrializados, así como los envases desechados de productos contaminantes o peligrosos, se tratarán con precaución y preferiblemente se retirarán de la obra a medida que su contenido haya sido utilizado.

El Constructor se encargará de almacenar separadamente los correspondiente y, en su caso, especificará en los contratos con los subcontratistas la obligación que éstos contraen de retirar de la obra todos los residuos y envases generados por su actividad, así como de responsabilizarse de su gestión posterior.

Los residuos de la misma naturaleza o similares deberán ser almacenados en los mismos contenedores para facilitar su gestión. Conforme al artículo 5.5 del Real Decreto 105/2008, los residuos de construcción y demolición deberán separarse en las siguientes fracciones cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

Hormigón: 80 t

Ladrillos, tejas y cerámicos: 40 t

Metal: 2 t

Madera: 1 t

Vidrio: 1 t

Plástico: 0,5 t

Papel y cartón: 0,5 t

Considerando la generación de residuos estimada, se realizará una segregación exhaustiva de los materiales, separándose según su naturaleza en las siguientes categorías:

Anexo 3: Estudio de Gestión de Residuos

Los hormigones y las tierras y piedras se cargarán directamente sobre camión para su envío a gestor autorizado, no precisándose contenedores fijos en las obras para dichos residuos.

Para el resto de los materiales de obra se dispondrán diferentes contenedores dependiendo de su tipología y capacidad del material que vayan a almacenar.

Los residuos sólidos urbanos se segregarán en las fracciones establecidas en la recogida municipal de dichos residuos, contándose en todo caso con un contenedor para envases, un contenedor para fracción resto y un contenedor de papel y cartón.

Todos los contenedores estarán debidamente señalizados indicándose el tipo de residuo para el cual está destinado. El área destinada a la ubicación de los contenedores deberá ser señalizada y delimitada mediante vallado flexible temporal. Los bidones de residuos peligrosos permanecerán cerrados y fuera de las zonas de movimiento habitual de maquinaria para evitar derrames o pérdidas por evaporación, deberán además situarse en zonas protegidas de temperaturas excesivas y del fuego. Los residuos peligrosos no podrán permanecer más de 6 meses en las obras sin proceder a su retirada por gestor autorizado.

## 8 ESTIMACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR

En este capítulo se presenta una estimación de la cantidad de los residuos de construcción y demolición previstos durante la ejecución de la obra, codificados de acuerdo con lo señalado en la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular y la lista europea de residuos.

RCDs Nivel I: Tierras y pétreos procedentes de excavación	CÓDIGO LER	TOTAL EXCAVACIÓN (m³)	RESIDUO (m³) 70% DE TOTAL EXCAVACIÓN	Peso específico (Tn/m³)	RESIDUO (Tn) 70% DE TOTAL EXCAVACIÓN	% SOBRE EL TOTAL DE RESIDUOS
	17 05 04	4865,67	3405,97	1,50	5108,96	91,75%

RCDs Nivel 1: Tierras y pétreos procedentes de excavación	CANTIDAD	LARGO	ANCHO	ALTURA	Medición (m³)
MOVIMIENTO DE TIERRAS – TIERRA VEGETAL	1				394,06
CIMENTACIÓN CABINA DE BATERÍAS TIPO 1	96	0,3	0,55	0,15	2,38
CIMENTACIÓN CABINA DE BATERÍAS TIPO 2	96	0,3	0,4	0,15	1,73
CIMENTACIÓN ESTACIÓN DE POTENCIA TIPO 1	6	4,36	2,93	0,15	11,50
CIMENTACIÓN ESTACIÓN DE POTENCIA TIPO 2	3	8,72	3,22	0,15	12,64
OTRAS CIMENTACIONES	2	10,08	4,38	0,15	13,25
ARQUETAS DE CABLES	6	0,6	0,6	0,6	1,30
VIALES	1	288,8	5	0,2	288,80
CANALIZACIÓN DE CABLES AC	10	66,09	1	1,2	793,08
ZANJA DE CABLES MEDIA TENSIÓN CIRCUITO 1	1	68,69	0,4	1,01	27,75
ZANJA DE CABLES ALTA TENSIÓN	1	2305	0,8	1,8	3319,20
TOTAL					4865,67



RCDs Nivel II	CÓDIGO LER	RESIDUO GENERADO (Tn)	Peso específico (Tn/m³)	RESIDUO GENERADO (m³)	Zonas de segregación	% SOBRE EL TOTAL DE RESIDUOS
RCD Naturaleza no pétreo						
MADERA	17 02 01	13,47	0,6	22,45	2	0,60%
METALES	17 04 05 17 04 11	24,04	1,5	16,0266667	3	0,43%
PAPEL	20 01 01	3,39	0,9	3,76666667	1	0,10%
PLÁSTICO	17 02 03 20 01 39	4,12	0,9	4,57777778	1	0,12%
VIDRIO	17 02 02	1,29	1,5	0,86	1	0,02%
YESO	17 08 02	1,29	1,2	1,075	1	0,03%
<b>TOTAL ESTIMACIÓN</b>		<b>47,6</b>		<b>48,7561111</b>		<b>1,31%</b>
RCD Naturaleza pétreo						
GRAVA, ÁRIDOS	01 04 08	231,69	1,5	154,46	3	4,16%
HORMIGÓN	17 01 01	192	2,4	80	3	2,15%
LADRILLOS, AZULEJOS Y OTROS CERÁMICOS	17 01 02 17 01 03	3,99	1,5	2,66	1	0,07%
PIEDRA	17 05 04 17 09 04	1,079	2	0,5395	3	0,01%
<b>TOTAL ESTIMACIÓN</b>		<b>428,759</b>		<b>237,6595</b>		<b>6,40%</b>

RCD Potencialmente peligrosos y otros						
BASURAS	20 03 01	4,05	0,9	4,5	3	0,12%
POTENCIALMENTE PELIGROSOS	13 02 05	13,99	0,9	15,54444444	2	0,42%
	16 06 04					
	15 02 02					
	15 01 11					
	15 01 10					
<b>TOTAL ESTIMACIÓN</b>		<b>18,04</b>		<b>20,04444444</b>		<b>0,54%</b>

## 9 RESIDUOS GENERADOS EN LA ETAPA DE OPERACIÓN

A continuación, se analizan los residuos que se prevé generar durante las actividades de operación de la instalación de almacenamiento.

Los residuos generados durante la explotación de la instalación de almacenamiento se deberán principalmente a las labores de inspección y mantenimiento.

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

Tabla 5. Tratamiento y destino de los residuos generados

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

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

Tabla 6. Tratamiento y destino de los residuos generados

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

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

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

## 10 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ACOPIO PREVISTA PARA RCD

Para llevar a cabo una correcta segregación, almacenamiento y recogida de RCD, se proyectará la instalación de un área o punto limpio junto a la instalación de almacenamiento, cuya localización se puede ver en la siguiente figura:

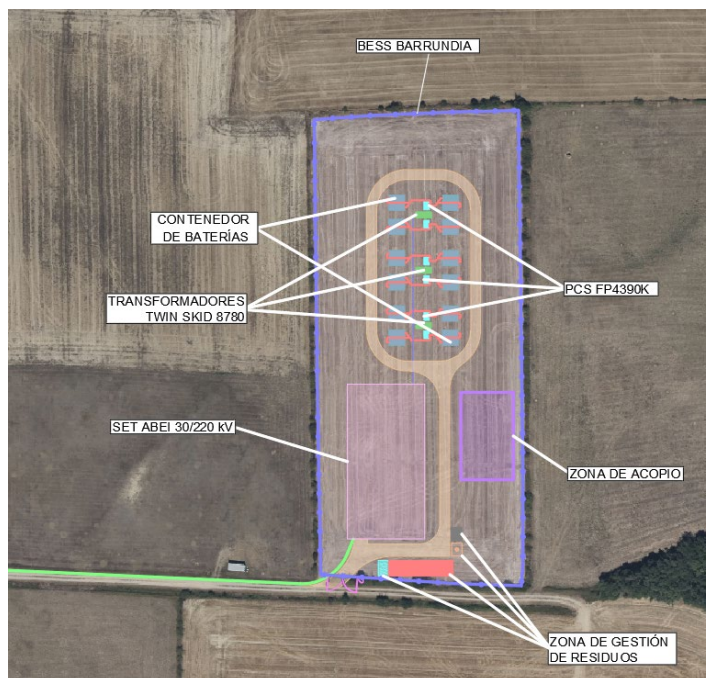


Imagen 2. Figura 1. Localización de la zona de acopio

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

## 11 PRESCRIPCIONES TÉCNICAS A INCLUIR EN EL PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS DEL PROYECTO

En el capítulo 22 del Pliego de Condiciones de la Instalación de Almacenamiento, recogido en el Documento 2, se incluyen las prescripciones técnicas particulares en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.

## 12 VALORACIÓN DEL COSTE DE GESTIÓN DE RESIDUOS

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

Tabla 7. Resumen del presupuesto

PRESUPUESTO			
Tipología RCDs	Estimación (m³)	Precio gestión en Planta/Vertedero/Cantera/Gestor (€/m³)	Importe (€)
RCDs Nivel I:			
Tierras y pétreos de excavación	3405,97	10,00	34.059,71 €
RCDs Nivel II:			
RCD Naturaleza no pétreo	48,76	35,00	1.706,46 €
RCD Naturaleza pétreo	237,66	25,00	5.941,49 €
RCD Basuras	4,50	30,00	13,50 €
RCD Potencialmente peligrosos	15,54	1000,00	15.540,00 €
TOTAL PRESUPUESTO RCDs			57.261,16 €



Proyecto para solicitud de Autorización Administrativa Previa y

Autorización Administrativa de Construcción

Ed.00

“BESS STAND ALONE BARRUNDIA” 26 MW / 120,36 MWh

06/2025

Anexo 3: Estudio de Gestión de Residuos

Madrid, mayo de 2025

Jose Antonio Valle Fernández

Ingeniero Industrial

N.º colegiado: 3086





# **Proyecto para solicitud de Autorización Administrativa Previa y Autorización Administrativa de Construcción**

**“BESS STAND ALONE BARRUNDIA”  
26 MW / 120,36 MWh**

Junio 2025 - Ed00

Anexo 4: Plan de Desmantelamiento



Anexo 4: Plan de desmantelamiento

Versión	Elaborado	Revisado	Aprobado	Fecha
00	A.C.C	F.S	J.A.V.F	06/2025

Anexo 4: Plan de desmantelamiento

# Contenido

1	OBJETO .....	6
2	PLAN DE DESMANTELAMIENTO: PLANTA DE ALMACENAMIENTO .....	7
2.1	Obras y duración del plan de desmantelamiento .....	7
2.1.1	Cabinas de baterías, estación de potencia, centro de protección y medida y centro de control .....	8
2.1.2	Aparellaje eléctrico y equipos .....	8
2.1.3	Desmontaje de los circuitos eléctricos y de interconexión.....	9
2.1.4	Otras canalizaciones.....	9
2.1.5	Desmontaje de los sistemas complementarios.....	10
2.1.6	Eliminación de infraestructura y cimentaciones.....	10
2.1.7	Desmontaje de cerramiento perimetral .....	11
2.1.8	Eliminación de viales .....	11
2.2	Medidas correctoras y restauración paisajística .....	11
2.2.1	Contaminación atmosférica .....	12
2.2.2	Contaminación acústica .....	13
2.2.3	Suelo.....	13
2.2.4	Vegetación.....	13
2.2.5	Paisaje .....	14
2.2.6	Residuos de demolición .....	14
2.3	Valoración económica.....	15
3	PLAN DE DESMANTELAMIENTO: SUBESTACIÓN TRANSFORMADORA ELEVADORA.....	16
3.1	Obras y duración del plan de desmantelamiento .....	16
3.1.1	Aparellaje .....	16

Anexo 4: Plan de desmantelamiento

3.1.2	Embarrados y conductores .....	16
3.1.3	Estructura metálica .....	16
3.1.4	Cimentación y edificio .....	17
3.1.5	Canalizaciones .....	17
3.2	Medidas correctoras y restauración paisajística .....	17
3.2.1	Contaminación atmosférica .....	18
3.2.2	Contaminación acústica .....	19
3.2.3	Suelo .....	19
3.2.4	Vegetación .....	19
3.2.5	Paisaje .....	20
3.2.6	Residuos de demolición .....	20
3.3	Valoración económica .....	21
4	PLAN DE DESMANTELAMIENTO: LÍNEA DE EVACUACIÓN .....	22
4.1	Obras y duración del plan de desmantelamiento .....	22
4.1.1	Conductores y cables subterráneos .....	22
4.1.2	Estructura Metálica .....	22
4.1.3	Prisma de hormigón .....	22
4.1.4	Canalizaciones .....	23
4.2	Medidas correctoras y restauración paisajística .....	23
4.2.1	Contaminación atmosférica .....	24
4.2.2	Contaminación acústica .....	24
4.2.3	Suelo .....	25
4.2.4	Vegetación .....	25
4.2.5	Paisaje .....	26
4.2.6	Residuos de demolición .....	26



Anexo 4: Plan de desmantelamiento

4.3	Valoración económica .....	27
-----	----------------------------	----

Anexo 4: Plan de desmantelamiento

## 1 OBJETO

El presente documento tiene por objeto describir y valorar los trabajos de desmantelamiento y restitución del terreno una vez finalizada la vida útil de la instalación.

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.

Anexo 4: Plan de desmantelamiento

## 2 PLAN DE DESMANTELAMIENTO: PLANTA DE ALMACENAMIENTO

Desde el punto de vista del estudio de desmantelamiento, la instalación de almacenamiento se compone de los siguientes elementos:

- Cabinas de baterías.
- Instalación eléctrica.
- Equipos electrónicos para la conversión de corriente continua a alterna, y de corriente alterna a continua.
- Transformadores de potencia.
- Equipos eléctricos de medida y protección.
- Cableado eléctrico.
- Canalizaciones de cables.
- Estructuras prefabricadas para albergar los equipos de conversión y transformación.
- Vallado perimetral.

### 2.1 Obras y duración del plan de desmantelamiento

Al cese total de la actividad se procederá al desmantelamiento y/o demolición de la instalación, conforme al presente Plan de Desmantelamiento.

El plazo de ejecución de las actuaciones previstas en el Plan será de cuatro meses.

Para ejecutar el desmantelamiento de la instalación conectada a red, se debe proceder a ejecutar las siguientes obras:

- Desmontaje y retirada de las cabinas de baterías.
- Retirada de los circuitos eléctricos e interconexión.
- Desmontaje del sistema de conversión (estación de potencia).
- Desmontaje del centro de protección y medida.
- Desinstalación de los sistemas complementarios.
- Demolición de las cimentaciones.
- Demolición y retirada de las canalizaciones y zanjas de cables.

#### Anexo 4: Plan de desmantelamiento

- Retirada del cerramiento perimetral.
- Eliminación de viales de acceso, interiores y perimetrales.
- Restauración final.

##### 2.1.1 Cabinas de baterías, estación de potencia, centro de protección y medida y centro de control

En primer lugar, se procederá a la desconexión de todos los elementos de mando y protección de los circuitos del sistema de almacenamiento, tanto los circuitos de las cabinas de baterías mediante el cuadro de protecciones de baja tensión, como las celdas de media tensión y cuadro de baja tensión de la estación de potencia, centro de protección y medida y centro de control, para asegurar que todo el cableado quede sin tensión.

Una vez asegurado de que ningún circuito tiene tensión, se procederá a desconectar todos los bornes de cableado, tanto de la cabina de baterías como de la estación de potencia, centro de protección y medida y centro de control, dejando libres los distintos grupos de cableado.

Una vez desconectados todos los grupos de cableado del sistema de almacenamiento, se procederá al desanclado de las cabinas de baterías, estación de potencia y caseta de control a la cimentación mediante herramientas específicas. Por regla general se trata de uniones de tornillería, que unen la estructura metálica de los distintos equipamientos con la cimentación de los mismos.

Debido a que las cabinas de baterías, estación de potencia y centro de protección y medida tienen un elevado peso y dimensiones, es necesario el uso de grúa para acopiarlos en camiones, para su traslado para posterior utilización, y si no es posible, para traslado a planta de tratamiento de residuo autorizado.

##### 2.1.2 Aparellaje eléctrico y equipos

Para el aparellaje eléctrico distinto del expuesto en el apartado anterior, se procederá a la desconexión de los mismos, retirada y traslado de cada uno según su posterior aprovechamiento, a los lugares de almacenaje que indiquen sus propietarios.



#### Anexo 4: Plan de desmantelamiento

En caso en que esto anterior no sea posible se trasladarán a vertederos autorizados para el tratamiento de chatarra y eliminación de elementos potencialmente contaminantes, gestionándose conforme a lo establecido en la legislación vigente.

##### 2.1.3 Desmontaje de los circuitos eléctricos y de interconexión

En la instalación eléctrica se pueden considerar distintos tramos: un primer tramo de interconexión entre cabinas de baterías y estación de potencia, enterrados directamente en zanja, un segundo tramo, desde la estación de potencia hasta el centro de protección y medida, en una red de canalizaciones o zanjas subterráneas con el cable tendido directamente en zanja.

Por lo tanto, primeramente, se procederá a la desconexión de terminales del cableado de interconexión de cabinas de baterías que ya se habrá realizado con el desmantelamiento de las cabinas. Los cables serán desenterrados de las zanjas y se almacenarán en zona segura para su traslado.

Para los cables de interconexión entre la estación de potencia y el centro de protección y medida, se desmontarán los tramos enterrados mediante la excavación de las zanjas, luego se sacarán los cables del interior de las zanjas o tubos y se almacenarán al igual que los anteriores. Paralelamente, se recuperarán las cajas de conexiones, registros, arquetas y elementos auxiliares de las canalizaciones.

Las canalizaciones enterradas bajo tubo de PEAD o PVC se descubrirán mediante apertura de la zanja, retirada del tubo, separación del tubo y del cableado, acopiando el terreno procedente de la excavación para su posterior uso y segregando los cables y el tubo para su posterior transporte por separado a vertedero autorizado.

Los conductores se entregarán a un gestor autorizado de residuos eléctricos y electrónicos y el cobre será tratado como corresponde a cada residuo según su clasificación.

Por último, habrá que restituir las zonas afectadas del terreno, huecos de arquetas y zanjas de canalizaciones, mediante relleno con tierra natural.

##### 2.1.4 Otras canalizaciones

Además de las canalizaciones de cables, en caso de que existan otras canalizaciones como aquellas para el sistema de drenaje, tubos instalados, cunetas para evacuación de aguas, se

#### Anexo 4: Plan de desmantelamiento

procederá a llevar todo este material de desecho (principalmente escombros, hormigón, tubos, etc.) a un vertedero autorizado.

Como en el resto de la Instalación, se procederá a la restitución de la zona mediante recubrimiento de una capa de suelo que permita la revegetación de matorral de la zona, no afectando a las cuencas hidrológicas de la zona.

##### 2.1.5 Desmontaje de los sistemas complementarios

Se procederá al desmantelamiento de los equipos de vigilancia, seguridad, control, medida y centralización de contadores. Así como también al desmantelamiento del circuito de alumbrado. Estos residuos se entregarán al gestor de residuos eléctricos y electrónicos.

También se desmontará la caja precintada con los equipos electrónicos de medición, caja de fusibles, interruptor general manual, etc.

##### 2.1.6 Eliminación de infraestructura y cimentaciones

Una vez retirados todos aquellos equipos susceptibles de reutilización y desmontadas las instalaciones, se procederá a la retirada de las envolventes prefabricadas y de las cimentaciones.

Respecto a las envolventes, se procederá al desmontaje de la cubierta, si dispone de ella, y los cerramientos, posteriormente se eliminarán los perfiles metálicos mediante corte de los mismos. La losa de hormigón será demolida mediante martillo neumático hasta que quede reducida a escombros.

Para las cabinas de baterías, se procederá a la eliminación de las cimentaciones.

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 de una capa de terreno vegetal de espesor suficiente para que se permita el arraigo de las especies autóctonas.

Los elementos metálicos serán depositados en plantas de reciclaje y los escombros generados serán trasladados a la planta de reciclado de escombros y restos de obra.

Las arquetas también se añadirán a los residuos metálicos férreos o de escombros dependiendo de su constitución y elementos.

#### Anexo 4: Plan de desmantelamiento

##### 2.1.7 Desmontaje de cerramiento perimetral

El desmontaje del vallado perimetral se llevará a cabo por peón ordinario que se encargará de retirar los postes y vallas metálicas. Para los dados de cimentación donde se montan los postes se demolerán con martillo neumático.

Los residuos generados serán solamente férreos y escombros de las cimentaciones que serán tratados de igual forma que los resultantes del resto del desmantelamiento de la instalación.

##### 2.1.8 Eliminación de viales

Será necesario eliminar aquellos viales no presentes en la zona de actuación en el estado pre-operacional, siempre y cuando los servicios forestales no expresen su deseo de contar con ellos en el futuro.

La eliminación de los viales se realizará según el siguiente proceso:

- Se desbrozará la vegetación presente en los desmontes y terraplenes.
- Se retirarán las capas de zahorra compactada/hormigón, hasta una cota de 30 cm bajo el terreno.
- Se rellenarán cunetas y desmontes y se suavizará el terreno afectado dejando la orografía lo más suave y parecida al estado pre-operacional posible.

##### 2.2 Medidas correctoras y restauración paisajística

Las medidas correctoras que se plantean están enfocadas a lograr alguno/s de los siguientes aspectos:

- Reducir o eliminar las alteraciones que el medioambiente de la zona pueda haber sufrido por las instalaciones de la instalación.
- 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:

Anexo 4: Plan de desmantelamiento

Tabla 1. *Medidas correctoras fase de desmantelamiento*

Fase de desmantelamiento de la instalación BESS STAND ALONE BARRUNDIA	
Contaminación Atmosférica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducir los niveles de polvo</li> </ul>
Contaminación Acústica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Minimizar los niveles de ruido en las labores de desmantelamiento</li> <li>Limitación del horario de trabajo de las unidades ruidosas</li> <li>Protección del personal adscrito a la obra según Plan de Seguridad y Salud</li> </ul>
Suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducir los riesgos de contaminación propios de esta fase</li> <li>Restauración de las zonas ocupadas por las instalaciones</li> </ul>
Vegetación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revegetación de los puntos ocupados por la instalación, empleando especies autóctonas que lo aproximen al clima.</li> </ul>
Paisaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>Restauración paisajística de las zonas ocupadas por la instalación.</li> </ul>

A continuación, se lleva a cabo el desarrollo técnico detallado de las diferentes medidas correctoras que se consideran necesarias en función de los factores ambientales que se ven afectados en la fase de desmantelamiento de la instalación.

### 2.2.1 Contaminación atmosférica

Las labores a realizar irán encaminadas a reducir los niveles de polvo y las emisiones de sustancias contaminantes a la atmósfera:

- Para reducir la emisión de polvo se procederá, entre otras acciones, al riego de los viales transitados por la maquinaria y camiones que intervienen en el desmantelamiento de la instalación.
- Asimismo, los camiones de transporte de material con alta capacidad de generar nubes de polvo irán provistos de mallas o lonas que cubran el material durante su traslado.

Cuando las labores generadoras correspondan a procesos de movimiento de tierras se procederá al riego previo a la actuación.

Las emisiones a la atmósfera de gases contaminantes procederán principalmente de la maquinaria. Para reducir tales emisiones se realizarán revisiones de la misma, manteniendo los niveles de emisión conforme a la legislación vigente.

#### Anexo 4: Plan de desmantelamiento

##### 2.2.2 Contaminación acústica

La contaminación acústica viene originada principalmente por la maquinaria que trabaja en la obra de desmantelamiento de la instalación. Para reducir el nivel de ruido de la misma se consideran distintas posibilidades no excluyentes unas de otras. Entre las actuaciones a realizar se consideran:

- Mantenimiento adecuado de la maquinaria.
- Empleo de revestimiento de goma en maquinaria pesada, grúas, etc.
- Mantenimiento preventivo y regular de la maquinaria.
- Optimizar el tiempo empleado en las actuaciones, siendo reducido el mismo en la medida de lo posible.
- Protección del personal adscrito a la obra según el Plan de Seguridad y Salud.

##### 2.2.3 Suelo

En cuanto a la restauración del suelo degradado, se procederá al relleno de las excavaciones realizadas para eliminar los restos de cimentaciones, básicamente. El relleno se hará con tierra inerte en profundidad y tierra vegetal en la capa superficial. El espesor de esta última capa será tal que permita reponer los terrenos a su morfología original y se revegetará usando especies autóctonas de la zona.

##### 2.2.4 Vegetación

Una vez retirados todos los elementos y construcciones que componían la instalación, se procederán a ejecutar las medidas correctoras necesarias y que se traducen en una restauración paisajística consistente en:

- Restaurar la cubierta vegetal en aquellos puntos que haya resultado dañada como consecuencia de las obras de construcción y desmantelamiento de la instalación.
- Lograr una integración de los rellenos de los taludes que se originaron como consecuencia de la explanación realizada para la disposición del parque de la instalación.

Para regenerar la vegetación se emplearán especies autóctonas acordes a la serie de vegetación existente en la zona.

#### Anexo 4: Plan de desmantelamiento

La revegetación vendrá determinada por las pendientes de las zonas que se estimen necesarias de recuperación. De cualquier modo, las medidas a realizar incluirán:

- Mejora edáfica de los terrenos que se van a reforestar.
- Extendido de tierra vegetal, con un espesor mínimo de 15-20cm.
- Utilización de especies autóctonas y correspondientes a la vegetación potencial.
- Abonado y riegos.

##### 2.2.5 Paisaje

La restauración paisajística de las zonas ocupadas por las infraestructuras de la instalación se realizará básicamente mediante:

- Recuperación de las áreas degradadas por las infraestructuras desmanteladas.
- Retirada y limpieza de todo tipo de residuos a los vertederos adecuados.

##### 2.2.6 Residuos de demolición

Se consideran residuos de demolición los materiales y componentes de construcción que se obtienen como resultado de las operaciones de desmantelamiento.

También se consideran los residuos de demoliciones parciales, originados por trabajo de reparación o de rehabilitación. Son los residuos que tienen mayor volumen y peso en el conjunto del volumen de elementos generados por la actividad constructora.

Se gestionarán correctamente y se estudiarán en profundidad el reciclado, reutilización o depósito en vertedero controlado.

## Anexo 4: Plan de desmantelamiento

### 2.3 Valoración económica

La siguiente tabla detalla el presupuesto de desmantelamiento y restitución paisajística:

Tabla 2. Resumen del presupuesto

RESUMEN DEL PRESUPUESTO EN EUROS	
Desmantelamiento equipos principales: cabinas de baterías, estación de potencia, centro de protección y medida, caseta de control y equipos BT.	24.782,84 €
Conexiones	2.288,68 €
Red de tierras	6.500,81 €
Equipos de protección y control, cables de mando y control y equipo de medida de energía	3.465,70 €
Instalaciones Complementarias (alumbrado exterior, sistemas de protección contra intrusión, sistema de protección contra incendios...)	1.242,44 €
Obra civil	32.824,46 €
Estructura metálica (cerramiento, soportes...)	6.356,29 €
Restitución paisajística: restauración capa vegetal y plantación de especies	33.139,46 €
<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>	<b>110.600,67 €</b>
<b>TOTAL PRESUPUESTO (21% IVA)</b>	<b>133.826,81 €</b>

Anexo 4: Plan de desmantelamiento

### 3 PLAN DE DESMANTELAMIENTO: SUBESTACIÓN TRANSFORMADORA ELEVADORA

#### 3.1 Obras y duración del plan de desmantelamiento

Al cese total de la actividad se procederá al desmantelamiento y/o demolición de la instalación, conforme al presente Plan de Desmantelamiento. El plazo de ejecución de las actuaciones previstas en el Plan será de dos meses.

##### 3.1.1 Aparellaje

Para el aparellaje eléctrico de AT, como transformadores de medida, interruptores, seccionadores, se procederá a la desconexión de los mismos, retirada y traslado de cada uno según su posterior aprovechamiento, a los lugares de almacenaje que indiquen sus propietarios.

Para los equipos de menor envergadura como cuadros eléctricos, bastidores de control, rectificadores, etc., se procederá de igual manera.

En caso en que esto anterior no sea posible se trasladarán a vertederos autorizados para el tratamiento de chatarra y eliminación de aceites y otros elementos potencialmente contaminantes, gestionándose conforme a lo establecido en la legislación vigente.

##### 3.1.2 Embarrados y conductores

Dado que los materiales empleados son principalmente cobre y aluminio, estos se enviarán a gestor autorizado para su reciclaje.

##### 3.1.3 Estructura metálica

Una vez retirados los equipos, se procederá al desmontaje de la estructura metálica de acero. Para ello, se emplearán los medios adecuados como grúas autopropulsadas, camiones pluma, elementos de sujeción y manipulación.

Esta estructura será retirada a los lugares de almacenaje que indiquen los propietarios para su posterior reutilización o reciclaje.



#### Anexo 4: Plan de desmantelamiento

##### 3.1.4 Cimentación y edificio

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 de una capa de terreno vegetal de espesor suficiente para que se permita el arraigo de las especies autóctonas.

Para el caso del edificio, se procederá a su demolición y retirada de escombros a vertedero autorizado.

De la misma forma, se repondrán los terrenos ocupados por la instalación a su morfología original, y se revegetará usando especies autóctonas.

##### 3.1.5 Canalizaciones

Se retirarán todos los elementos como canalizaciones de cables, canalizaciones del sistema de drenajes, tubos instalados, cunetas para evacuación de aguas, llevando todo este material de desecho (principalmente escombros, hormigón, tubos, etc.) a un vertedero autorizado.

Como en el resto de la Instalación, se procederá a la restitución de la zona mediante recubrimiento de una capa de suelo que permita la revegetación de matorral de la zona, no afectando a las cuencas hidrológicas de la zona.

#### 3.2 Medidas correctoras y restauración paisajística

Las medidas correctoras que se plantean están enfocadas a lograr alguno/s de los siguientes aspectos:

- Reducir o eliminar las alteraciones que el medioambiente de la zona pueda haber sufrido por las instalaciones de la instalación.
- 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:

Anexo 4: Plan de desmantelamiento

Tabla 3. *Medidas correctoras fase de desmantelamiento*

Fase de desmantelamiento de subestación SET ABEI 30/220 kV	
Contaminación Atmosférica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducir los niveles de polvo</li> </ul>
Contaminación Acústica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Minimizar los niveles de ruido en las labores de desmantelamiento</li> <li>Limitación del horario de trabajo de las unidades ruidosas</li> <li>Protección del personal adscrito a la obra según Plan de Seguridad y Salud</li> </ul>
Suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducir los riesgos de contaminación propios de esta fase</li> <li>Restauración de las zonas ocupadas por las instalaciones</li> </ul>
Vegetación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revegetación de los puntos ocupados por la instalación, empleando especies autóctonas que lo aproximen al clima.</li> </ul>
Paisaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>Restauración paisajística de las zonas ocupadas por la instalación.</li> </ul>

A continuación, se lleva a cabo el desarrollo técnico detallado de las diferentes medidas correctoras que se consideran necesarias en función de los factores ambientales que se ven afectados en la fase de desmantelamiento de la instalación.

### 3.2.1 Contaminación atmosférica

Las labores a realizar irán encaminadas a reducir los niveles de polvo y las emisiones de sustancias contaminantes a la atmósfera:

- Para reducir la emisión de polvo se procederá, entre otras acciones, al riego de los viales transitados por la maquinaria y camiones que intervienen en el desmantelamiento de la instalación.
- Asimismo, los camiones de transporte de material con alta capacidad de generar nubes de polvo irán provistos de mallas o lonas que cubran el material durante su traslado.

Cuando las labores generadoras correspondan a procesos de movimiento de tierras se procederá al riego previo a la actuación.

Las emisiones a la atmósfera de gases contaminantes procederán principalmente de la maquinaria. Para reducir tales emisiones se realizarán revisiones de la misma, manteniendo los niveles de emisión conforme a la legislación vigente.

#### Anexo 4: Plan de desmantelamiento

##### 3.2.2 Contaminación acústica

La contaminación acústica viene originada principalmente por la maquinaria que trabaja en la obra de desmantelamiento de la instalación. Para reducir el nivel de ruido de la misma se consideran distintas posibilidades no excluyentes unas de otras. Entre las actuaciones a realizar se consideran:

- Mantenimiento adecuado de la maquinaria.
- Empleo de revestimiento de goma en maquinaria pesada, grúas, etc.
- Mantenimiento preventivo y regular de la maquinaria.
- Optimizar el tiempo empleado en las actuaciones, siendo reducido el mismo en la medida de lo posible.
- Protección del personal adscrito a la obra según el Plan de Seguridad y Salud.

##### 3.2.3 Suelo

En cuanto a la restauración del suelo degradado, se procederá al relleno de las excavaciones realizadas para eliminar los restos de cimentaciones, básicamente. El relleno se hará con tierra inerte en profundidad y tierra vegetal en la capa superficial. El espesor de esta última capa será tal que permita reponer los terrenos a su morfología original y se revegetará usando especies autóctonas de la zona.

##### 3.2.4 Vegetación

Una vez retirados todos los elementos y construcciones que componían la instalación, se procederán a ejecutar las medidas correctoras necesarias y que se traducen en una restauración paisajística consistente en:

- Restaurar la cubierta vegetal en aquellos puntos que haya resultado dañada como consecuencia de las obras de construcción y desmantelamiento de la instalación.
- Lograr una integración de los rellenos de los taludes que se originaron como consecuencia de la explanación realizada para la disposición del parque de la instalación.

Para regenerar la vegetación se emplearán especies autóctonas acordes a la serie de vegetación existente en la zona.

#### Anexo 4: Plan de desmantelamiento

La revegetación vendrá determinada por las pendientes de las zonas que se estimen necesarias de recuperación. De cualquier modo, las medidas a realizar incluirán:

- Mejora edáfica de los terrenos que se van a reforestar.
- Extendido de tierra vegetal, con un espesor mínimo de 15-20cm.
- Utilización de especies autóctonas y correspondientes a la vegetación potencial.
- Abonado y riegos.

##### 3.2.5 Paisaje

La restauración paisajística de las zonas ocupadas por las infraestructuras de la instalación se realizará básicamente mediante:

- Recuperación de las áreas degradadas por las infraestructuras desmanteladas.
- Retirada y limpieza de todo tipo de residuos a los vertederos adecuados.

##### 3.2.6 Residuos de demolición

Se consideran residuos de demolición los materiales y componentes de construcción que se obtienen como resultado de las operaciones de desmantelamiento.

También se consideran los residuos de demoliciones parciales, originados por trabajo de reparación o de rehabilitación. Son los residuos que tienen mayor volumen y peso en el conjunto del volumen de elementos generados por la actividad constructora.

Se gestionarán correctamente y se estudiarán en profundidad el reciclado, reutilización o depósito en vertedero controlado.

Anexo 4: Plan de desmantelamiento

### 3.3 Valoración económica

Tabla 4. *Resumen del presupuesto*

RESUMEN DEL PRESUPUESTO EN EUROS	
Aparamenta y conexiones	16.554,66 €
Red de tierras	516,56 €
Equipos de protección y control, cable de mando y control y equipo de medida de energía	8.281,69 €
Instalaciones Complementarias (alumbrado exterior, sistemas de protección contra intrusión, sistema de ventilación, etc)	774,85 €
Obra civil	9.314,83 €
Estructura metálica (cerramiento, soportes...)	2.797,57 €
Restitución paisajística: restauración capa vegetal y plantación de especies	4.657,42 €
<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>	<b>42.897,59 €</b>
<b>TOTAL PRESUPUESTO (21% IVA)</b>	<b>51.906,08 €</b>

Anexo 4: Plan de desmantelamiento

## 4 PLAN DE DESMANTELAMIENTO: LÍNEA DE EVACUACIÓN

### 4.1 Obras y duración del plan de desmantelamiento

Al cese total de la actividad se procederá al desmantelamiento y/o demolición de la línea, conforme al presente Plan de Desmantelamiento. El plazo de ejecución de las actuaciones previstas en el Plan será de dos (2) meses.

El desmantelamiento de la instalación se realizará una vez cese la actividad del parque fotovoltaico cuya evacuación se realiza a través de la línea eléctrica. 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.

#### 4.1.1 Conductores y cables subterráneos

Dado que los materiales empleados son principalmente cobre y aluminio, estos se enviarán a gestor autorizado para su reciclaje.

#### 4.1.2 Estructura Metálica

Una vez retirados los conductores, se procederá al desmontaje de la estructura metálica de acero que pueda existir.

Para ello, se emplearán los medios adecuados como grúas autopropulsadas, camiones pluma, elementos de sujeción y manipulación.

Esta estructura será retirada a los lugares de almacenaje que indiquen los propietarios para su posterior reutilización o reciclaje.

#### 4.1.3 Prisma de hormigón

En el caso de zanjas hormigonadas, se procederá a la demolición del prisma de hormigón completo y se retirarán los escombros. Una vez realizada la extracción, se procederá al recubrimiento de la zona afectada mediante tierra inerte en profundidad y tierra vegetal en la capa superficial.

Para las cimentaciones de los apoyos de los tramos aéreos se eliminará el prisma de hormigón hasta una profundidad mínima de 1 m, a medir desde la cota natural del terreno. Una vez

#### Anexo 4: Plan de desmantelamiento

realizada la extracción, se procederá al recubrimiento de la zona afectada mediante tierra inerte en profundidad y tierra vegetal en la capa superficial.

De la misma forma, se repondrán los terrenos ocupados a su morfología original, y se revegetará usando especies autóctonas.

En el caso de que la extracción de la línea de alta tensión pueda alterar la vegetación que de forma natural haya cubierto la capa superficial de los tendidos, se propone que los tendidos inutilizados permanezcan soterrados.

##### 4.1.4 Canalizaciones

Se retirarán todos los elementos como canalizaciones de cables, tubos instalados, etc., llevando todo este material de desecho (principalmente PVC Y PHDE, etc.) a un vertedero autorizado.

#### 4.2 Medidas correctoras y restauración paisajística

Las medidas correctoras que se plantean están enfocadas a lograr alguno/s de los siguientes aspectos:

- Reducir o eliminar las alteraciones que el medioambiente de la zona pueda haber sufrido por las instalaciones de la línea.
- 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:

Tabla 5. *Medidas correctoras fase de desmantelamiento*

Fase de desmantelamiento de la línea de evacuación	
Contaminación Atmosférica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducir los niveles de polvo</li> </ul>
Contaminación Acústica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Minimizar los niveles de ruido en las labores de desmantelamiento</li> <li>• Limitación del horario de trabajo de las unidades ruidosas</li> <li>• Protección del personal adscrito a la obra según Plan de Seguridad y Salud</li> </ul>

#### Anexo 4: Plan de desmantelamiento

Suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducir los riesgos de contaminación propios de esta fase</li> <li>• Restauración de las zonas ocupadas por las instalaciones</li> </ul>
Vegetación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revegetación de los puntos ocupados por la instalación, empleando especies autóctonas que lo aproximen al clima.</li> </ul>
Paisaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Restauración paisajística de las zonas ocupadas por la instalación.</li> </ul>

A continuación, se lleva a cabo el desarrollo técnico detallado de las diferentes medidas correctoras que se consideran necesarias en función de los factores ambientales que se ven afectados en la fase de desmantelamiento de la línea.

##### 4.2.1 Contaminación atmosférica

Las labores a realizar irán encaminadas a reducir los niveles de polvo y las emisiones de sustancias contaminantes a la atmósfera:

- Para reducir la emisión de polvo se procederá, entre otras acciones, al riego de los viales transitados por la maquinaria y camiones que intervienen en el desmantelamiento de la instalación.
- Asimismo, los camiones de transporte de material con alta capacidad de generar nubes de polvo irán provistos de mallas o lonas que cubran el material durante su traslado.

Cuando las labores generadoras correspondan a procesos de movimiento de tierras se procederá al riego previo a la actuación.

Las emisiones a la atmósfera de gases contaminantes procederán principalmente de la maquinaria. Para reducir tales emisiones se realizarán revisiones de la misma, manteniendo los niveles de emisión conforme a la legislación vigente.

##### 4.2.2 Contaminación acústica

La contaminación acústica viene originada principalmente por la maquinaria que trabaja en la obra de desmantelamiento de la instalación. Para reducir el nivel de ruido de la misma se consideran distintas posibilidades no excluyentes unas de otras. Entre las actuaciones a realizar se consideran:

- Mantenimiento adecuado de la maquinaria.
- Empleo de revestimiento de goma en maquinaria pesada, grúas, etc.



#### Anexo 4: Plan de desmantelamiento

- Mantenimiento preventivo y regular de la maquinaria.
- Optimizar el tiempo empleado en las actuaciones, siendo reducido el mismo en la medida de lo posible.
- Protección del personal adscrito a la obra según el Plan de Seguridad y Salud.

##### 4.2.3 Suelo

Durante esta fase de desmantelamiento de la línea, los riesgos de contaminación del suelo son debidos mayormente a los restos de aceite que puedan escapar del transformador de potencia o trapos impregnados, para lo cual se establecerán las medidas necesarias para la recogida y almacenamiento de los residuos en contenedores habilitados para tales efectos. Posteriormente se transportarán a las instalaciones de tratamiento mediante gestor autorizado.

En cuanto a la restauración del suelo degradado, se procederá al relleno de las excavaciones realizadas para eliminar los restos de hormigón, básicamente. El relleno se hará con tierra inerte en profundidad y tierra vegetal en la capa superficial. El espesor de esta última capa será tal que permita reponer los terrenos a su morfología original y se revegetará usando especies autóctonas de la zona.

##### 4.2.4 Vegetación

Una vez retirados todos los elementos y construcciones que componían la línea, se procederán a ejecutar las medidas correctoras necesarias y que se traducen en una restauración paisajística consistente en:

- Restaurar la cubierta vegetal en aquellos puntos que haya resultado dañada como consecuencia de las obras de construcción y desmantelamiento de la instalación.

Para regenerar la vegetación se emplearán especies autóctonas acordes a la serie de vegetación existente en la zona.

La revegetación vendrá determinada por las pendientes de las zonas que se estimen necesarias de recuperación. De cualquier modo, las medidas a realizar incluirán:

- Mejora edáfica de los terrenos que se van a reforestar.
- Extendido de tierra vegetal, con un espesor mínimo de 15-20cm.
- Utilización de especies autóctonas y correspondientes a la vegetación potencial.

#### Anexo 4: Plan de desmantelamiento

- Abonado y riegos.

##### 4.2.5 Paisaje

La restauración paisajística de las zonas ocupadas por las infraestructuras de la evacuación se realizará básicamente mediante:

- Recuperación de las áreas degradadas por las infraestructuras desmanteladas.
- Retirada y limpieza de todo tipo de residuos a los vertederos adecuados.

##### 4.2.6 Residuos de demolición

Se consideran residuos de demolición los materiales y componentes de construcción que se obtienen como resultado de las operaciones de desmantelamiento.

También se consideran los residuos de demoliciones parciales, originados por trabajo de reparación o de rehabilitación. Son los residuos que tienen mayor volumen y peso en el conjunto del volumen de elementos generados por la actividad constructora.

Se gestionarán correctamente y se estudiarán en profundidad el reciclado, reutilización o depósito en vertedero controlado.

Anexo 4: Plan de desmantelamiento

### 4.3 Valoración económica

Tabla 6. Resumen del presupuesto

RESUMEN DEL PRESUPUESTO EN EUROS	Código LER	Costes estimados de gestión
Escombros	170107	11.554,91 €
Chatarras metálicas	170405/170407/170401/170402	6.024,94 €
Restos asimilables a urbanos	200301	0,02 €
Restos asimilables a urbanos. Contenedor amarillo: metales y plásticos (si segregan)	150102/150104/150105/150106	0,03 €
Trapos impregnados	150202*	1,04 €
Tierras contaminadas	170503*	565,72 €
Envases que han contenido sustancias peligrosas	150110*/150111*	11,31 €
<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>		<b>18.157,96 €</b>
<b>TOTAL PRESUPUESTO (21% IVA)</b>		<b>21.971,14 €</b>



Proyecto para solicitud de Autorización Administrativa Previa y  
Autorización Administrativa de Construcción

Ed.00

“BESS STAND ALONE BARRUNDIA” 26 MW / 120,36 MWh

06/2025

Anexo 4: Plan de desmantelamiento

Madrid, junio de 2025

Jose Antonio Valle Fernández

Ingeniero Industrial

N.º colegiado: 3086



# **Proyecto para solicitud de Autorización Administrativa Previa y Autorización Administrativa de Construcción**

**“BESS STAND ALONE BARRUNDIA”  
26 MW / 120,36 MWh**

Junio 2025 - Ed00

Anexo 5: Relación de Bienes y Derechos Afectados

**“BESS STAND ALONE BARRUNDIA” 26 MW / 120,36 MWh**

06/2025

Anexo 5: Relación de Bienes y Derechos Afectados

Versión	Elaborado	Revisado	Aprobado	Fecha
00	A.C.C	F.S	J.A.V.F	05/2025

## Contenido

1.	OBJETO .....	4
2.	AFECCIONES.....	4
3.	RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS .....	6

## 1. OBJETO

En virtud de lo establecido en el Art. 56 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico, y en el Art.149.1 del 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, la Declaración, en concreto, de Utilidad Pública, lleva implícita, en todo caso, la necesidad de ocupación de los bienes o de adquisición de los derechos afectados e implica la urgente ocupación a los efectos del Art. 52 de la Ley de Expropiación Forzosa.

## 2. AFECCIONES

La imposición de servidumbre de paso aéreo de energía por el establecimiento de la línea eléctrica aérea, con el alcance y efectos establecidos en el art. 57 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico, así como con las limitaciones que se derivan de lo dispuesto en el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, y Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.

Los tipos de afecciones motivadas por la construcción de las instalaciones proyectadas son las siguientes:

SSP: Superficie servidumbre permanente de paso. Se obtiene de multiplicar el ancho de la zanja necesaria para establecer la línea por la longitud de tendido subterráneo que afecta a la finca. El uso de esta servidumbre lleva implícita la indemnización de los daños que se produzcan al dueño del predio sirviente, cada vez que se haga uso de la misma.

SA: Superficie de afección, con limitaciones a la propiedad, expresada en metros cuadrados. Se calcula multiplicando el doble del ancho de la zanja necesaria por la longitud de afección a la finca por la línea subterránea.

OT: Superficie Ocupación temporal. Se considera la superficie necesaria para la construcción de la línea que no esté incluida en las superficies anteriores. Estas superficies, tras realizar la instalación, se van a dejar como estaban antes de iniciar los trabajos.



“BESS STAND ALONE BARRUNDIA” 26 MW / 120,36 MWh

06/2025

Anexo 5: Relación de Bienes y Derechos Afectados

Así mismo, y en virtud de lo dispuesto en el art. 56.4 de la Ley 54/1997 (LSE), la servidumbre de paso subterráneo de energía eléctrica comprende el libre acceso al predio sirviente, de personal y elementos o maquinaria necesaria para la construcción, vigilancia, conservación y reparación de las instalaciones eléctricas proyectadas, sin perjuicio de la indemnización que, en su caso, pudiera corresponder al titular de los terrenos con motivo de los daños que por dichas causas se ocasionaren.

Así mismo, y en virtud de lo dispuesto en el art. 57 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico, se tendrá lo siguiente en cuenta:

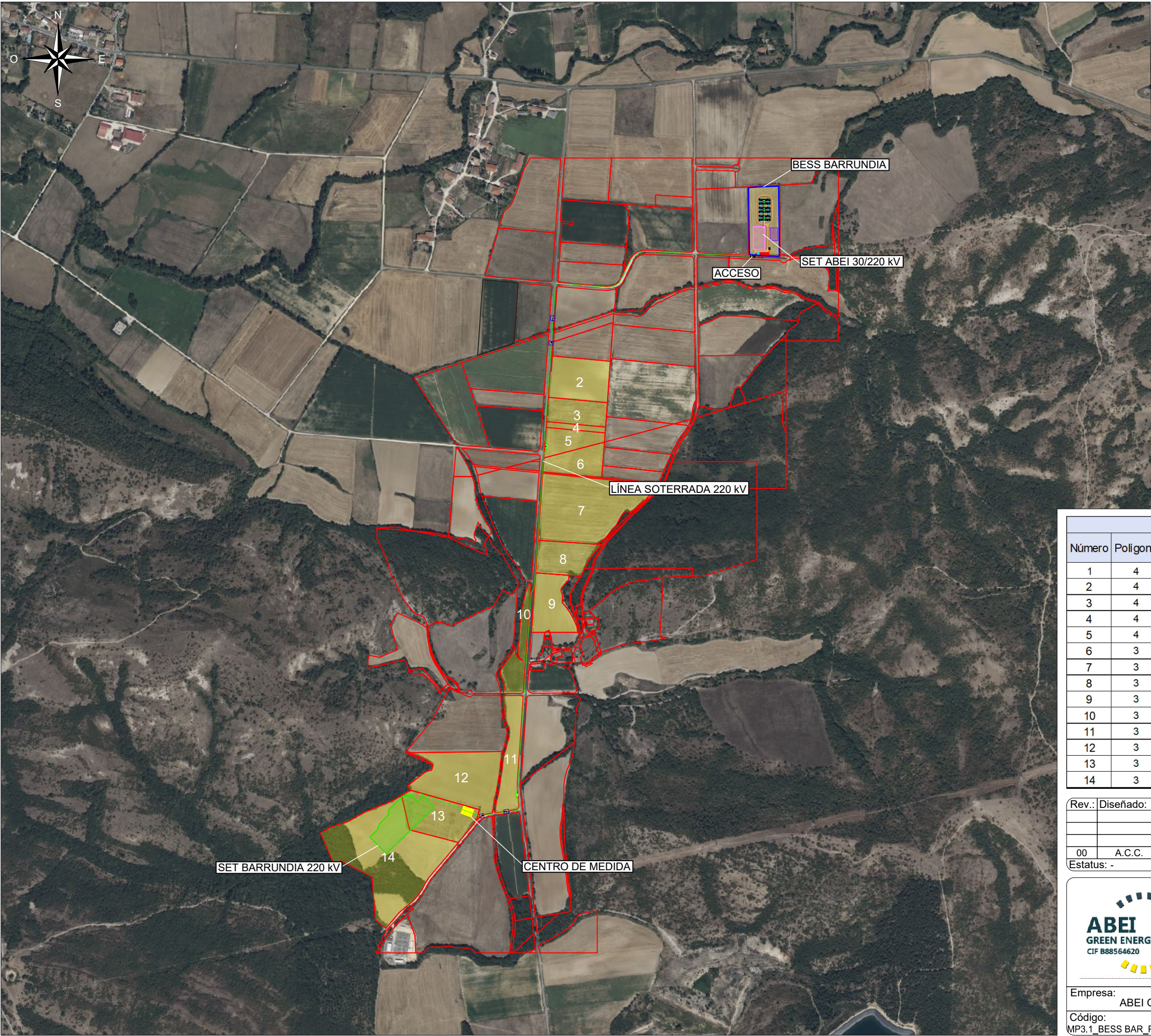
- La servidumbre de paso de energía eléctrica tendrá la consideración de servidumbre legal, gravará los bienes ajenos en la forma y con el alcance que se determinan en la presente ley y se regirá por lo dispuesto en la misma, en sus disposiciones de desarrollo y en la legislación mencionada en el artículo anterior, así como en la legislación especial aplicable.
- La servidumbre de paso subterráneo comprende la ocupación del subsuelo por los cables conductores, a la profundidad y con las demás características que señale la legislación urbanística aplicable, todo ello incrementado en las distancias de seguridad que reglamentariamente se establezcan.
- Una y otra forma de servidumbre comprenderán igualmente el derecho de paso o acceso y la ocupación temporal de terrenos u otros bienes necesarios para construcción, vigilancia, conservación, reparación de las correspondientes instalaciones, así como la tala de arbolado, si fuera necesario.

### 3. RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

La construcción de la planta de almacenamiento y su subestación asociada, así como la línea de evacuación, suponen la afección en los términos legalmente previstos, de las parcelas que se indican en la relación que figura en el cuadro adjunto y que a su vez quedan reflejadas en los planos del presente anexo.

Tramo Soterrado Línea							
Listado Parcelas Afectadas					Superficies Totales Aproximadas		
Número	Polígono	Parcela	Municipio	Ref. Catastral	Longitud (m)	Ocup. Permanente (m²) [Ancho de 3m]	Ocup. Temporal (m²) [Ancho de 9m]
1	4	382	SAN MILLAN/DONEMILIA	530403820000000000HO	20,805	32,9516	155,2724
2	4	395	SAN MILLAN/DONEMILIA	530403950000000000GV	--	-	159,7823
3	4	394	SAN MILLAN/DONEMILIA	530403940000000000AN	--	-	142,1741
4	4	393	SAN MILLAN/DONEMILIA	530403930000000000HS	--	-	33,0580
5	4	392	SAN MILLAN/DONEMILIA	530403920000000000BX	61,11	96,3354	421,5973
6	3	515	BARRUNDIA	130305150000000000JY	--	-	104,0449
7	3	535	BARRUNDIA	A-130305350A00000000KW	--	-	499,4634
8	3	536	BARRUNDIA	130305360000000000DY	--	-	228,4680
9	3	537	BARRUNDIA	A- 130305370A00000000JZ	--	-	123,9774
10	3	534	BARRUNDIA	130305340000000000EV	--	-	572,8340
11	3	551	BARRUNDIA	130305510000000000AP	52,9238	83,0491	994,8474
12	3	548	BARRUNDIA	A-130305480A00000000JQ	16,535	25,9429	108,9995
13	3	549	BARRUNDIA	130305490000000000CS	212,4253	339,88+580 C.med	1568,5657
14	3	550	BARRUNDIA	A-130305500A00000000HN	13,7049	21,9279	104,1355





LEYENDA	
	BESS BARRUNDIA
	VIALES
	CONTENEDOR DE BATERÍAS
	TRANSFORMADORES TWIN SKID 8780
	PCS FP4390K
	SET ABEI 30/220 kV
	LÍNEA SOTERRADA 220 kV
	SET BARRUNDIA 220 kV
	CENTRO DE MEDIDA
	PARCELA AFECTADA

Listado Parcelas Afectadas				
Número	Polígono	Parcela	Municipio	Ref. Catastral
1	4	382	SAN MILLAN/DONEMILIA	53040382000000000HO
2	4	395	SAN MILLAN/DONEMILIA	53040395000000000GV
3	4	394	SAN MILLAN/DONEMILIA	53040394000000000AN
4	4	393	SAN MILLAN/DONEMILIA	53040393000000000HS
5	4	392	SAN MILLAN/DONEMILIA	53040392000000000BX
6	3	515	BARRUNDIA	13030515000000000JY
7	3	535	BARRUNDIA	A-130305350A0000000KW
8	3	536	BARRUNDIA	13030536000000000DY
9	3	537	BARRUNDIA	A- 130305370A0000000JZ
10	3	534	BARRUNDIA	13030534000000000EV
11	3	551	BARRUNDIA	13030551000000000AP
12	3	548	BARRUNDIA	A-130305480A0000000JQ
13	3	549	BARRUNDIA	13030549000000000CS
14	3	550	BARRUNDIA	A-130305500A0000000HN

Rev.:	Diseñado:	Aprobado:	Descripción:	Fecha:
00	A.C.C.	F.S.	EDICIÓN INICIAL	06/2025
Estatus: -				

Proyecto:  
**BESS STAND ALONE BARRUNDIA**  
(26 MW / 120.36 MWh)

Título del plano:  
**PLANTA CATASTRAL**

Empresa:  
**ABEI GREEN ENERGY,S.L.**

Código: MP3.1_BESS BAR_P.Catastral	Nº plano: 3.1	Hoja: 01 de 06	Tamaño: A3	Escala: 1:10000	Fecha: 06/2025	Rev.: 00
---------------------------------------	------------------	-------------------	---------------	--------------------	-------------------	-------------





NÚMERO PARCELA AFECTADA: 1  
POLÍGONO 4, PARCELA 382  
PROVINCIA: ÁLAVA  
MUNICIPIO: SAN MILLAN/DONEMILIA  
REF. CATASTRAL: 530403820000000000HO

SUP. OCUPACIÓN PERMANENTE: 32,95m²  
SUP. OCUPACIÓN TEMPORAL: 155,27m²  
LONGITUD LÍNEA: 20,81m

LEYENDA

BESS BARRUNDIA

VIALES

CONTENEDOR DE BATERÍAS

TRANSFORMADORES TWIN SKID 8780

PCS FP4390K

SET ABEI 30/220 kV

LÍNEA SOTERRADA 220 kV

SERVIDUMBRE OCUPACIÓN PERMANENTE

SERVIDUMBRE OCUPACIÓN TEMPORAL

LÍMITE CATASTRAL

PARCELA AFECTADA

Tramo Soterrado Línea

Listado Parcelas Afectadas

Número	Polígono	Parcela	Municipio	Ref. Catastral
1	4	382	SAN MILLAN/DONEMILIA	530403820000000000HO

Rev.:	Diseñado:	Aprobado:	Descripción:	Fecha:
00	A.C.C.	F.S.	EDICIÓN INICIAL	06/2025

Estatus: -

ABEI

GREEN ENERGY S.L

CIF B88564620

Proyecto:  
BESS STAND ALONE BARRUNDIA  
(26 MW / 120.36 MWh)  
Título del plano:  
PLANTA CATASTRAL

Empresa:  
ABEI GREEN ENERGY,S.L.

Código:	Nº plano:	Hoja:	Tamaño:	Escala:	Fecha:	Rev.:
MP3.2_BESS BAR_P.Catastral	3.2	02 de 06	A3	1:1000	06/2025	00



LEYENDA

LÍNEA SOTERRADA 220 kV

CÁMARA DE EMPALME

NÚMERO PARCELA AFECTADA: 2  
POLÍGONO 4, PARCELA 395  
PROVINCIA: ÁLAVA  
MUNICIPIO: SAN MILLAN/DONEMILIA  
REF. CATASTRAL: 53040395000000000GV  
  
SUP. OCUPACIÓN TEMPORAL: 159,78m²

LÍNEA SOTERRADA 220 kV

NÚMERO PARCELA AFECTADA: 3  
POLÍGONO 4, PARCELA 394  
PROVINCIA: ÁLAVA  
MUNICIPIO: SAN MILLAN/DONEMILIA  
REF. CATASTRAL: 530403940000000000AN  
  
SUP. OCUPACIÓN TEMPORAL: 142,17m²

NÚMERO PARCELA AFECTADA: 4  
POLÍGONO 4, PARCELA 393  
PROVINCIA: ÁLAVA  
MUNICIPIO: SAN MILLAN/DONEMILIA  
REF. CATASTRAL: 530403930000000000HS  
  
SUP. OCUPACIÓN TEMPORAL: 33,06m²

NÚMERO PARCELA AFECTADA: 5  
POLÍGONO 4, PARCELA 392  
PROVINCIA: ÁLAVA  
MUNICIPIO: SAN MILLAN/DONEMILIA  
REF. CATASTRAL: 530403920000000000BX  
  
SUP. OCUPACIÓN PERMANENTE: 96,34m²  
SUP. OCUPACIÓN TEMPORAL: 421,60m²  
LONGITUD LÍNEA: 61,11m

CÁMARA DE EMPALME

Tramo Soterrado Línea				
Listado Parcelas Afectadas				
Número	Poligono	Parcela	Municipio	Ref. Catastral
2	4	395	SAN MILLAN/DONEMILIA	530403950000000000GV
3	4	394	SAN MILLAN/DONEMILIA	530403940000000000AN
4	4	393	SAN MILLAN/DONEMILIA	530403930000000000HS
5	4	392	SAN MILLAN/DONEMILIA	530403920000000000BX

Rev.:	Diseñado:	Aprobado:	Descripción:	Fecha:
00	A.C.C.	F.S.	EDICIÓN INICIAL	06/2025
Estatus: -				

ABEI  
GREEN ENERGY S.L  
CIF B88564620

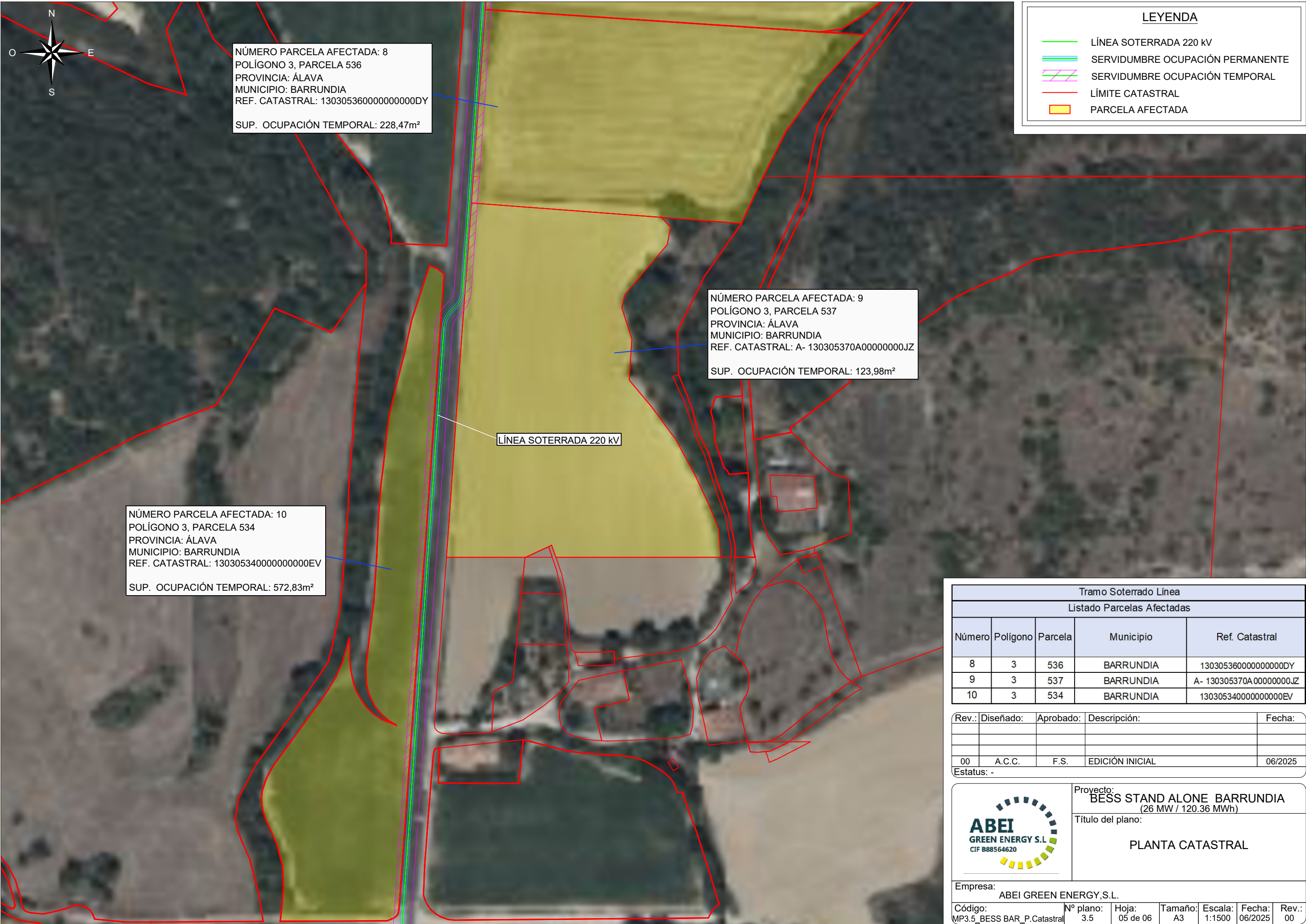
Proyecto:  
BESS STAND ALONE BARRUNDIA  
(26 MW / 120.36 MWh)  
  
Título del plano:  
  
PLANTA CATASTRAL

Empresa: ABEI GREEN ENERGY,S.L.						
Código: MP3.3_BESS BAR_P.Catastral	Nº plano: 3.3	Hoja: 03 de 06	Tamaño: A3	Escala: 1:1000	Fecha: 06/2025	Rev.: 00









LEYENDA

LÍNEA SOTERRADA 220 kV

SERVIDUMBRE OCUPACIÓN PERMANENTE

SERVIDUMBRE OCUPACIÓN TEMPORAL

LÍMITE CATASTRAL

PARCELA AFECTADA

NÚMERO PARCELA AFECTADA: 8  
POLÍGONO 3, PARCELA 536  
PROVINCIA: ÁLAVA  
MUNICIPIO: BARRUNDIA  
REF. CATASTRAL: 1303053600000000DY  
  
SUP. OCUPACIÓN TEMPORAL: 228,47m²

NÚMERO PARCELA AFECTADA: 9  
POLÍGONO 3, PARCELA 537  
PROVINCIA: ÁLAVA  
MUNICIPIO: BARRUNDIA  
REF. CATASTRAL: A- 130305370A00000000JZ  
  
SUP. OCUPACIÓN TEMPORAL: 123,98m²

NÚMERO PARCELA AFECTADA: 10  
POLÍGONO 3, PARCELA 534  
PROVINCIA: ÁLAVA  
MUNICIPIO: BARRUNDIA  
REF. CATASTRAL: 130305340000000000EV  
  
SUP. OCUPACIÓN TEMPORAL: 572,83m²

LÍNEA SOTERRADA 220 kV

Tramo Soterrado Línea

Listado Parcelas Afectadas

Número	Poligono	Parcela	Municipio	Ref. Catastral
8	3	536	BARRUNDIA	130305360000000000DY
9	3	537	BARRUNDIA	A- 130305370A 00000000JZ
10	3	534	BARRUNDIA	130305340000000000EV

Rev.:	Diseñado:	Aprobado:	Descripción:	Fecha:
00	A.C.C.	F.S.	EDICIÓN INICIAL	06/2025

Estatus: -

ABEI

GREEN ENERGY S.L

CIF B88564620

Proyecto:

BESS STAND ALONE BARRUNDIA  
(26 MW / 120.36 MWh)

Título del plano:

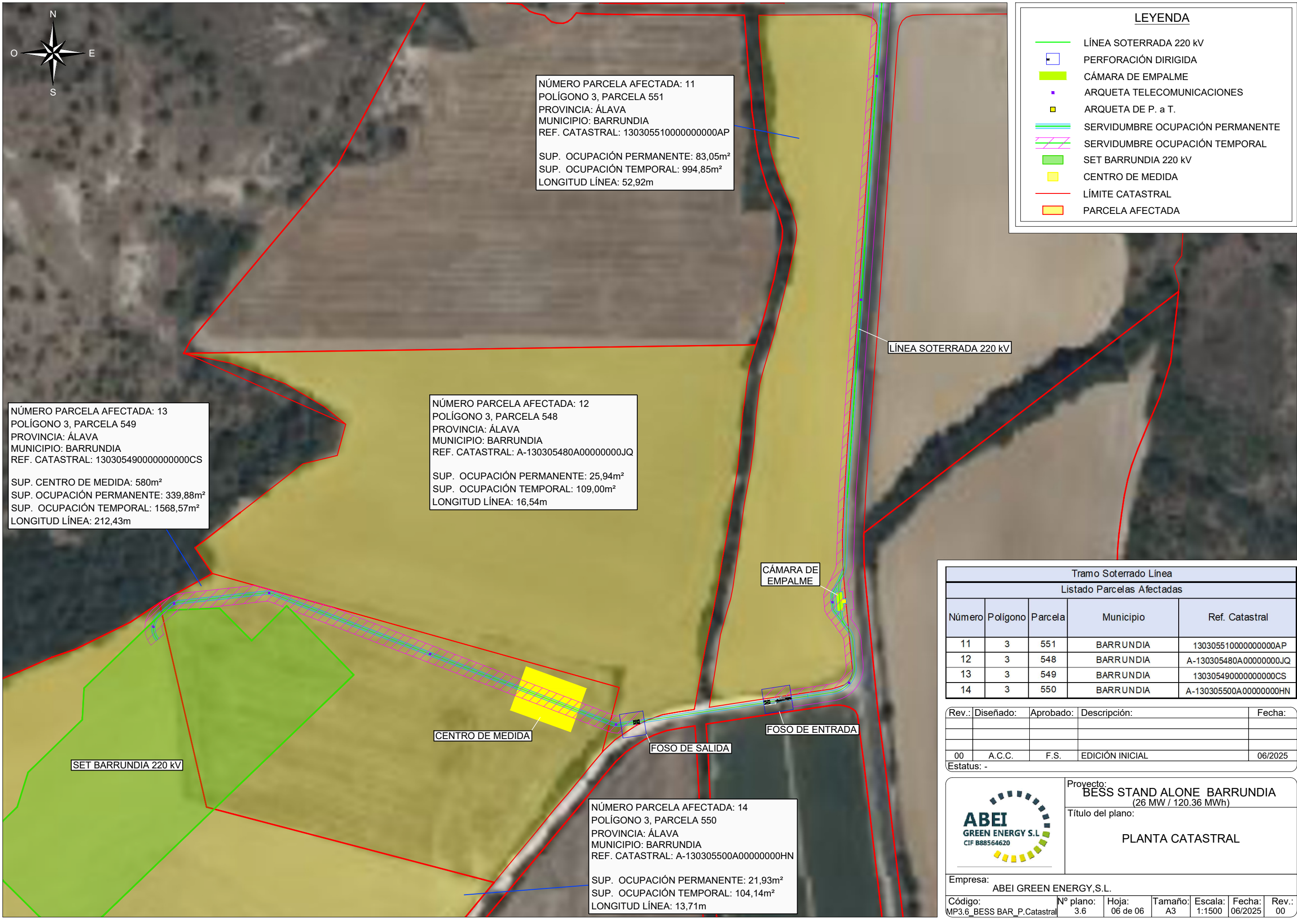
PLANTA CATASTRAL

Empresa:

ABEI GREEN ENERGY,S.L.

Código:	Nº plano:	Hoja:	Tamaño:	Escala:	Fecha:	Rev.:
MP3.5_BESS BAR_P.Catastral	3.5	05 de 06	A3	1:1500	06/2025	00





NÚMERO PARCELA AFECTADA: 11  
POLÍGONO 3, PARCELA 551  
PROVINCIA: ÁLAVA  
MUNICIPIO: BARRUNDIA  
REF. CATASTRAL: 130305510000000000AP  
  
SUP. OCUPACIÓN PERMANENTE: 83,05m²  
SUP. OCUPACIÓN TEMPORAL: 994,85m²  
LONGITUD LÍNEA: 52,92m

NÚMERO PARCELA AFECTADA: 13  
POLÍGONO 3, PARCELA 549  
PROVINCIA: ÁLAVA  
MUNICIPIO: BARRUNDIA  
REF. CATASTRAL: 130305490000000000CS  
  
SUP. CENTRO DE MEDIDA: 580m²  
SUP. OCUPACIÓN PERMANENTE: 339,88m²  
SUP. OCUPACIÓN TEMPORAL: 1568,57m²  
LONGITUD LÍNEA: 212,43m

NÚMERO PARCELA AFECTADA: 12  
POLÍGONO 3, PARCELA 548  
PROVINCIA: ÁLAVA  
MUNICIPIO: BARRUNDIA  
REF. CATASTRAL: A-130305480A00000000JQ  
  
SUP. OCUPACIÓN PERMANENTE: 25,94m²  
SUP. OCUPACIÓN TEMPORAL: 109,00m²  
LONGITUD LÍNEA: 16,54m

NÚMERO PARCELA AFECTADA: 14  
POLÍGONO 3, PARCELA 550  
PROVINCIA: ÁLAVA  
MUNICIPIO: BARRUNDIA  
REF. CATASTRAL: A-130305500A00000000HN  
  
SUP. OCUPACIÓN PERMANENTE: 21,93m²  
SUP. OCUPACIÓN TEMPORAL: 104,14m²  
LONGITUD LÍNEA: 13,71m

- LEYENDA**
- LÍNEA SOTERRADA 220 kV
  - PERFORACIÓN DIRIGIDA
  - CÁMARA DE EMPALME
  - ARQUETA TELECOMUNICACIONES
  - ARQUETA DE P. a T.
  - SERVIDUMBRE OCUPACIÓN PERMANENTE
  - SERVIDUMBRE OCUPACIÓN TEMPORAL
  - SET BARRUNDIA 220 kV
  - CENTRO DE MEDIDA
  - LÍMITE CATASTRAL
  - PARCELA AFECTADA

Tramo Soterrado Línea				
Listado Parcelas Afectadas				
Número	Poligono	Parcela	Municipio	Ref. Catastral
11	3	551	BARRUNDIA	130305510000000000AP
12	3	548	BARRUNDIA	A-130305480A00000000JQ
13	3	549	BARRUNDIA	130305490000000000CS
14	3	550	BARRUNDIA	A-130305500A00000000HN

Rev.:	Diseñado:	Aprobado:	Descripción:	Fecha:
00	A.C.C.	F.S.	EDICIÓN INICIAL	06/2025
Estatus: -				

Proyecto: **BESS STAND ALONE BARRUNDIA**  
(26 MW / 120.36 MWh)

Título del plano:

**PLANTA CATASTRAL**

Empresa: <b>ABEI GREEN ENERGY,S.L.</b>						
Código: MP3.6_BESS BAR_P.Catastral	Nº plano: 3.6	Hoja: 06 de 06	Tamaño: A3	Escala: 1:1500	Fecha: 06/2025	Rev.: 00





# **Proyecto para solicitud de Autorización Administrativa Previa y Autorización Administrativa de Construcción**

**“BESS STAND ALONE BARRUNDIA”  
26 MW / 120,36 MWh**

Junio 2025 - Ed00

DOCUMENTO 2: PLIEGO DE CONDICIONES



Documento 2: Pliego de condiciones

Versión	Elaborado	Revisado	Aprobado	Fecha
00	A.C.C.	F.S.	J.A.V.F	06/2025

# Contenido

1	CONSIDERACIONES GENERALES.....	12
2	NORMATIVA RELACIONADA.....	13
3	CONDICIONES FACULTATIVAS.....	17
3.1	De ejecución, puesta a punto de las obras y suministros .....	17
3.2	Director Técnico de obra.....	17
3.3	Constructor o instalador .....	18
3.4	Verificación de los documentos del proyecto.....	19
3.5	Plan de seguridad y salud en el trabajo .....	19
3.6	Presencia del constructor o instalador en la obra .....	19
3.7	Trabajos no estipulados expresamente .....	20
3.8	Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto ...	20
3.9	Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa .....	21
3.10	Faltas de personal .....	21
3.11	Caminos y accesos.....	21
3.12	Replanteo .....	22
3.13	Contradicciones en la documentación.....	23
3.14	Confrontación de planos y medidas.....	23
3.15	Construcciones auxiliares y provisionales.....	23
3.16	Ritmo de ejecución de los trabajos.....	25
3.17	Orden de los trabajos.....	25
3.18	Facilidades para otros contratistas .....	25
3.19	Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor .....	25
3.20	Prórroga por causa de fuerza mayor.....	26

Documento 2: Pliego de condiciones

3.21	Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra .....	26
3.22	Condiciones generales de ejecución de los trabajos .....	26
3.23	Trabajos defectuosos .....	26
3.24	Vicios ocultos.....	27
3.25	Materiales y aparatos. Procedencia .....	27
3.26	Materiales no utilizables .....	27
3.27	Gastos ocasionados por pruebas y ensayos.....	28
3.28	Limpieza de las obras .....	28
3.29	Documentación final de la obra .....	28
3.30	Plazo de garantía .....	28
3.31	Conservación de las obras recibidas provisionalmente .....	28
3.32	De la recepción definitiva.....	29
3.33	Prórroga del plazo de garantía .....	29
3.34	Recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida.....	29
4	CONDICIONES ECONÓMICAS .....	30
4.1	Composición de los precios unitarios.....	30
4.2	Precio de contrata. Importe de contrata .....	31
4.3	Precios contradictorios.....	31
4.4	Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas .....	32
4.5	De la revisión de los precios contratados .....	32
4.6	Acopio de materiales.....	32
4.7	Responsabilidad del constructor en el bajo rendimiento de los trabajadores .....	32
4.8	Relaciones valoradas y certificaciones .....	33
4.9	Mejoras de obras libremente ejecutadas .....	34
4.10	Abono de trabajos presupuestados con partida alzada.....	34
4.11	Pagos .....	34

Documento 2: Pliego de condiciones

4.12	Indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras ...	35
4.13	Demora de los pagos.....	35
4.14	Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios.....	35
4.15	Unidades de obra defectuosas pero aceptables.....	35
4.16	Seguro de las obras .....	36
4.17	Conservación de la obra .....	36
4.18	Uso por el contratista del edificio o bienes del propietario.....	37
5	PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES DE OBRA CIVIL .....	38
5.1	Examen y prueba de materiales.....	38
5.1.1	Presentación previa de muestras.....	38
5.1.2	Ensayos.....	38
5.2	Materiales para la formación de terraplenes y relleno de zanjas.....	38
5.2.1	Calidad .....	38
5.2.2	Ensayos.....	39
5.3	Áridos para morteros y hormigones .....	40
5.3.1	Calidad .....	40
5.3.2	Ensayos.....	40
5.4	Cemento.....	40
5.4.1	Calidad .....	40
5.4.2	Transporte y almacenamiento .....	41
5.4.3	Ensayos y pruebas .....	41
5.4.4	Productos químicos aditivos .....	42
5.5	Hormigones .....	42
5.5.1	Definición .....	42
5.5.2	Ensayos.....	43
5.6	Mallas electrosoldadas.....	44

Documento 2: Pliego de condiciones

5.7	Tubos de PVC para aguas residuales.....	44
6	CONDICIONES TÉCNICAS QUE REGIRÁN EN LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS CIVILES .....	45
6.1	Desbroce, limpieza del terreno y explanación .....	45
6.2	Nivelación de la superficie del terreno .....	45
6.3	Ejecución plataforma .....	46
6.4	Excavaciones .....	47
6.4.1	Generalidades .....	47
6.4.2	Maquinaria de movimiento de tierras .....	48
6.4.3	Excavación en roca .....	48
6.4.4	Excavación en zanja para conducciones.....	49
6.5	Control y ensayos de movimiento de tierras .....	50
7	NORMAS GENERALES PARA EL ABONO DE LAS DISTINTAS UNIDADES DE OBRA .....	51
8	NORMAS GENERALES PARA EL ABONO DE LAS DISTINTAS UNIDADES DE ELECTRICIDAD .	53
9	PLIEGO DE CONDICIONES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN .....	55
9.1	Centro prefabricado de hormigón .....	55
9.1.1	Hormigón.....	55
9.1.2	Cemento .....	55
9.1.3	Agua.....	56
9.1.4	Armaduras .....	56
9.1.5	Coeficientes de seguridad .....	56
9.1.6	Pantalla de Faraday .....	56
9.1.7	Fabricación moldes.....	56
9.1.8	Vertido de hormigón .....	57
9.1.9	Curado .....	57
9.1.10	Desmoldeo .....	57
9.1.11	Ensayos de centros prefabricados de hormigón.....	57

Documento 2: Pliego de condiciones

9.2	Celdas de 30 kV .....	58
9.2.1	General .....	58
9.2.2	Códigos y normas .....	59
9.2.3	Características constructivas .....	59
9.2.4	Compartimentos. General .....	60
9.2.5	Compartimiento de barras .....	60
9.2.6	Compartimiento de aparellaje .....	60
9.2.7	Compartimiento de control .....	61
9.2.8	Carpintería metálica .....	61
9.2.9	Pintura .....	62
9.2.10	Características eléctricas .....	62
9.2.11	Control de calidad .....	62
9.2.12	Criterios de aceptación y rechazo .....	63
9.2.13	Embarrado general .....	63
9.2.14	Barra de tierra .....	64
9.2.15	Aparellaje .....	64
9.2.16	Transformadores de tensión e intensidad .....	67
9.2.17	Protecciones. General .....	69
9.2.18	Aparatos de medida .....	70
9.2.19	Elementos de mando y señalización .....	70
9.2.20	Cableado de mando y control .....	71
9.2.21	Enclavamientos .....	71
9.2.22	Identificaciones .....	72
9.2.23	Ensayos .....	73
9.3	Transformadores 30/0,690 kV .....	74
9.3.1	General .....	74

Documento 2: Pliego de condiciones

9.3.2	Alcance del suministro .....	74
9.3.3	Normas .....	74
9.3.4	Especificaciones generales .....	74
9.4	Cables de potencia .....	78
9.4.1	Cables de potencia de media tensión .....	79
9.4.2	Cables de potencia de baja tensión .....	79
9.5	Montaje eléctrico .....	82
9.5.1	Cables de potencia de media tensión .....	82
9.5.2	Cables de potencia de baja tensión .....	83
9.6	Tubos metálicos para protección de cables .....	83
9.7	Instalación de equipos .....	83
9.8	Verificaciones previas a la conexión del CT.....	84
10	BAJA TENSIÓN .....	85
10.1	Cuadros de protección .....	85
10.1.1	Definición .....	85
10.1.2	Control de calidad .....	90
10.2	Inspección y pruebas.....	91
10.2.1	Comprobación del cableado.....	92
10.2.2	Ensayo de rigidez dieléctrica de los circuitos auxiliares y de mando.....	92
10.2.3	Criterios de aceptación y rechazo .....	92
10.3	Canalizaciones .....	92
10.3.1	Tubo de PVC rígido .....	92
10.3.2	Tubo de PVC flexible.....	93
10.3.3	Bandeja metálica .....	94
10.3.4	Control de calidad .....	96
10.4	Pararrayos .....	97



Documento 2: Pliego de condiciones

10.4.1	Definición .....	97
10.4.2	Control de calidad .....	97
10.5	Iluminación.....	98
10.5.1	Luminarias .....	98
10.5.2	Luminarias de emergencia .....	99
11	SISTEMAS DE BATERÍAS.....	101
12	CONVERTIDOR.....	101
12.1	Definición .....	101
12.2	Condiciones técnicas .....	101
12.3	Condiciones de instalación.....	102
12.4	Certificados del fabricante .....	102
12.5	Informes .....	102
12.5.1	Procedimiento de caracterización de la eficiencia de conversión .....	102
12.5.2	Condiciones de ensayo.....	103
13	CABLES Y CANALIZACIONES.....	104
13.1	Normas y reglamentos .....	104
13.2	Condiciones técnicas .....	104
13.3	Condiciones de instalación.....	104
13.4	Ejecución de los trabajos.....	105
13.4.1	Cables en tubos en el interior de zanjas .....	105
13.4.2	Cables en conductos metálicos en montaje superficial .....	105
13.4.3	Cables directamente sobre bandejas.....	105
13.4.4	Cables fijados directamente sobre superficie .....	105
13.4.5	Cables en canal eléctrica fijada sobre pared .....	106
13.5	Ensayos.....	106
14	DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES .....	107

Documento 2: Pliego de condiciones

14.1	Normas y reglamento.....	107
14.2	Condiciones y técnicas .....	107
14.3	Condiciones de instalación.....	107
15	INTERRUPTOR GENERAL MANUAL.....	108
15.1	Normas y reglamento.....	108
15.2	Condiciones técnicas .....	108
15.3	Condiciones de instalación.....	108
16	CUADRO DE PROTECCIÓN DE ALTERNA .....	109
16.1	Normas y reglamento.....	109
16.2	Condiciones técnicas .....	109
16.3	Condiciones de instalación.....	109
17	ARQUETAS DE PASO .....	110
17.1	Normas y reglamento.....	110
17.2	Condiciones técnicas .....	110
17.3	Condiciones de instalación.....	110
18	INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA .....	111
18.1	Normas y reglamentos .....	111
18.2	Condiciones técnicas .....	111
18.3	Condiciones de instalación.....	111
18.4	Ejecución de los trabajos.....	111
18.5	Ensayos.....	112
19	SISTEMA DE MONITORIZACIÓN .....	113
19.1	Normas .....	113
19.2	Condiciones técnicas .....	113
19.3	Condiciones de instalación.....	113
20	FIBRA ÓPTICA .....	114

Documento 2: Pliego de condiciones

20.1	Instalación exterior .....	114
20.2	Instalaciones interiores en el edificio de control .....	114
20.3	Protocolo de verificación de la fibra óptica .....	115
21	PRUEBAS EN PLANTA Y PUESTA EN MARCHA .....	116
22	GESTIÓN DE RESIDUOS.....	117
23	DOCUMENTACIÓN .....	125
24	FORMACIÓN .....	127
25	PREVENCIONES GENERALES.....	128
25.1	Certificados y documentación.....	130
25.2	Control.....	130
25.3	Seguridad.....	131
25.4	Limpieza .....	131
25.5	Mantenimiento .....	132

## 1 CONSIDERACIONES GENERALES

El objeto del presente pliego de condiciones técnicas es definir los datos principales y las condiciones generales para definir y desarrollar la construcción de la Instalación BESS STAND ALONE BARRUNDIA, así como la infraestructura necesaria para llevar a cabo su conexión con la subestación BARRUNDIA 220 kV, a construir en los términos municipales de San Millán y Barrundia, provincia de Álava, Comunidad Autónoma de País Vasco.

## 2 NORMATIVA RELACIONADA

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.
- UNE 10320. Determinación cuantitativa del contenido de sulfatos solubles en agua que hay en un suelo.
- UNE 7050-1/2/3/4. Tamices y tamizado de ensayo.
- UNE 80243. Métodos de ensayo de cementos. Análisis químico. Determinación del óxido de calcio libre. Método del etilenglicol.
- UNE 36092. Mallas electrosoldadas de acero para uso estructural en armaduras de hormigón armado. Mallas electrosoldadas fabricadas con alambres de acero B 500 T.
- UNE 36099. Alambres corrugados de acero para armaduras de hormigón armado.
- UNE-EN 60529. Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
- UNE 21428. Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en un líquido aislante, 50 Hz, de 25 kVA a 3 150 kVA con tensión más elevada para el material hasta 36 kV.
- UNE 21538. Transformadores trifásicos de distribución tipo seco 50 Hz, de 100 kVA a 3150 kVA, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV.
- UNE-HD 605. Cables eléctricos. Métodos de ensayo adicionales.
- UNE 21089-1. Identificación de los conductores aislados de los cables.
- UNE 21144. Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible.
- UNE 211003-1. Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada de 1 kV ( $U_m = 1,2$  kV) a 3 kV ( $U_m = 3,6$  kV).
- UNE 21123-2. Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV. Parte 2: Cables con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de policloruro de vinilo.
- UNE-EN 1744-1. Ensayos para determinar las propiedades químicas de los áridos. Parte 1: Análisis químico.
- UNE-EN 196-3. Métodos de ensayo de cementos. Parte 3: Determinación del tiempo de fraguado y de la estabilidad de volumen.
- UNE-EN 12350-1. Ensayos de hormigón fresco. Parte 1: Toma de muestras.
- UNE-EN 12350-2. Ensayos de hormigón fresco. Parte 2: Ensayo de asentamiento.
- UNE-EN 12390-1/2/3. Ensayos de hormigón endurecido.

Documento 2: Pliego de condiciones

- UNE-EN 12201-1/2. Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE).
- UNE-EN 1520. Componentes prefabricados de hormigón armado de áridos ligeros con estructura abierta con armadura estructural y no estructural.
- UNE-EN 197-1. Cemento. Parte 1: Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos comunes.
- UNE-EN 62271-200. Aparamenta de alta tensión. Parte 200: Aparamenta bajo envolvente metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
- UNE-EN 61869-2. Transformadores de medida. Parte 2: Requisitos adicionales para los transformadores de intensidad.
- UNE-EN IEC 60695-2-11. Ensayos relativos a los riesgos del fuego. Parte 2-11: Métodos de ensayo del hilo incandescente/caliente. Método de ensayo de inflamabilidad para productos acabados (GWEPT).
- UNE-EN 60076. Transformadores de potencia.
- UNE-EN 60076-1. Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades.
- UNE-EN 60076-2. Transformadores de potencia. Parte 2: Calentamiento de transformadores sumergidos en líquido.
- UNE-EN 60076-3. Transformadores de potencia. Parte 3: Niveles de aislamiento, ensayos dieléctricos y distancias de aislamiento en el aire.
- UNE-EN 60076-5. Transformadores de potencia. Parte 5: Aptitud para soportar cortocircuitos.
- UNE-EN 60076-10. Transformadores de potencia. Parte 10: Determinación de los niveles de ruido.
- UNE-EN IEC 60076-11. Transformadores de potencia. Parte 11: Transformadores de tipo seco.
- UNE-EN 50386. Pasatapas para transformadores sumergidos en líquido aislante hasta 1 kV y de 250 A hasta 5 kA.
- UNE-EN 60085. Aislamiento eléctrico. Evaluación y designación térmica.
- UNE-EN 60332-3-10/21/22/23/24. Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego.

Documento 2: Pliego de condiciones

- UNE-EN 60228. Conductores de cables aislados.
- UNE-EN 60811-100. Cables eléctricos y de fibra óptica. Métodos de ensayo para materiales no metálicos. Parte 100: Generalidades.
- UNE-EN 60754-1/2. Ensayo de los gases desprendidos durante la combustión de materiales procedentes de los cables.
- UNE-EN 61034-1. Medida de la densidad de los humos emitidos por cables en combustión bajo condiciones definidas. Parte 1: Equipo de ensayo.
- UNE-EN 61034-2. Medida de la densidad de los humos emitidos por cables en combustión bajo condiciones definidas. Parte 2: Procedimientos de ensayo y requisitos.
- UNE-EN 50525-2-51. Cables eléctricos de baja tensión. Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V (Uo/U). Parte 2-51: Cables de utilización general. Cables de control resistentes al aceite con aislamiento termoplástico (PVC).
- UNE-EN 61439-1/2/3. Conjuntos de aparamenta de baja tensión.
- UNE-EN 60947-1. Aparamenta de baja tensión. Parte 1: Reglas generales.
- UNE-EN 60423. Sistemas de tubos para la conducción de cables. Diámetros exteriores de los tubos para instalaciones eléctricas y roscas para tubos y accesorios.
- UNE-EN 61386-1. Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 1: Requisitos generales.
- UNE-EN 1363-1. Ensayos de resistencia al fuego. Parte 1: Requisitos generales.
- UNE-EN 1363-2. Ensayos de resistencia al fuego. Parte 2: Procedimientos alternativos y adicionales.
- UNE-EN 50085-1. Sistemas de canales para cables y sistemas de conductos cerrados de sección no circular para instalaciones eléctricas. Parte 1: Requisitos generales.
- UNE-EN 60598-1. Luminarias. Parte 1: Requisitos generales y ensayos.
- UNE-EN 50178. Equipo electrónico para uso en instalaciones de potencia.
- UNE-EN ISO 1461. Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo. (ISO 1461).
- IEC 61000. Compatibilidad Electromagnética (CEM).
- UNE-EN 61000-3-12. Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 3-12: Límites para las corrientes armónicas producidas por los equipos conectados a las redes públicas de baja tensión con corriente de entrada  $> 16 \text{ A}$  y  $\leq 75 \text{ A}$  por fase.

Documento 2: Pliego de condiciones

- UNE-EN IEC 61000-6-2. Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 6-2: Normas genéricas. Inmunidad en entornos industriales.
- UNE-EN IEC 61000-6-4. Compatibilidad Electromagnética (CEM). Parte 6-4: Normas genéricas. Norma de emisión en entornos industriales.
- UNE-EN 61000-6-5 Compatibilidad Electromagnética (CEM). Parte 6 -5: Normas genéricas. Inmunidad para los equipos utilizados en entornos de centrales eléctricas y subestaciones.
- UNE 60364. Instalaciones eléctricas de baja tensión.
- UNE-EN 61643-11. Dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias de baja tensión. Parte 11: Dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias conectados a sistemas eléctricos de baja tensión. Requisitos y métodos de ensayo.
- UNE-EN 60255-27. Relés de medida y equipos de protección. Parte 27: Requisitos de seguridad.
- UNE-EN 61140. Protección contra los choques eléctricos. Aspectos comunes a las instalaciones y a los equipos.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- NLT-107/72: Proctor.
- NLT-109/72: Densidad in situ por el método de la arena.
- NLT-108/72: Proctor modificado.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto 256/2016, de 10 de junio, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-16).
- PG-3/75 (Pliego de Prescripciones Técnicas y Generales para Obras de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales)
- UNE 62619. Acumuladores con electrolitos alcalinos u otros electrolitos no ácidos. Requisitos de seguridad para acumuladores de litio de gran formato y para baterías para uso en aplicaciones industriales.



### 3 CONDICIONES FACULTATIVAS

#### 3.1 De ejecución, puesta a punto de las obras y suministros

El plazo total de ejecución y puesta a punto de las obras, será el señalado en Contrato. Los plazos parciales serán fijados por el cliente al aprobar el Programa de Trabajos.

En los Programas de Trabajos, se definirán y detallarán expresamente los tiempos y medios de las pruebas parciales, de conjunto y de la puesta a punto de los equipos de tratamiento previstos a la recepción de las obras.

Asimismo, se establecerá la previsión del programa detallado de las pruebas de rendimiento a desarrollar y que servirá de base al Acta de Recepción Provisional de la instalación.

#### 3.2 Director Técnico de obra

El Contratista, comunicará por escrito, el nombre de la persona que haya de estar por su parte al frente de las obras y pruebas previstas, para representarlo como “Director Técnico de Obra” o “Delegado de Obra” según establezca la Dirección de Obra.

Esta persona deberá ser técnico superior con título oficial y con representación y capacidad decisorias suficientes para cuantas incidencias puedan presentarse a lo largo de la ejecución de los trabajos. El Delegado de Obra deberá residir dentro del Término Municipal donde se desarrollen los trabajos y no podrá ser sustituido sin previo conocimiento y aceptación por parte de la Dirección de Obra, notificándose este cambio con un mes de antelación al mismo.

La representación de la Contrata y la Dirección de la Obra, acordarán los detalles de sus relaciones, estableciéndose modelos para comunicación escrita entre ambos, así como la periodicidad y nivel de reuniones para control de la marcha de las obras y pruebas.

Corresponde al Director Técnico:

- Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.
- Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las órdenes complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución técnica.

Documento 2: Pliego de condiciones

- Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- Redactar cuando sea requerido el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Plan de Seguridad y Salud para la aplicación del mismo.
- Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Constructor o Instalador.
- Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y sistemas de seguridad e higiene en el trabajo, controlando su correcta ejecución.
- Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción.
- Realizar o disponer las pruebas o ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al Constructor o Instalador, impartiendo, en su caso, las órdenes oportunas.
- Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación de la obra.
- Suscribir el certificado final de la obra.

### 3.3 Constructor o instalador

Corresponde al Constructor o Instalador:

- Organizar los trabajos, redactando los planes de obras que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- Elaborar, cuando se requiera, el Plan de Seguridad y Salud de la obra en aplicación del estudio correspondiente y disponer en todo caso la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad y salud en el trabajo.
- Suscribir con el Director Técnico el acta de replanteo de la obra.

Documento 2: Pliego de condiciones

- Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.
- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparativos en obra y rechazando los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- Facilitar al Director Técnico con antelación suficiente los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

### 3.4 Verificación de los documentos del proyecto

Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor o Instalador consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

El Contratista se sujetará a las Leyes, Reglamentos y Ordenanzas vigentes, así como a las que se dicten durante la ejecución de la obra.

### 3.5 Plan de seguridad y salud en el trabajo

El Constructor o Instalador, a la vista del Proyecto, conteniendo, en su caso, el Estudio de Seguridad y Salud, presentará el Plan de Seguridad y Salud de la obra a la aprobación del Técnico de la Dirección Facultativa.

### 3.6 Presencia del constructor o instalador en la obra

El Constructor o Instalador viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá carácter de Jefe de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas disposiciones competan a la contrata.

Documento 2: Pliego de condiciones

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Técnico para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

El Jefe de la obra, por sí mismo o por medio de sus técnicos encargados, estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Director Técnico, en las visitas que haga a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándole los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

### 3.7 Trabajos no estipulados expresamente

Es obligación de la contrata el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Director Técnico dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

El Contratista, de acuerdo con la Dirección Facultativa, entregará en el acto de la recepción provisional, los planos de todas las instalaciones ejecutadas en la obra, con las modificaciones o estado definitivo en que hayan quedado.

El Contratista se compromete igualmente a entregar las autorizaciones que preceptivamente tienen que expedir las Delegaciones Provinciales de Industria, Sanidad, etc., y autoridades locales, para la puesta en servicio de las referidas instalaciones.

Son también por cuenta del Contratista, todos los arbitrios, licencias municipales, vallas, alumbrado, multas, etc., que ocasionen las obras desde su inicio hasta su total terminación.

### 3.8 Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Constructor o Instalador estando este obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba del Director Técnico.

Documento 2: Pliego de condiciones

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuna hacer el Constructor o Instalador, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual dará al Constructor o Instalador, el correspondiente recibo, si este lo solicitase.

El Constructor o Instalador podrá requerir del Director Técnico, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

### 3.9 Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, solo podrá presentarlas ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Director Técnico, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatoria para ese tipo de reclamaciones.

### 3.10 Faltas de personal

Si el Director Técnico, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

### 3.11 Caminos y accesos

El Constructor dispondrá por su cuenta, salvo pacto en contra, los accesos a la obra y el cerramiento o vallado de ésta.

El Director Técnico podrá exigir su modificación o mejora.

Asimismo, el Constructor o Instalador se obligará a la colocación en lugar visible, a la entrada de la obra, de un cartel exento de panel metálico sobre estructura auxiliar donde se reflejarán los datos de la obra en relación al título de la misma, entidad promotora y nombres de los técnicos

Documento 2: Pliego de condiciones

competentes, cuyo diseño deberá ser aprobado previamente a su colocación por la Dirección Facultativa.

### 3.12 Replanteo

El Constructor o Instalador iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta.

El Constructor someterá el replanteo a la aprobación del Director Técnico y una vez este haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Técnico, siendo responsabilidad del Constructor la omisión de este trámite.

El replanteo hecho por la Dirección de Obra, comprenderá los ejes, alineaciones, rasantes y referencias necesarias para que, con lo indicado en los planos, el Contratista pueda ejecutar las obras.

El Contratista queda obligado a la custodia y mantenimiento de las señales que se hayan establecido.

Dentro del plazo que se consigne en el Contrato de Obras, el Director Técnico de la Obra, procederá, en presencia del Contratista, a efectuar la comprobación del replanteo, extendiéndose acta de resultado que será firmada por ambas partes interesadas.

Cuando del resultado de la comprobación del replanteo se deduzca la viabilidad del Proyecto, a juicio del Director de las Obras y sin reserva por parte del Contratista, se dará por aquel la autorización para iniciarlas, haciéndose constar este extremo explícitamente en el acta extendida, de cuya autorización quedará notificado el Contratista por el hecho de suscribirla y empezándose a contar el plazo de ejecución de las obras desde el día siguiente al de la firma del acta.

En caso contrario, cuando el Director de las Obras entienda necesaria la modificación parcial o total de las obras proyectadas o el Contratista haga reservas, se hará constar en el acta que queda suspendida la iniciación de las obras total o parcialmente hasta que el Director de las Obras dicte la resolución oportuna. En tanto sea dictada esta resolución y salvo el caso que resulten infundadas las reservas del Contratista, las obras se considerarán suspendidas temporalmente desde el día siguiente a la firma del acta.

## Documento 2: Pliego de condiciones

El acuerdo de autorizar el comienzo de las obras una vez superadas las causas que lo impidieron, requiere un acto formal con debida notificación al Contratista, dando origen al cómputo del plazo de ejecución desde el día siguiente al que tenga lugar la misma. Los replanteos de detalle o complementarios del general hecho por la Dirección de Obra, serán efectuados por el Contratista, según vayan siendo necesarios para la realización de las distintas partes de la obra, debiendo tener conformidad escrita de la Dirección de las Obras antes de comenzar la parte de que se trate, sin cuyo requisito será plenamente responsable de los errores que pudieran producirse tomando a su cargo cualquier operación que fuese necesaria para su corrección.

Está obligado el Contratista a poner en conocimiento del Ingeniero Director de la Obra, cualquier error o insuficiencia que observase en las referencias de replanteo general hecho por la Dirección de Obra, aun cuando ello no hubiera sido advertido al hacerse la comprobación previa a que da lugar el Acta. En tal caso, el Contratista podrá exigir que se levante Acta complementaria de ésta, en la que consten las diferencias observadas y la forma de subsanarlas.

### 3.13 Contradicciones en la documentación

Lo mencionado en este Pliego de Condiciones y omitido en los documentos del Proyecto o definición de los precios o viceversa, deberá ser ejecutado como si estuviera contenido en todos estos documentos.

En caso de contradicción entre los documentos del Proyecto y el Pliego, prevalecerá lo prescrito en este último, salvo indicación en contra por parte de la Dirección de Obra.

### 3.14 Confrontación de planos y medidas

El Contratista deberá confrontar todos los planos que le hayan sido facilitados y deberá informar al Ingeniero Director de la Obra sobre cualquier contradicción.

El Contratista deberá confrontar todos los planos y comprobar las cotas antes de aparejar la obra, y será responsable de cualquier error que hubiera podido evitar de haberlo hecho.

### 3.15 Construcciones auxiliares y provisionales

El Contratista está obligado al cumplimiento de la normativa actual vigente, sobre señalización de las obras.

Documento 2: Pliego de condiciones

Serán de cuenta del Contratista los gastos de construcción, desmontaje y retirada de las construcciones auxiliares para oficinas, almacenes, cobertizos, caminos de servicio; los de protección de materiales y la propia obra contra todo deterioro, daño o incendio, cumpliendo los Reglamentos vigentes para el almacenamiento de explosivos o carburantes, los de limpieza de los espacios interiores y exteriores y evacuación de desperdicios y basuras; los de construcción, conservación y retirada de pasos y caminos provisionales, alcantarillas, señales de tráfico y demás recursos necesarios para proporcionar seguridad y facilitar el tránsito dentro de las obras; los derivados de dejar tránsito a peatones y carruajes durante la ejecución de las obras; los de construcción, conservación, limpieza y retirada de las instalaciones sanitarias provisionales y de limpieza de los lugares ocupados por las mismas; los de retirada al fin de la obra de instalaciones, herramientas, materiales, etc., y limpieza general de la obra. Asimismo, será de cuenta de la Contrata los gastos ocasionados por averías o desperfectos producidos con motivo de las obras.

Será de cuenta del Contratista el montar, conservar y retirar las instalaciones para el suministro de agua y de la energía eléctrica necesaria para las obras y la adquisición de dichas aguas y energía.

Serán de cuenta del Contratista los gastos ocasionados por la retirada de las obras de los materiales rechazados; los de jornales y materiales para las mediciones periódicas para la redacción de certificaciones y los ocasionados por medición final; los de las pruebas, ensayos, reconocimiento y toma de muestras para las recepciones parciales y totales, la corrección de las deficiencias observadas en las pruebas, ensayos, etc., antes citadas, y los gastos derivados de los asientos o averías, accidentes o daños que se produzcan en estas pruebas y procedan de la mala construcción o falta de precaución y la conservación de las obras durante el plazo de garantía.

Serán de cuenta del Contratista la tramitación, adquisición, alquiler o fórmula de uso que proceda de las canteras para obtener materiales de construcción o productos de préstamo. Especialmente, será de cuenta del Contratista la tramitación, negociación, adquisición, alquiler o fórmula de uso que proceda de los vertederos o escombreras destinados a verter los productos sobrantes de las excavaciones, incluso la indemnización a los propietarios, canon de vertedero, etc.



Documento 2: Pliego de condiciones

Todas estas obras estarán supeditadas a la aprobación del Ingeniero Director de la Obra en lo que se refiere a ubicación y cotas e incluso al aspecto de las mismas cuando la obra principal así lo exija.

### 3.16 Ritmo de ejecución de los trabajos

El Constructor o Instalador desarrollará las obras en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Director Técnico del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

### 3.17 Orden de los trabajos

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en los que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

### 3.18 Facilidades para otros contratistas

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

### 3.19 Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Director Técnico en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Constructor o Instalador está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente.

### 3.20 Prórroga por causa de fuerza mayor

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Constructor o Instalador, este no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminirlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Técnico. Para ello, el Constructor o Instalador expondrá, en escrito dirigido al Técnico, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

### 3.21 Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obra estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

### 3.22 Condiciones generales de ejecución de los trabajos

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entregue el Técnico al Constructor o Instalador, dentro de las limitaciones presupuestarias.

### 3.23 Trabajos defectuosos

El Constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en el Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala gestión o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exima de responsabilidad el control que compete al Técnico, ni tampoco el hecho de que los trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre serán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Documento 2: Pliego de condiciones

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Director Técnico advierta vicios o defectos en los trabajos citados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y para verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción o ambas, se planteará la cuestión ante la Propiedad, quien resolverá.

### 3.24 Vicios ocultos

Si el Técnico tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos que se observen serán por cuenta del Constructor o Instalador, siempre que los vicios existan realmente.

### 3.25 Materiales y aparatos. Procedencia

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que cualquier documento del proyecto preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y para proceder a su empleo o acopio, el Constructor o Instalador deberá presentar al Técnico una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se indiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

### 3.26 Materiales no utilizables

El Constructor o Instalador, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Se retirarán de esta o se llevarán al vertedero, cuando así lo ordene el Técnico.

### 3.27 Gastos ocasionados por pruebas y ensayos

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras serán por cuenta de la contrata.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

### 3.28 Limpieza de las obras

Es obligación del Constructor o Instalador mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca un buen aspecto.

### 3.29 Documentación final de la obra

El Director Técnico facilitará a la Propiedad la documentación final de las obras, con las especificaciones y contenido dispuesto por la legislación vigente, valiéndose de la documentación as-built proporcionada por la empresa constructora y/o instaladora.

### 3.30 Plazo de garantía

El plazo de garantía será de doce meses, y durante este período el Contratista corregirá los defectos observados, eliminará las obras rechazadas y reparará las averías que por esta causa se produjeran, todo ello por su cuenta y sin derecho a indemnización alguna, ejecutándose en caso de resistencia dichas obras por la Propiedad con cargo a la fianza.

El Contratista garantiza a la Propiedad contra toda reclamación de tercera persona, derivada del incumplimiento de sus obligaciones económicas o disposiciones legales relacionadas con la obra.

Tras la Recepción Definitiva de la obra, el Contratista quedará relevado de toda responsabilidad salvo en lo referente a los vicios ocultos de la construcción.

### 3.31 Conservación de las obras recibidas provisionalmente

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva, correrán a cargo del Contratista.

Documento 2: Pliego de condiciones

Por lo tanto, el Contratista durante el plazo de garantía será el conservador del edificio, donde tendrá el personal suficiente para atender a todas las averías y reparaciones que puedan presentarse, aunque el establecimiento fuese ocupado o utilizado por la propiedad, antes de la Recepción Definitiva.

### 3.32 De la recepción definitiva

La recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del Constructor o Instalador de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la norma de conservación de los edificios y quedarán solo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción.

### 3.33 Prórroga del plazo de garantía

Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Director Técnico marcará al Constructor o Instalador los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza.

### 3.34 Recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida

En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudadas por otra empresa.

## 4 CONDICIONES ECONÓMICAS

### 4.1 Composición de los precios unitarios

El cálculo de los precios de las distintas unidades de la obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Se considerarán costes directos:

- La mano de obra, con sus pluses, cargas y seguros sociales, que intervienen directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de la obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- Los equipos y sistemas técnicos de la seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tenga lugar por accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obras.
- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considerarán costes indirectos:

- Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

Se considerarán Gastos Generales:

- Los Gastos Generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la administración legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos.

Beneficio Industrial:

Documento 2: Pliego de condiciones

- El Beneficio Industrial del Contratista se establece en el 6 por 100 sobre la suma de las anteriores partidas.

Precio de Ejecución Material:

- Se denominará Precio de Ejecución Material al resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del Beneficio Industrial y los gastos generales.

Precio de Contrata:

- El precio de Contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.
- El IVA gira sobre esta suma pero no integra el precio.

#### 4.2 Precio de contrata. Importe de contrata

En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja cualesquiera se contraten a riesgo y ventura, se entiende por Precio de Contrata el que importa el coste total de la unidad de obra, es decir, el precio de Ejecución material, más el tanto por ciento (%) sobre este último precio en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista. Los Gastos Generales se estiman normalmente en un 13% y el beneficio se estima normalmente en 6 por 100, salvo que en las condiciones particulares se establezca otro destino.

#### 4.3 Precios contradictorios

Se producirán precios contradictorios solo cuando la Propiedad por medio del Técnico decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Técnico y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos. Si subsistiese la diferencia se acudirá en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto y, en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

#### 4.4 Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras (con referencia a Facultativas).

#### 4.5 De la revisión de los precios contratados

Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el Calendario, un montante superior al cinco por ciento (5 por 100) del importe total del presupuesto de Contrato.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el Calendario de la oferta.

#### 4.6 Acopio de materiales

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la Propiedad ordena por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el Propietario son, de la exclusiva propiedad de este; de su guarda y conservación será responsable el Contratista.

#### 4.7 Responsabilidad del constructor en el bajo rendimiento de los trabajadores

Si de los partes mensuales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el Constructor al Director Técnico, éste advirtiese que los rendimientos de la mano de obra, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al Constructor o Instalador, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el Director Técnico.

Si hecha esta notificación al Constructor o Instalador, en los meses sucesivos, los rendimientos no llegasen a los normales, el Propietario queda facultado para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe del quince por ciento (15 por 100) que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al Constructor en las liquidaciones quincenales que preceptivamente



Documento 2: Pliego de condiciones

deben efectuársele. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

#### 4.8 Relaciones valoradas y certificaciones

En cada una de las épocas o fechas que se fijen en el contrato que rija en la obra, formará el Contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el Técnico.

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando el resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderal o numeral correspondiente a cada unidad de la obra y a los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas.

Al Contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación, se le facilitarán por el Técnico los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de diez (10) días a partir de la fecha de recibo de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos o devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas. Dentro de los diez (10) días siguientes a su recibo, el Director Técnico aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si las hubiera, dando cuenta al mismo de su resolución.

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el Director Técnico la certificación de las obras ejecutadas.

De su importe se deducirá el tanto por ciento que para la constitución de la fianza se haya preestablecido.

Las certificaciones se remitirán al Propietario, dentro del mes siguiente al período a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere.

#### 4.9 Mejoras de obras libremente ejecutadas

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Director Técnico, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Director Técnico, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

#### 4.10 Abono de trabajos presupuestados con partida alzada

El abono de los trabajos presupuestados en partida alzada, se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

- Si existen precios contratados para unidades de obra iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.
- Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.
- Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo el caso de que en el Presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso, el Director Técnico indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de Administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el Presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes.

#### 4.11 Pagos

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Director Técnico, en virtud de las cuales se verifican aquéllos.

Documento 2: Pliego de condiciones

#### 4.12 Indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un tanto por mil (o/oo) del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de Obra.

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

#### 4.13 Demora de los pagos

Se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de Pagos, cuando el Contratista no justifique en la fecha el presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

#### 4.14 Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Director Técnico haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Director Técnico ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Director Técnico introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

#### 4.15 Unidades de obra defectuosas pero aceptables

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Director Técnico de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando

Documento 2: Pliego de condiciones

dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

#### 4.16 Seguro de las obras

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya y a medida que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc.; y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Director Técnico.

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

#### 4.17 Conservación de la obra

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de las obras durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario antes de la recepción definitiva, el Director Técnico en representación del Propietario, podrá disponer todo

Documento 2: Pliego de condiciones

lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación abonándose todo ello por cuenta de la Contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Director Técnico fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

#### 4.18 Uso por el contratista del edificio o bienes del propietario

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Propietario, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Propietario a costa de aquél y con cargo a la fianza.

## 5 PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES DE OBRA CIVIL

### 5.1 Examen y prueba de materiales

#### 5.1.1 Presentación previa de muestras

No se podrá realizar el acopio ni empleo de ninguna clase de materiales, sin que previamente se hayan presentado por el Contratista muestras adecuadas para que puedan ser examinadas y aceptadas, en su caso en los términos y forma prescritos en este Pliego o que, en su defecto, pueda decidir la Dirección de las obras.

#### 5.1.2 Ensayos

Las pruebas y ensayos ordenados, se llevarán a cabo en el laboratorio que designe la Dirección de las obras. Se utilizarán para los ensayos, las normas que en los diversos artículos de este capítulo se fijan.

Se designan por UNE, las Normas de la Asociación Española de Normalización.

El número de ensayos que se fijan en cada artículo, se da a título orientativo, pudiendo variar dicho número a juicio de la Dirección de las Obras.

En caso de que el Contratista no estuviera conforme con los resultados de los ensayos realizados, se someterá la cuestión al Laboratorio Central de Ensayo de Materiales de Construcción, del "Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas", siendo obligatoria, para ambas partes, la aceptación de los resultados que en él se obtengan.

### 5.2 Materiales para la formación de terraplenes y relleno de zanjas

#### 5.2.1 Calidad

Los materiales a emplear en la formación de terraplenes y relleno de zanjas serán suelos o materiales locales, constituidos por productos que no contengan materia orgánica descompuesta, estiércol, materiales congelantes, raíces, terreno vegetal o cualquier otro material similar.

Los materiales se podrán obtener de las excavaciones realizadas en la obra o de los préstamos que autorice la Dirección de Obra.

Documento 2: Pliego de condiciones

Se clasificarán en los siguientes tipos: suelos inadecuados, suelos tolerables, suelos adecuados y suelos seleccionados. Las características de dichos materiales estarán de acuerdo con las condiciones exigidas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3/75, artículos 330 y 332).

En el núcleo y cimentación de terraplenes se utilizarán suelos adecuados o tolerables según el PG-3, compactados al 95% PN y en los 50 cm de coronación se emplearán suelos seleccionados compactados al 100% PN.

El material a emplear en los rellenos de zanjas de las conducciones, relleno de pozos y relleno del exceso de excavación en obras de fábrica, deberá reunir como mínimo las características correspondientes a suelos seleccionados o adecuados según se definen en el PG-3/75.

#### 5.2.2 Ensayos

El contratista comprobará que la calidad de los materiales a emplear se ajusta a la especificada mediante los oportunos ensayos, que se realizarán sobre una muestra representativa como mínimo una vez antes de iniciar los trabajos y posteriormente con la siguiente periodicidad:

- Una vez al mes
- Cuando se cambie la cantera o préstamo.
- Cuando se cambie de procedencia o frente.
- Cuando lo exija la Dirección de Obra.

Las normas de ensayo a utilizar serán las siguientes:

- Un ensayo proctor normal (NLT-107).
- Un ensayo de contenido de sulfatos (UNE 103201).
- Un ensayo de densidad y humedad in situ (NLT-109).
- Un ensayo proctor normal sobre el material colocado (NLT-107).

La densidad que se alcance en terraplenes no será inferior a la máxima obtenida en el ensayo proctor normal (NLT 107).

El contratista prestará especial cuidado a los materiales procedentes de la excavación efectuando una inspección visual de carácter continuado acerca de la homogeneidad del mismo.

### 5.3 Áridos para morteros y hormigones

#### 5.3.1 Calidad

Los áridos cumplirán las especificaciones del artículo 30 del Código Estructural.

Se utilizarán áridos artificiales, procedentes del machaqueo de rocas, siempre que sean de grano duro, no deleznable y de densidad no inferior a dos enteros cuatro décimas (2,4). La utilización de arenas de menos densidad, exigirá el previo análisis en laboratorio para dictaminar acerca de sus cualidades.

Los áridos gruesos podrán obtenerse de graveras o machaqueo de piedras naturales. El tamaño máximo de los áridos gruesos, nunca será superior a ochenta milímetros.

La granulometría de áridos para los distintos hormigones, se fijará de acuerdo con ensayos previos para obtener la curva óptima y la compacidad más conveniente, adoptando, como mínimo, tres tamaños. Estos ensayos se harán cuantas veces sean necesarios, para que la Dirección de la Obra apruebe las granulometrías a emplear.

#### 5.3.2 Ensayos

Por cada doscientos metros cúbicos o fracción de árido grueso a emplear, se realizará:

- Un ensayo granulométrico (UNE 7050-1/2/3/4)

Por cada cien metros cúbicos o fracción de árido fino, se realizarán los siguientes ensayos:

- Un ensayo granulométrico (UNE 7050-1/2/3/4)
- Un ensayo de determinación de la materia orgánica (UNE-EN 1744-1).

### 5.4 Cemento

#### 5.4.1 Calidad

El empleo de cemento de cualquier tipo diferente a los anteriores, habrá de ser autorizado por la Dirección de la Obra con las condiciones que en su caso establezca. Cuando la Dirección de la obra estime conveniente o necesario el empleo de un cemento especial, resistente a alguna agresividad de subsuelo, el Contratista seguirá sus indicaciones. El cemento, además, cumplirá las siguientes prescripciones:

- Estabilidad del volumen



Documento 2: Pliego de condiciones

- La expansión de cualquier tipo de cemento no debe ser superior a 10 mm (UNE-EN 196-3).
- El contenido de cal libre será inferior al 1,5% del peso total. (UNE 80243).
- Regularidad.

En el transcurso de la obra el cemento deberá tener características homogéneas.

#### 5.4.2 Transporte y almacenamiento

El cemento será transportado en envases de papel, de un tipo aprobado oficialmente en los que deberá figurar expresamente el tipo de cemento, y la marca de fábrica, o bien, a granel en depósitos herméticos en cuyo caso deberá acompañar a cada remesa el documento de envío con las mismas indicaciones citadas. Las cisternas empleadas para el transporte del cemento, estarán dotadas de medios mecánicos para el trasiego rápido de su contenido a los silos de almacenamiento.

El cemento se almacenará de manera que permita el fácil acceso, para la adecuada inspección o identificación de cada remesa, en un almacén o sitio protegido convenientemente contra la humedad del suelo y paredes. Si el cemento se almacena en sacos, éstos se apilarán dejando corredores entre las distintas pilas. Cada capa de cuatro sacos, como máximo, se colocará un tablero o tarima que permita la aireación de las pilas de sacos.

El Contratista establecerá un sistema de contabilidad del cemento con sus libros de entrada y salida, de tal modo que, en cualquier momento, pueda la Administración comprobar las existencias y el gasto de este material.

#### 5.4.3 Ensayos y pruebas

A la entrada de cada partida de cemento en los almacenes o silos de las obras, el Contratista presentará a la Dirección de Obra una hoja de resultados de características físicas y químicas que se ajustarán a lo prescrito en la Instrucción para la Recepción de Cementos RC-16. Dicha hoja podrá ser la que la contrata exija a su suministrador de cemento, bien entendido, que el Contratista presentará resultados de resistencias a compresión en mortero normalizado a dos, siete y veintiocho días, debiéndose cumplir los mismos que marca la Instrucción RC-16.

Documento 2: Pliego de condiciones

La Dirección de la obra hará las comprobaciones que estime oportunas y, en caso de que no se cumpliera alguna de las condiciones prescritas por el citado Pliego, rechazará la totalidad de la partida y podrá exigir al Contratista la demolición de las obras realizadas con dicho cemento.

Independientemente de dichos ensayos, cuando el cemento, en condiciones atmosféricas normales, haya estado almacenado en sacos durante el período igual o superior a tres semanas, se procederá a la comprobación de que las condiciones de almacenamiento han sido adecuadas, repitiéndose los ensayos de recepción indicados, que serán de cuenta del Contratista.

Cuando el ambiente sea muy húmedo o con condiciones atmosféricas especiales, la Dirección de la Obra podrá variar, a su criterio, el indicado plazo de tres semanas.

#### 5.4.4 Productos químicos aditivos

Es de aplicación el artículo 28 del Código Estructural.

La adición de productos químicos en morteros y hormigones con cualquier finalidad aunque fuese por deseo del Contratista y a su costa, no podrá hacerse sin autorización expresa de la Dirección de Obra, que podrá exigir la presentación de ensayos o certificación de características a cargo de algún Laboratorio Oficial, en los que se justifique, que la sustancia agregada en las proporciones previstas produce el efecto deseado sin perturbar excesivamente las restantes características del hormigón o mortero sin representar un peligro para la durabilidad del hormigón ni para la corrosión de armaduras.

Si, por el contrario, fuese la Dirección de obra la que decidiese el empleo de algún producto aditivo o corrector, el Contratista estará obligado a hacerlo en las condiciones que le señale aquella.

#### 5.5 Hormigones

##### 5.5.1 Definición

Es de aplicación el artículo 33 del Código Estructural.

Se definen como hormigones los productos formados por mezcla de cemento, agua, árido fino, árido grueso y eventualmente productos de adición, que al fraguar y endurecer adquieren una notable resistencia.

Documento 2: Pliego de condiciones

La rotura de probetas se hará en un laboratorio designado por la Dirección de las obras, estando el Contratista obligado a transportarlas al mismo antes de los siete días a partir de su confección, sin percibir por ello cantidad alguna.

Caso de que la resistencia característica resultará inferior a la carga de rotura exigida, el Contratista estará obligado a aceptar las medidas correctoras que adopte la Dirección de la Obra, reservándose siempre ésta el derecho a rechazar al elemento de obra, o bien a considerarlo aceptable, pero abonable a precio inferior al establecido en el cuadro para la unidad de que se trate.

La densidad o peso específico que deberán alcanzar todos los hormigones no será inferior a dos enteros cuarenta centésimas (2,40) y si la media de seis probetas, para cada elemento ensayado, fuera inferior a la exigida en más del dos por ciento, la Dirección de la Obra podrá ordenar todas las medidas que juzgue oportunas para corregir el defecto, rechazar el elemento de obra o aceptarlo con una rebaja en el precio de abono.

En caso de dificultad o duda por parte de la Dirección de la obra para determinar esta densidad con probetas de hormigón tomadas antes de su puesta en obra, se extraerán del elemento de que se trate las que aquella juzgue precisas, siendo de cuenta del Contratista todos los gastos que por ello se motiven.

La relación máxima agua / cemento a emplear, será la señalada por el Contratista, salvo que, a la vista de ensayos al efecto, la Dirección de la obra decidiera otra, lo que habría de comunicar por escrito al Contratista, quedando éste relevado de las consecuencias que la medida pudiera tener en cuanto a resistencia y densidad del hormigón de que se trate, siempre que hubiera cumplido con precisión, todas las normas generales y particulares aplicables al caso.

#### 5.5.2 Ensayos

El control de la calidad del hormigón se extenderá normalmente a su consistencia y a su resistencia.

El control de la consistencia del hormigón se realizará en todas las amasadas. Se determinará mediante el asiento en el cono de Abrams (norma UNE-EN 12350-2).

El control de la resistencia del hormigón se realizará según lo especificado por el Código Estructural, artículo 57. El control será estadístico a nivel normal.

Documento 2: Pliego de condiciones

La obra se dividirá en lotes para la comprobación de su resistencia a compresión.

La cantidad mínima de probetas a moldear por cada ensayo de resistencia a compresión será de seis, con objeto de romper dos a los siete días y cuatro a los veintiocho días.

Serán de aplicación para los ensayos del hormigón las siguientes normas:

- Determinación de la consistencia del hormigón fresco (UNE-EN 12350-2).
- Toma de muestras de hormigón fresco (UNE-EN 12350-1).
- Fabricación, conservación y rotura de probetas de hormigón (UNE-EN 12390-1/2 y UNE-EN 12390-3).

## 5.6 Mallas electrosoldadas

Las mallas electrosoldadas para elementos resistentes cumplirán lo establecido en el Artículo 35.2.1 del Código Estructural y serán del tipo de mallas corrugadas.

## 5.7 Tubos de PVC para aguas residuales

Cumplirán las características definidas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Saneamiento de Poblaciones.

Tuberías de polietileno

Las tuberías de polietileno utilizadas serán fabricadas a partir de polietileno de alta densidad (PE-80-A) y cumplirán lo establecido en las normas UNE-EN 12201-2 y UNE-EN 13244-1/2.

## 6 CONDICIONES TÉCNICAS QUE REGIRÁN EN LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS CIVILES

### 6.1 Desbroce, limpieza del terreno y explanación

Se realizará un desbroce del área a explanar para proceder a continuación a la extracción de todos los postes, plantas, malezas, árboles, arbustos, matorrales, raíces, tierra vegetal y cualquier otro material desechable, de acuerdo a lo indicado en los planos del Proyecto y se transportarán a vertedero todos los materiales mencionados.

Para el desbroce de los árboles no se procederá al corte de su tronco, puesto que ello conllevaría la permanencia de raíces o tocones en el terreno. Se procederá por tanto al arranque de los árboles mencionados y extracción de sus raíces.

Se retirarán y se transportarán a vertedero todos los escombros existentes en la parcela.

En aquellas zonas donde la capa superior del terreno esté esponjada por cultivos o por césped y contenga restos orgánicos, dicha capa debe ser extraída completamente después de haber realizado la limpieza, desbroce y extracción de troncos.

Para la realización de los trabajos en los puntos anteriores, el Contratista realizará las vías de acceso necesarias para la circulación de la maquinaria.

Si al realizar cualquier explanación o excavación, el Contratista encontrara terreno con estratificación anormal, manantiales de agua, aguas subterráneas, cimentaciones antiguas, tendidos eléctricos existentes o elementos similares, deberá consultar con la Dirección de Obra, antes de proceder a dicho trabajo.

### 6.2 Nivelación de la superficie del terreno

Previamente a la aportación del nuevo material y efectuada la limpieza y extraída la tierra vegetal se escarificará y apisonará la zona para pasar a la siguiente fase, no sin antes haber regado la superficie.

### 6.3 Ejecución plataforma

Una vez realizada la nivelación de la superficie siguiendo el perfil natural del terreno, se sacarán perfiles transversales cada 5 o 10 metros al menos, o bien los que a juicio de la Dirección de Obra se estime oportuno, fijándolos en virtud de los cambios de la silueta del terreno.

Sobre la superficie resultante de la nivelación preliminar y obtención de datos para dibujos de los perfiles, se realizará el relleno, por tongadas cuyo espesor máximo antes de compactar será de 25cm, en el caso de utilizar material areno-arcilloso o zahorras. A la vista de los perfiles y comparándolos con las elevaciones bajo pavimento que fija el Proyecto, se decidirá si procede el excavar lo sobrante y transportar este material a vertedero o bien utilizarlos como relleno en otras zonas de la Planta, tratándose siempre de compensar los rellenos con las tierras procedentes de las excavaciones, y si ello no es posible, se aportarán tierras del exterior.

También se tendrá en cuenta que, debido a las dificultades que puedan existir para la circulación de maquinaria sobre el terreno natural (arena, etc.), la primera tongada de la plataforma se extenderá de manera que conforme se vaya ejecutando permita la circulación de maquinaria convencional sobre ella.

Posteriormente al extendido de cada tongada (25cm de espesor) se procederá a un perfecto nivelado, retirándose todos aquellos materiales que no cumplan con las Normas, Códigos y Especificaciones.

En caso necesario se procederá al riego del material a utilizar, bien en cantera o en obra, disponiendo siempre de los medios necesarios para la ejecución del mismo.

Si el material presenta un exceso de humedad no deberá ser utilizado en la obra; sin embargo, si ello ocurriese sería a cuenta del Subcontratista el escarificado de la zona correspondiente o el saneo y posterior relleno de los posibles blandones.

Una vez nivelada la tongada y presentado el material un adecuado contenido de humedad se procederá a compactar la misma mediante la utilización de maquinaria adecuada (rodillo de pata de cabra, rodillos vibrantes, etc.).

El “rodillo vibrante” realizará el número de pasadas necesarias, con velocidad adecuada, hasta conseguir el grado de compactación exigido, sin embargo, se darán como mínimo cinco pasadas

Documento 2: Pliego de condiciones

realizadas sobre una misma alineación y entre dos alineaciones contiguas se establecerán una zona de solape.

En zonas especiales como pueden ser los bordes de talud, así como otras que establezca la Dirección de Obra, las “pasadas” de rodillo se realizarán en direcciones perpendiculares.

La superficie de las tongadas deberá presentar las pendientes convenientes para que en caso de lluvia no se formen acumulaciones de agua.

A lo largo de la operación del movimiento de tierras, será responsabilidad del Contratista la protección de rellenos y taludes contra la erosión, quien construirá donde se requieran, cunetas de desviación para evitar la acumulación de agua o erosión en áreas de relleno. Toda reparación que se necesite en zonas de relleno (blandones) o en taludes (corrimientos) por efecto de un drenaje inadecuado, será a cargo del Contratista.

Si por efecto de las lluvias o por circulación indebida de maquinaria, alguna tongada aprobada previamente se deteriorase, se volverá a ensayar, recompartar o levantar. Por lo tanto, cualquier relleno dañado deberá retirarse y reemplazarse.

La cantidad de material de relleno será medido por el método de las secciones transversales después de compactado y nivelado y se tendrá en cuenta el asentamiento probable de las áreas para cumplir con las elevaciones indicadas en planos.

Previamente a la finalización del terraplén la Dirección de Obra decidirá si procede el extendido en coronación de una capa de zahorra de 10 cm de espesor (una vez compactada), en aquellas zonas que se indiquen.

La tolerancia en la superficie final totalmente compactada será de  $\pm 3$ cm.

## 6.4 Excavaciones

### 6.4.1 Generalidades

Se efectuarán las excavaciones locales para ubicar las casetas de transformadores, reparto de energía y control correspondientes con maquinaria y útiles apropiados, teniendo muy en cuenta dejar taludes reglamentarios para seguridad de personas y maquinaria.

En las excavaciones se comprobarán replanteos, ejes y elevaciones.

Documento 2: Pliego de condiciones

Para plantas en funcionamiento se tendrán en cuenta los requisitos de la Dirección de Obra para la aplicación de los medios a emplear en la excavación (manual, a máquina o la combinación de ambos).

Se verificarán las dimensiones de la excavación incluso en los taludes y sobre-anchos necesarios. Tanto los taludes como los sobre-anchos son variables, dependiendo estos de las magnitudes de la excavación, de la calidad del terreno y también del tipo de encofrado que se vaya a emplear, ladrillo, madera, panel metálico, etc.

Se verificará el fondo de excavaciones (apisonando) para asegurarse que no existirán asentamientos inadmisibles, efectuándose las pruebas requeridas.

#### 6.4.2 Maquinaria de movimiento de tierras

Para proceder a la ejecución del movimiento de tierras, el Contratista deberá mantener permanentemente en obra y para uso exclusivo en la misma, además de la maquinaria habitual para que en este tipo de trabajo se consigan los resultados y rendimientos exigidos, los siguientes medios:

- Palas o Bulldozers para la excavación, movimiento y carga del material.
- Camiones "volquetes", tipo medio para el transporte.
- Motoniveladora.
- Cuba de riego. Es de destacar que el mecanismo de salida del agua debe ser tal que ésta no se vierta en forma de un único chorro.
- Rodillo vibrante de 10 toneladas de peso muerto, como mínimo.
- Rodillo de "pata de cabra".
- En caso de que se juzgue necesario el Contratista dispondrá de pequeños compactadores manuales, tipo bandeja vibrante o "ranas".
- El Contratista dispondrá (si procede) de maquinaria capaz de circular sobre arena, especialmente en las fases de desbroce y de nivelación.

#### 6.4.3 Excavación en roca

Es aquella que se efectúa sobre roca sana, en la que deben ser utilizadas voladuras, cuñas, taladros, morteros hidráulicos o cualquier método no habitual de excavación o desmonte. En cualquier caso, la elección del método de excavación más apropiado será a criterio de la Dirección de Obra.



Documento 2: Pliego de condiciones

Cuando sea necesaria la utilización de explosivos, se seguirán estrictamente todas las normativas y leyes vigentes (tanto locales como nacionales) en todo lo referente al transporte, almacenaje y uso de los mismos. Es responsabilidad del Contratista la obtención de los permisos, licencias, advertencias a las autoridades y cualquier otro tipo de procedimiento administrativo que esté establecido legalmente ya sea a nivel nacional o local. Los procedimientos seguidos limitarán estrictamente las proyecciones de materiales y las vibraciones emitidas, de manera que no se afecte a las parcelas colindantes. El Contratista presentará un estudio a la Dirección de Obra en el que queden reflejados los métodos constructivos y las medidas a adoptar para dar cumplimiento a todo lo anteriormente expuesto.

Los volúmenes de excavación se medirán en su estado natural de acuerdo con los planos de referencia y perfiles topográficos. No será de abono cualquier sobre-ancho efectuado por el Contratista sobre los perfiles teóricos, ni se admitirán taludes distintos de los establecidos en los planos. La unidad de medida es el m<sup>3</sup>.

#### 6.4.4 Excavación en zanja para conducciones

##### 6.4.4.1 Definición

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para conseguir emplazamiento adecuado de las conducciones. Su ejecución comprende las operaciones de excavación, nivelación con la capa de asiento y evacuación del terreno y el consiguiente apilado para su posterior utilización y traslado del sobrante a vertedero. Están incluidas también las entibaciones, apeos y agotamientos.

Todo ello realizado de acuerdo con las presentes prescripciones, con las alineaciones, cotas y dimensiones indicadas en los planos, y con lo que, sobre el particular, ordene la Dirección de Obra.

##### 6.4.4.2 Ejecución

El Contratista notificará a la Dirección de las Obras, con la antelación suficiente, el comienzo de cualquier excavación a fin de poder efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno inalterado.

Una vez efectuado el replanteo de las zanjas la Dirección de las Obras autorizará la iniciación de las obras de excavación.

Documento 2: Pliego de condiciones

Cuando aparezca agua en las zanjas que se estén excavando se utilizarán los medios e instalaciones necesarias para su evacuación.

La excavación continuará hasta llegar a la profundidad señalada en los planos y hasta obtener una superficie firme y limpia, a nivel o escalonada, según se ordene.

Las superficies se acabarán con un refino, hasta conseguir una diferencia inferior a 5cm respecto a las superficies teóricas.

#### *6.4.4.3 Retirada de productos*

Los productos de las excavaciones se depositarán a un solo lado de las zanjas, dejando libres los caminos, riberas, acequias, etc.

Se tomarán las precauciones necesarias para evitar que las lluvias inunden las zanjas abiertas, no siendo de abono los desprendimientos en tales zanjas.

### *6.5 Control y ensayos de movimiento de tierras*

Todos los ensayos serán realizados por el Contratista y controlados por la Dirección de Obra.

Tanto los ensayos realizados por el propio Contratista, como los efectuados por Laboratorios Oficiales para contrastar los ensayos ejecutados, correrán a cargo del Contratista.

El Control de la ejecución de ensayos se realizará sobre material antes de compactar, al comenzar y posteriormente cuando cambie el tipo de material (Proctor Modificado según Norma NLT-108).

## 7 NORMAS GENERALES PARA EL ABONO DE LAS DISTINTAS UNIDADES DE OBRA

Se indica en este capítulo la forma de medición y abono de las unidades fundamentales que conforman toda obra civil.

El abono se efectuará por aplicación a la medición resultante de los precios que el Contratista haya definido en el Cuadro de Precios del Proyecto.

El Contratista podrá incluir, en su Proyecto de Construcción, unidades de obra no especificadas en el Cuadro de Precios. En este caso, será el propio Contratista quien deberá proponer la forma de efectuar la medición y el abono, justificando en todo caso la necesidad de haber introducido dicha unidad nueva.

La Dirección de Obra se reservará el derecho de rechazar, aprobar o sustituir dichas unidades nuevas por otras que, cumpliendo su función, exista definición concreta en el Cuadro de Precios.

Los precios se refieren a unidades totalmente terminadas, ejecutadas de acuerdo con la definición de los Planos y con las condiciones del Pliego y aptas para ser recibidas por la Dirección de Obra.

Todos los trabajos, medios auxiliares y materiales que sean necesarios para la correcta ejecución y acabado de cualquier unidad de obra, se considerarán incluidos en el precio de la misma, aunque no figuren todos ellos especificados en su descripción.

Todos los gastos que, por su concepto, sean asimilables a los considerados como gastos indirectos quedan incluidos en los precios de las unidades de obra del Proyecto cuando no figuren en el Presupuesto valorados en unidades de obra o en partidas alzadas.

Serán de cuenta de la Contrata los gastos de inspección, vigilancia y ensayos de la obra civil con un porcentaje máximo de uno por ciento (1%) respecto del volumen de la obra.

También serán de cuenta de la Contrata, y quedan absorbidos por los precios:

- Los gastos originados al practicar los replanteos y la custodia y reposición de estacas, marcas y señales.

Documento 2: Pliego de condiciones

- Las indemnizaciones a la Administración y a terceros por todos los daños que cause con las obras y por la interrupción de los servicios públicos o particulares.
- Las catas para mejor definición de la infraestructura.
- Los gastos de establecimiento y desmontaje de almacenes, talleres y depósitos, así como las acometidas de energía eléctrica y agua, y sus consumos.
- La implantación y conservación de señales de tráfico y elementos para la seguridad del tráfico rodado y peatonal, de acuerdo con la normativa vigente y el vallado temporal de la ejecución de las obras.
- Los gastos de protección de todos los materiales y de la propia obra contra todo deterioro durante el periodo de construcción y durante el plazo de garantía.
- Los gastos derivados de la más estricta vigilancia para dar cumplimiento a todas las disposiciones relacionadas con la seguridad personal de los obreros en el trabajo.
- La retirada de todas las instalaciones, herramientas, materiales, etc., y la limpieza general final de la obra para su Recepción.
- Los vertederos necesarios para el vertido de sobrante, incluso habilitación, compra o indemnización y arreglo final del mismo.

En el caso de que el Contratista no cumpliera con alguna de las obligaciones expresadas, la Dirección de Obra, previo aviso, podrá ordenar que se ejecuten las correspondientes labores con cargo a la Contrata.

En el Cuadro de Precios se establece también la descomposición de los precios y será de aplicación, únicamente, en los casos de rescisión de obra, trabajos que pudieran realizarse como imprevistos o Administración, o de abono de materiales acopiados a pie de Obra. En las certificaciones, los acopios se valorarán al porcentaje del importe establecido contractualmente, y que como mínimo será del 75%, y asignado en el Cuadro de Precios al suministro del material a pie de obra afectado de los coeficientes de contrata y adjudicación.

## 8 NORMAS GENERALES PARA EL ABONO DE LAS DISTINTAS UNIDADES DE ELECTRICIDAD

Se indica en este capítulo la forma de medición y abono de las unidades fundamentales que conforman toda la parte eléctrica.

El abono se efectuará por aplicación a la medición resultante de los precios que el Contratista haya definido en el Cuadro de Precios del Proyecto.

El Contratista podrá incluir, en su Proyecto de Construcción, unidades de obra no especificadas en el presente Pliego. En este caso, será el propio Contratista quien deberá proponer la forma de efectuar la medición y el abono, justificando en todo caso la necesidad de haber introducido dicha unidad nueva.

La Dirección de Obra se reservará el derecho de rechazar, aprobar o sustituir dichas unidades nuevas por otras que, cumpliendo su función, exista definición concreta en el Pliego.

Los precios se refieren a unidades totalmente terminadas, ejecutadas de acuerdo con la definición de los Planos y con las condiciones del Pliego y aptas para ser recibidas por la Dirección de Obra.

Todos los trabajos, medios auxiliares y materiales que sean necesarios para la correcta ejecución y acabado de cualquier unidad de obra, se considerarán incluidos en el precio de la misma, aunque no figuren todos ellos especificados en su descripción.

Todos los gastos que, por su concepto, sean asimilables a los considerados como gastos indirectos quedan incluidos en los precios de las unidades de obra del Proyecto cuando no figuren en el Presupuesto valorados en unidades de obra o en partidas alzadas.

Serán de cuenta de la Contrata los gastos de inspección, vigilancia y ensayos de las obras de electricidad con un porcentaje máximo de uno por ciento (1%) respecto del volumen de la obra, así como las cargas fiscales que se deriven de las disposiciones legales vigentes.

También serán de cuenta de la Contrata, y quedan absorbidos por los precios:

- La instalación de baja tensión en la parte de corriente continua.
- La instalación de baja tensión en la parte de corriente alterna.

Documento 2: Pliego de condiciones

- La instalación de media tensión en los anillos de unión de los centros de transformación.
- La instalación de media tensión en los centros de transformación.
- La instalación de media tensión en el centro de reparto y energía.
- Los gastos de establecimiento y desmontaje de almacenes, talleres y depósitos, así como las acometidas de energía eléctrica y agua, y sus consumos.
- La implantación y conservación de señales de tráfico y elementos para la seguridad del tráfico rodado y peatonal, de acuerdo con la normativa vigente y el vallado temporal de la ejecución de las obras.
- Los gastos de protección de todos los materiales y de la propia obra contra todo deterioro durante el periodo de construcción y durante el plazo de garantía.
- Los gastos derivados de la más estricta vigilancia para dar cumplimiento a todas las disposiciones relacionadas con la seguridad personal de los obreros en el trabajo.
- La retirada de todas las instalaciones, herramientas, materiales, etc., y la limpieza general final de la obra para su Recepción.
- Los vertederos necesarios para el vertido de sobrante, incluso habilitación, compra o indemnización y arreglo final del mismo.

En el caso de que el Contratista no cumpliera con alguna de las obligaciones expresadas, la Dirección de Obra, previo aviso, podrá ordenar que se ejecuten las correspondientes labores con cargo a la Contrata.

En el Cuadro de Precios se establece la descomposición de los precios y será de aplicación, únicamente, en los casos de rescisión de obra, trabajos que pudieran realizarse como imprevistos o Administración, o de abono de materiales acopiados a pie de Obra. En las certificaciones, los acopios se valorarán al porcentaje del importe establecido contractualmente, y que como mínimo será del 75%, y asignado en el Cuadro de Precios al suministro del material a pie de obra afectado de los coeficientes de contrata y adjudicación.

## 9 PLIEGO DE CONDICIONES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Los centros de transformación utilizados en este proyecto contarán con transformadores de intemperie, en donde las celdas de media tensión podrán ir incluidas en un centro prefabricado de hormigón o en una envolvente metálica.

### 9.1 Centro prefabricado de hormigón

Si las celdas de media tensión van incluidas en un prefabricado de hormigón, estos centros serán de hormigón armado y vibrado, en fabricación monobloque, es decir, una sola pieza formada por el suelo y las cuatro paredes que se tapa con el techo o cubierta. Está cubierta tendrá en su perímetro un alojamiento en el que se empotran las cuatro paredes y asegura la estanqueidad interior.

El suelo es una losa empotrada en los cuatro bordes, capaz de soportar los esfuerzos verticales producidos por su propio peso más la sobrecarga de uso y para absorber los momentos a los que va a estar sometido, siendo suficiente instalarlo sobre un lecho de arena de unos 10cm de espesor, que facilita un reparto uniforme de los esfuerzos.

Al ser construcción monobloque no presentará ninguna junta de unión y permitirá realizar las armaduras como una sola pieza y por lo tanto asegurar la continuidad eléctrica de las mismas.

Las puertas estarán construidas con chapa galvanizada y se protegen con pintura epoxi polimerizada al horno que cumple con la norma UNE-EN 1520 Pinturas y barnices.

Las cerraduras serán las que solicite la Dirección de Obra.

Los edificios cumplirán con el Código Estructural, actualmente en vigor.

#### 9.1.1 Hormigón

Resistencia característica:  $f_{ck} = 45\text{N/mm}^2$ . Consistencia seca sin aditivos, pudiéndose pasar a blanda con la utilización de fluidificantes.

#### 9.1.2 Cemento

El cemento empleado es del denominado en la Norma UNE-EN 197-1 como CEM I 52,5 R, de Alta Resistencia inicial, con una resistencia mínima a los dos días de  $30\text{N/mm}^2$  y a los 28 días de  $52,5\text{N/mm}^2$ .

### 9.1.3 Agua

El agua utilizada cumplirá con el Código Estructural.

### 9.1.4 Armaduras

Los aceros que emplea en la construcción de armaduras es acero soldable, de acuerdo con UNE 36092. O mallas electrosoldadas corrugadas de acero B 500T de acuerdo con la Norma UNE 36099.

Las características mecánicas, que son objeto de garantía, son las siguientes:

- Resistencia a tracción  $R_m$  550N/mm<sup>2</sup>
- Límite elástico  $R_e$  500N/mm<sup>2</sup>
- Alargamiento de rotura  $A_5(\min)$  12%

### 9.1.5 Coeficientes de seguridad

De acuerdo con el vigente Código Estructural, los coeficientes de seguridad introducidos son:

- Mayorización de acciones  $\gamma_f = 1,6$
- Minorización del hormigón  $\gamma_c = 1,5$
- Minoración del acero  $\gamma_s = 1,15$

### 9.1.6 Pantalla de Faraday

La armadura de la caseta, al ser ésta monobloque, estará totalmente conexcionada de manera que las mallas electrosoldadas y las barras de corrugado que la componen estarán unidas por soldadura.

Entre la armadura de la cubierta y la del monobloque se realizan dos conexiones mediante malla de cobre que se atornilla, con adecuados terminales, a casquillos metálicos embebidos en el hormigón y que se han soldado a las respectivas armaduras.

### 9.1.7 Fabricación moldes

Estarán contruidos apropiadamente y poseerán una resistencia y rigidez suficiente para resistir, sin asientos ni deformaciones perjudiciales, los esfuerzos de fabricación previstos y mantener las dimensiones de la estructura dentro de la tolerancia máxima del 1%. Los moldes serán suficientemente estancos como para poder impedir pérdidas apreciables en la lechada.



Documento 2: Pliego de condiciones

Todas las superficies serán lisas y sin porosidad apreciable. Las superficies interiores de los moldes aparecen siempre limpias en el momento del hormigonado sin restos de pinturas ni ningún otro producto de protección en sus superficies.

#### 9.1.8 Vertido de hormigón

El hormigón se depositará en el molde a una velocidad tal que fluya en todas las direcciones (todas las partes del molde, y que recubre todas las barras) sin segregación de materiales. Para la correcta compactación se utilizarán vibradores externos

#### 9.1.9 Curado

Durante el fraguado y primer período de endurecimiento del hormigón, se asegurará el mantenimiento de la humedad, adoptando para ello las medidas necesarias.

Tales medidas se prolongarán durante el plazo apropiado al tipo, clase y categoría del cemento, la temperatura y grado de humedad del ambiente, etc.

#### 9.1.10 Desmoldeo

Los distintos elementos que constituyen los moldes se retiran mediante un sistema hidráulico sin producir sacudidas ni choques en la estructura. Esta operación no se realizará hasta que el hormigón haya alcanzado la resistencia necesaria para soportar, con suficiente seguridad y sin deformaciones los esfuerzos a los que va a estar sometido durante y después del desmoldeo.

#### 9.1.11 Ensayos de centros prefabricados de hormigón

##### 9.1.11.1 Ensayos de recepción en fábrica

##### A. ENSAYOS DE TIPO

##### 1. Ensayos mecánicos

- a. Resistencia mecánica
- b. Verificación del grado de protección de la envolvente

##### 2. Ensayos eléctricos.

- a. Equipotencialidad
- b. Nivel de aislamiento de las cajas de seccionamiento

##### 3. Ventilación

Documento 2: Pliego de condiciones

- 4. Impermeabilidad de la cubierta
- B. ENSAYOS DE SERIE
  - a. Continuidad eléctrica solera, paredes y cubierta
  - b. Resistencia a compresión del hormigón
  - c. Funcionamiento de hojas de puerta y enclavamientos

*9.1.11.2 Ensayos de recepción definitiva*

Una vez se encuentre el centro de transformación en la planta de almacenamiento, se examinarán los elementos fundamentales, no debiendo presentar éste señal alguna de anomalía por calentamiento, golpes, esfuerzos mecánicos o mala manipulación.

Se dispone del periodo de garantía para observación del comportamiento de los centros de transformación en servicio continuo, transcurrido el cual, y en caso satisfactorio, se llevará a cabo la recepción definitiva con la firma del correspondiente protocolo por parte de la dirección de Obra.

En caso de observarse algún síntoma de anormalidad durante este período se procederá a ensayar nuevamente los transformadores en fábrica por cuenta del Suministrador.

**9.2 Celdas de 30 kV**

**9.2.1 General**

La presente especificación define los requisitos mínimos que deben cumplir las Celdas de Media Tensión de tipo fijo y el edificio en el que están contenidos.

El Contratista realizará el dimensionamiento de los equipos y sus componentes sobre la base de las condiciones de operación y servicio aquí especificadas.

Las Celdas estarán diseñadas para una sencilla inspección, limpieza y facilidad de mantenimiento, y de tal manera que la continuidad en el servicio y la fiabilidad de operación sean las consideraciones más importantes.

Todos los materiales utilizados serán nuevos. No está permitido el uso de amianto.

### 9.2.2 Códigos y normas

Los Códigos y Normas utilizados en España, deberán ser tenidos en cuenta en todos los diseños y trabajos. Se prestará especial atención a las siguientes normativas:

- Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión.
- UNE-EN 62271-200. Aparatación bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores de 1kV e inferiores a 52kV.
- UNE-EN 60529. Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).

### 9.2.3 Características constructivas

Las celdas estarán ampliamente dimensionadas para las condiciones de servicio especificadas en la Memoria y en los diagramas unifilares.

Las celdas incluirán, además de aquellos elementos y aparellaje normalmente integrados en las mismas (embarrados principal, secundario y auxiliar, aisladores, pasamuros, etc.) todos aquellos otros (transformadores de protección y/o medida, interruptores, seccionadores, relés de protección y auxiliares, etc.) que deban ir alojados en las mismas. La totalidad de los elementos y equipos antes indicados se suministrarán debidamente instalados y conexiados.

Las celdas estarán diseñadas de forma que celdas con las mismas prestaciones sean intercambiables.

El conjunto de celdas deberá poder ampliarse por ambos extremos mediante la adición de nuevas celdas. La ampliación podrá realizarse sin modificar las celdas adyacentes, y de forma que no sea necesario quitar tensión hasta que se realice la conexión de los embarrados.

Todas las celdas dispondrán de chimeneas y trampillas que permitan la evacuación de gases en caso de defecto.

En la construcción de las celdas se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad personal, no debiendo ser accesible ninguna parte con tensión de las mismas al realizar las operaciones que normalmente se ejecutan durante la explotación de la planta.

Documento 2: Pliego de condiciones

En cada celda se dispondrán cáncamos que permitan su elevación y manipulación; la resistencia mecánica de las celdas o de los conjuntos de celdas (en caso de que estas se suministren unidas formando conjuntos de dos o más celdas), será la adecuada para no sufrir daños ni distorsión cuando se transporten o eleven.

A efectos de facilidad de transporte, montaje y manipulación, se suministrarán conjuntos de celdas (unidades de transporte), con longitud inferior a 3m.

#### 9.2.4 Compartimentos. General

Cada celda estará dividida en dos compartimentos accesibles y separados entre sí mediante una pantalla aislante o chapa metálica. El compartimiento superior estará destinado al embarrado principal y, dependiendo de la ejecución, a derivaciones y contactos fijos del seccionador; el compartimiento inferior estará destinado a los aparatos de maniobra, transformadores de medida, conexión de cables, etc.

#### 9.2.5 Compartimiento de barras

Contendrá el embarrado general y estará situado en la parte superior de la celda.

El compartimiento superior será accesible, para inspección y mantenimiento de las barras. La apertura de este compartimiento se deberá realizar solo con la utilización de herramientas especiales.

En el compartimiento de referencia se dispondrán los soportes del embarrado que serán de material no higroscópico y resistentes al calor; estos soportes deberán diseñarse y disponerse de forma que sujetando a las barras de forma adecuada permitan el movimiento de estas en sentido longitudinal para evitar los esfuerzos originados por la dilatación. En el sentido transversal, la sujeción de las barras proporcionada por los soportes, será lo suficientemente rígida y resistente para soportar, sin sufrir daños, los esfuerzos dinámicos y térmicos que se puedan originar en caso de cortocircuito.

#### 9.2.6 Compartimiento de aparellaje

Estará destinado a alojar los elementos de maniobra, medida y/o protección que componen cada salida, acometida o equipo de medida, de acuerdo con lo que se indique en el diagrama unifilar correspondiente.

Documento 2: Pliego de condiciones

El acceso a este compartimiento no será posible cuando los elementos de maniobra estén conectados.

Como medida de seguridad adicional, se dispondrá una rejilla de separación situada inmediatamente después de la puerta y que al abrir esta, permita la visualización de los elementos instalados en el compartimiento, pero que impida el acceso al interior del mismo.

La parte frontal de este compartimiento, estará dividida verticalmente en dos partes: Una fija en la que se ubicarán los extremos de los ejes de accionamiento de los aparatos de maniobra con accionamiento manual y otra móvil constituida por la puerta de acceso a la celda. En la puerta irán dispuestas mirillas de observación.

#### 9.2.7 Compartimiento de control

En este compartimiento se instalarán los relés de protección, los aparatos de medida que se indiquen en los esquemas unifilares, elementos de mando y bornas de conexión con el exterior.

La estructura de la puerta se reforzará con perfiles de chapa plegada soldados, a fin de proporcionarle la resistencia mecánica adecuada que permita soportar los equipos y elementos en ella instalados.

#### 9.2.8 Carpintería metálica

Las celdas serán autoportantes, de carpintería metálica, constituidas por un bastidor construido en perfiles normalizados o perfiles de chapa plegados, de un mínimo de 2,5mm. de espesor, soldados, que constituyen la estructura de la celda, dan rigidez a la misma y servirán de soporte al equipo y aparellaje principal en ellas instalado. Sobre este bastidor se instalarán las puertas, chapas de cierre que configuran la celda acabada.

La chapa será del tipo blanca, laminada en frío, exenta de óxidos superficiales y asperezas, a fin de evitar, en el momento del curvado y doblado, la formación de fisuras o deformaciones, y el momento del soldado, la formación de cráteres o reabsorción. Todas las partes que deban soldarse se limpiarán y pulirán a fin de que la pintura pueda penetrar bien y evitar así la formación de zonas de oxidación. Las soldaduras exteriores deberán ser mecanizadas y afinadas para obtener un acabado liso.

#### 9.2.9 Pintura

Los equipos cubiertos por esta especificación se someterán a un tratamiento de pintura que los proteja de la corrosión a que pueden estar expuestos en el ambiente en que van a ser instalados.

El tratamiento consistirá en general en:

- Preparado de la superficie con eliminación de rebabas, proyecciones de soldadura, etc.
- Tratamiento de desengrase.
- Tratamiento de fosfatación.
- Aclarado y secado en túnel.
- Aplicación electrostática de pintura epoxy.
- Polimerización de la pintura en horno.

#### 9.2.10 Características eléctricas

Las especificaciones de las celdas son:

- Celda de remonte de las siguientes características: Se especificarán durante el desarrollo del proyecto.
- Celda de protección de transformador con interruptor-fusibles combinados de las siguientes características: Se especificarán durante el desarrollo del proyecto.
- Celdas de protección de medida de las siguientes características: Se especificarán durante el desarrollo del proyecto.
- Celdas de protección de línea de las siguientes características: Se especificarán durante el desarrollo del proyecto

#### 9.2.11 Control de calidad

Se realizará un control de cumplimiento de Normativa solicitando la presentación de:

- Certificado de cumplimiento de normas de empleadas en las celdas.
- Certificado de ensayos realizados.

Se realizará un control dimensional del material para comprobar que coincide con los valores del proyecto.

Se realizará una comprobación del estado del material, así como del embalaje, marcado y condiciones de almacenamiento.

#### 9.2.12 Criterios de aceptación y rechazo

Será motivo de rechazo la no coincidencia de dimensiones, el estado del material o el incumplimiento de la normativa indicada, así como la no presentación de los documentos relacionados en el apartado anterior.

Será asimismo condición de rechazo la insuficiente identificación del equipo a su llegada a obra, la no correspondencia exacta con el previamente aprobado o la existencia de componentes en los que se observen roturas, daños, abolladuras o cualquier tipo de deterioro.

#### 9.2.13 Embarrado general

Las barras serán de cobre electrolítico de alta conductividad, estirado en frío y adecuadas en toda su longitud para la intensidad nominal y de cortocircuito (durante 1 segundo) indicadas en los esquemas unifilares correspondientes.

Las barras serán de sección rectangular con los cantos redondeados o tubulares, estarán separadas entre sí de acuerdo con la tensión nominal y, además, llevarán un recubrimiento de cinta o funda aislante.

Las uniones entre las barras de sección rectangular se realizarán por medio de tornillos de acero inoxidable, de alta resistencia, con tuercas, arandelas y demás dispositivos que impidan el aflojamiento de los mismos. En las barras tubulares las uniones se realizarán mediante dispositivos adecuados que garanticen, tanto la unión eléctrica como la mecánica y proporcionen la rigidez y resistencia mecánica adecuadas.

Las superficies de los embarrados sobre las que se realizarán las uniones, irán plateadas de forma que se eviten calentamientos locales y no se sobrepasen los límites establecidos en la norma IEC 62271-200. El mismo criterio se aplicará a las uniones de las barras, con los elementos de maniobra y conexión (seccionadores, interruptores, etc.).

Tanto los embarrados, como los soportes, uniones, tornillos, etc., estarán dimensionados de forma que soporten los efectos dinámicos de las corrientes de cortocircuito a que pueden estar sometidos.

La identificación de las barras se realizará:

- Fase R (L1) Verde.
- Fase S (L2) Amarillo.

Documento 2: Pliego de condiciones

- Fase T (L3) Marrón.
- Tierra Verde-amarillo.

La secuencia de disposición de las barras será RST de adelante hacia atrás, de arriba abajo o de izquierda a derecha, cuando se mira a la celda desde su parte frontal.

#### 9.2.14 Barra de tierra

Se dispondrá una barra de cobre a lo largo de las celdas, con una sección mínima de 30x5mm que será conectada a la red de tierra. A esta barra se conectarán las partes que lo requieran y en particular las puertas y paneles metálicos.

#### 9.2.15 Aparellaje

Los equipos a utilizar en cada una de las celdas son:

- Celda de derivación de anillo (E/S):
  - Interruptor seccionador de tres posiciones
  - Sistema de detección de tensión capacitivo

Lado SSAA:

- Celda de seccionamiento/remonte:
  - Interruptor seccionador de tres posiciones con mando manual a resorte
  - Enclavamiento por candado
  - Sistema HR de indicación de tensión
  - Indicador de disposición de servicio
  - Pletina de puesta a tierra
- Celda de protección general:
  - Interruptor seccionador de tres posiciones con mando manual a resorte con acumulador de energía
  - Bobina de disparo a 230Vac, 50/60Hz
  - Portafusibles exteriores a la cuba para cartuchos fusibles
  - Fusibles, enclavamiento por candado
  - Sistema HR de indicación de tensión
  - Indicador de disposición de servicio
  - Pletina de puesta a tierra



Documento 2: Pliego de condiciones

- Celda de medida:
  - Transformadores de intensidad
  - Transformadores de tensión
  - Contador

Lado Almacenamiento:

- Celda de seccionamiento/remonte:
  - Interruptor seccionador de tres posiciones con mando manual a resorte
  - Enclavamiento por candado
  - Sistema HR de indicación de tensión
  - Indicador de disposición de servicio
  - Pletina de puesta a tierra
- Celdas protección general:
  - Interruptor seccionador de tres posiciones con mando manual a resorte
  - Sistema HR de indicación de tensión
  - Enclavamiento por candado en serie con interruptor de vacío con contactos auxiliares conmutados)
  - Mando manual a resorte con acumulador de energía
  - Contador de maniobras
  - Indicador de muelles cargados
  - Armario de baja tensión con relé
  - Indicador de disposición de servicio
  - Pletina de puesta a tierra
- Celdas protección transformadores:
  - Interruptor seccionador de tres posiciones con mando manual a resorte
  - Enclavamiento por candado en serie con interruptor de vacío con contactos auxiliares conmutados
  - Mando manual a resorte con acumulador de energía
  - Contador de maniobras
  - Indicador de muelles cargados
  - Armario de baja tensión con relé con protecciones
  - Indicador de disposición de servicio

Documento 2: Pliego de condiciones

- Pletina de puesta a tierra

#### *9.2.15.1 Seccionadores*

Los seccionadores serán tripolares, con características eléctricas (tensión, intensidad, etc.) adecuados al servicio a que van destinados.

Los seccionadores estarán dimensionados para poder soportar, sin daños los esfuerzos térmicos y mecánicos a que pueden estar sometidos en caso de cortocircuito.

El mando será de accionamiento manual por manivela o palanca y permitirá el enclavamiento por cerradura; en cualquier caso, se dispondrán los enclavamientos precisos para impedir que los seccionadores se puedan abrir o cerrar, cuando esté cerrado el interruptor a que van asociados.

Los seccionadores irán equipados con contactos auxiliares para señalización. Como mínimo por cada seccionador se dispondrá un juego con cuatro contactos abiertos y cuatro contactos cerrados.

#### *9.2.15.2 Interruptores*

Los interruptores serán de pequeño volumen de aceite, hexafluoruro de azufre (SF6) o de corte al vacío; con características eléctricas (intensidad nominal, poder de cierre y corte, etc.) adecuadas al servicio a que van destinados.

El interruptor dispondrá de los siguientes accesorios de mando y señalización:

- Mando por acumulación de energía y motor de tensado de muelles
- Bobinas de cierre y apertura por emisión de corriente
- Contactos auxiliares para señalización
- Contactos auxiliares para señalización de muelles destensados
- Contador de maniobras

En los interruptores cuyo mando eléctrico posea algún tipo de enclavamiento, se deberá condenar el mando mecánico.

#### *9.2.15.3 Seccionadores de puesta a tierra*

Los seccionadores serán tripolares, de accionamiento manual por palanca y maniobra brusca, estarán dimensionados ampliamente para las condiciones nominales especificadas en los

Documento 2: Pliego de condiciones

diagramas unifilares y en la Memoria y provistos de los enclavamientos mecánicos necesarios para evitar que puedan ser cerrados si el seccionador principal de la celda está cerrado y que se pueda cerrar el seccionador principal, estando el seccionador de puesta a tierra conectado.

El mando dispondrá de las articulaciones precisas para que al accionar al seccionador se eliminen las tensiones que se pudieran originar por cambios de dirección o transmisiones no axiales.

En caso necesario, el mando estará provisto de enclavamiento por doble cerradura que impida cerrar el seccionador si previamente no están desbloqueados los enclavamientos correspondientes; en este caso, todas las cerraduras precisas estarán incluidas en el suministro de las cabinas.

De acuerdo con la potencia de cortocircuito máxima previsible se han elegido seccionadores de puesta a tierra normalizado y ensayado, cuyas características son:

- Estarán equipados con enclavamiento con el interruptor que se define posteriormente en la descripción particular
- Está constituido por una doble cuchilla y su mecanismo de cierre es brusco y mecánicamente irreversible, lo que garantiza que no existan rebotes, y que una vez cerrado no sea posible su apertura por efecto electrodinámico

#### 9.2.16 Transformadores de tensión e intensidad

##### 9.2.16.1 Transformadores de intensidad

Los transformadores de intensidad se especificarán durante el desarrollo del proyecto. Cumplirán con la norma UNE-EN 61869-2.

Los transformadores tendrán tantos núcleos independientes como arrollamientos secundarios, y dispondrán de doble relación en el primario.

Los bornes del secundario irán cubiertos por tapa precintable que, en el caso de ser de material aislante, será como mínimo de clase A según la norma UNE-EN 60085 y autoextinguible según norma UNE-EN 60695-2-11.

La tornillería a utilizar será de acero inoxidable de calidad mínima A2-70. El transformador incorporará placa de características según norma UNE-EN 61869-2.

Documento 2: Pliego de condiciones

Los transformadores de corriente estarán dimensionados para soportar las solicitaciones térmicas y dinámicas que se producen en caso de cortocircuito. Sus características serán las que figuren en los diagramas unifilares correspondientes.

Podrán funcionar con una intensidad del 120% de la nominal en permanencia sin sufrir deterioro.

La potencia y clase de precisión de los transformadores de intensidad destinados a alimentar elementos de protección, será tal que mantengan su exactitud en casos de sobrecarga y cortocircuito de manera que garanticen la operación correcta y selectiva de las protecciones. El factor de seguridad de los transformadores que alimenten aparatos de medida será  $F_s < 5$ .

Las potencias y la clase de precisión mínimas de los transformadores de intensidad serán las requeridas por el servicio a que se destinan y se indican en los diagramas unifilares.

Los transformadores de intensidad para alimentación a los equipos de medida oficial de energía serán de tipo homologado por la Compañía Eléctrica suministradora de la energía.

#### *9.2.16.2 Transformadores de tensión*

Tendrán las relaciones de transformación, clases de precisión y niveles de aislamiento que se indiquen en los diagramas unifilares.

Tendrán un factor de tensión mínimo de 1,2 Un en permanencia o 1,8 Un durante 30 segundos.

Los transformadores de tensión a instalar en sistemas eléctricos con neutro aislado, dispondrán de un segundo devanado secundario conectado en triángulo abierto (cerrado a través de una resistencia de 60 a 100 ohmios) para evitar o atenuar los efectos de ferro resonancia y detectar los defectos de aislamiento, respecto a tierra, del sistema.

Todos los transformadores de tensión, excepto los destinados a la medida oficial irán protegidos de su lado primario por fusibles de alta capacidad de ruptura.

Los transformadores de tensión para alimentación a los equipos de medida oficial de energía serán de tipo homologado por la Compañía Eléctrica suministradora de la energía.

En los secundarios de los transformadores de tensión, salvo los utilizados para los equipos de medida oficial y de reserva, se dispondrán interruptores automáticos magnetotérmicos.

#### 9.2.17 Protecciones. General

En la puerta de cada celda se dispondrán las protecciones que se indican en los diagramas unifilares. Los relés de protección tendrán niveles de aislamiento según IEC 60255-27.

Los relés de protección serán de tipo estático y de técnica digital y preferiblemente de tipo multifunción. Las unidades de protección serán independientes para cada celda.

Los relés serán de tipo extraíble y sus bases estarán provistas de dispositivos para cortocircuitar los circuitos de los transformadores de corriente en caso de extracción del relé para mantenimiento y/o ajuste. Llevarán incorporados elementos de señalización que indiquen la actuación de los mismos. En caso de que el relé reúna dos funciones deberá existir señalización independiente de la actuación de cada una de ellas.

Los relés llevarán contactos de salida libres de potencial para:

- Disparo
- Alarma

La señalización y control sobre los que actuarán los contactos antes relacionados tendrá un sistema de "lógica positiva" por lo tanto, la posición de los contactos será "cerrado" cuando se confirme la señal demandada.

Los relés dispondrán de almacenamiento de los valores de disparo y dispondrán de una puerta de comunicación serie basada en uno de los siguientes protocolos:

- Foundation field bus.
- Profibus.
- Modbus.

En la elección de las protecciones se tendrá en cuenta el sistema de puesta a tierra previsto.

En los circuitos de disparo se preverán relés de tipo biestable para mantener el disparo y bloquear la orden de cierre.

##### 9.2.17.1 Protecciones de los circuitos de control

Para el control de cada celda se dispondrán, como mínimo, interruptores magnetotérmicos, con contactos auxiliares para los siguientes servicios:

Documento 2: Pliego de condiciones

- Motor de carga de muelles.
- Circuitos de cierre y disparo/alimentación de los relés.
- Señalización.
- Alumbrado y calefacción.

La señalización externa sobre la que actuarán los contactos auxiliares de los interruptores magnetotérmicos antes relacionados tendrá un sistema de "lógica negativa", por lo tanto, la posición de los contactos será "cerrado" cuando se confirme que el interruptor está cerrado.

Las señales indicativas de "falta de tensión de medida", "falta de tensión de mando", "falta de tensión de control" etc. deben indicar sólo lo que es realmente una "falta de tensión" originada por la actuación de las protecciones de los transformadores de tensión (fusibles en lado primario o interruptores magnetotérmicos en secundario).

#### 9.2.18 Aparatos de medida

En la puerta de cada celda se dispondrán los aparatos de medida que se indiquen en el esquema unifilar correspondiente.

Los aparatos de medida de tipo analógico serán de clase de precisión 1,5, con escala antiparalaje de 240 y con tornillo de regulación para puesta a "cero".

#### 9.2.19 Elementos de mando y señalización

Como elementos de mando se dispondrán selectores o pulsadores con contactos con la capacidad de corte o cierre necesaria para abrir o cerrar la corriente de las bobinas de accionamiento de los interruptores.

A efectos de tener una indicación clara de la configuración eléctrica de las celdas, en el frente de cada una de ellas se dispondrá un sinóptico serigrafiado, con los colores normalizados.

Para señalización se utilizarán pilotos o diodos luminiscentes (LED) que señalarán el estado (abierto-cerrado) de cada uno de los elementos de maniobra que componen la celda.

Los elementos de señalización se dispondrán en la parte fija del frente del compartimiento inferior de la celda y ubicados, respecto al sinóptico, de forma que indiquen claramente el elemento de maniobra a que corresponden.

#### 9.2.20 Cableado de mando y control

El cableado se realizará totalmente de acuerdo con los esquemas realizados por el Contratista y aprobados por la Dirección de Obra.

El cableado se realizará hasta las regletas, bornas o puntos de conexión terminales. Ningún tipo de cableado deberá dejarse pendiente para ser terminado en obra. Para las funciones de sincronización se cablearán hasta bornas las tres fases y el neutro (punto de estrella) del secundario de los transformadores de tensión.

Las bornas de conexión se dispondrán verticalmente en la parte anterior-inferior de las celdas, de forma que queden accesibles y a la vez protegidas de eventuales daños que se puedan originar al acceder o manipular los equipos o elementos principales instalados en las celdas.

Los extremos de los cables irán marcados de forma conveniente y equipados con terminales adecuados a la borna o terminal a que van a ser conectados; la fijación de estos terminales al extremo del conductor se realizará mediante compresión o tornillo, estando prohibida la fijación por soldadura.

Todos los cables se conectarán mediante terminales a presión preaislados, terminados en punta o con forma de horquilla.

Las bornas de conexión con el exterior se montarán sobre perfil DIN y serán de tipo seccionable. En los circuitos de medida y protección se utilizarán bornas con puntos de prueba. Las bornas serán de melamina y de fabricación Phoenix o Weidmuller.

Se suministrará una reserva de bornas libres del 20% en cada regleta de bornas.

#### 9.2.21 Enclavamientos

Se dispondrán como mínimo los siguientes enclavamientos en las celdas correspondientes:

- Mecánico que impida abrir la puerta de la celda si el seccionador principal no está abierto.
- Mecánico que impida cerrar o abrir el seccionador principal sin que el interruptor esté abierto.
- Mecánico que impida cerrar el seccionador de puesta a tierra sin que esté abierto el seccionador principal.

Documento 2: Pliego de condiciones

- Mecánico que impida cerrar el seccionador principalmente si está conectado el seccionador de puesta a tierra.
- En los circuitos de control se preverán los enclavamientos eléctricos necesarios para evitar maniobras incorrectas en los interruptores sobre los que se puede efectuar la sincronización.

## 9.2.22 Identificaciones

### 9.2.22.1 Celdas

Todas las celdas deberán ser marcadas para su identificación.

El marcado se realizará mediante etiquetas de plástico blanco, con letras marcadas en negro. La altura de las letras será de 30mm.

La fijación de las etiquetas de identificación se realizará mediante remaches o tornillos, nunca con pegamento.

La identificación de las celdas se efectuará de acuerdo con las denominaciones que se indiquen en los esquemas unifilares.

### 9.2.22.2 Aparellaje

Todo el aparellaje instalado en las celdas deberá ser marcado con la designación que el mismo tenga en los esquemas de Control y Cableado. En los relés enchufables se deberán marcar con la misma designación tanto la base como el relé a ella insertado.

El marcado o identificación de estos elementos se realizará mediante etiquetas marcadas con letras indelebles.

### 9.2.22.3 Cableado de mando y control

Todos los cables llevarán identificación del punto al que van conectados. El criterio de identificación será indicando en cada terminal la borna del aparato a la que se conecta el otro extremo. Dicha identificación se realizará por medio de anillos de plástico flexible, con marcas de tipo indeleble.

### 9.2.22.4 Bornas de mando, control y auxiliares

El marcado se realizará de acuerdo con la identificación que cada borna tenga en los esquemas de control y cableado.



#### *9.2.22.5 Protecciones*

Las protecciones incluidas en cada una de las celdas se identificarán en el frontal de la misma mediante placas con rótulos de tipo indeleble colocados adyacentes al relé de protección.

Dichos rótulos contendrán la designación de cada relé en los esquemas de control y mando de la celda correspondiente, junto con la función del mismo "Sincronismo", "Sobreintensidad", etc.

#### *9.2.22.6 Aparatos de medida*

El criterio de identificación será el mismo que para los relés.

#### *9.2.22.7 Calefacción*

Se dispondrán resistencias de calefacción en cada celda para evitar condensaciones; las resistencias serán adecuadas para ser alimentadas a 220V, F+N, 50Hz, estarán reguladas por termostato y protegidas, cada una, por un interruptor automático magnetotérmico.

La temperatura máxima de la superficie de las resistencias no excederá los 200°C. Se colocará una protección que impida el contacto accidental con la resistencia caliente.

Las resistencias de calefacción deberán estar montadas lo suficientemente alejadas de cables y equipos para evitar daños en el aislamiento producidos por el calor.

### *9.2.23 Ensayos*

Todas las celdas serán sometidas a las siguientes pruebas:

#### *9.2.23.1 En fábrica*

- Ensayo de rigidez dieléctrica, según IEC 62271-200, entre circuitos de Media Tensión y masa
- Medida de aislamiento
- Ensayo de rigidez dieléctrica entre los circuitos de control y masa, con tensión de 2000 V-50Hz, durante un minuto
- Pruebas funcionales mecánicas y eléctricas

Para estas pruebas, se deberá avisar a la Dirección de Obra, con suficiente antelación, para que pueda asistir a las mismas si así lo desea.

#### *9.2.23.2 En el Emplazamiento*

- Verificación del conexionado interno de las celdas y externo entre celdas

Documento 2: Pliego de condiciones

- Medida de aislamiento
- Pruebas funcionales
- Ajuste de protecciones

### 9.3 Transformadores 30/0,690 kV

#### 9.3.1 General

El objeto de esta especificación es definir las características técnicas, para el suministro de un transformador sumergido.

#### 9.3.2 Alcance del suministro

- En el alcance de suministro se incluye:
- El transformador sumergido en aceite o aislamiento en seco.
- Sus accesorios
- Los ensayos de recepción en fábrica
- Transporte al lugar de montaje y descarga

#### 9.3.3 Normas

Según publicaciones UNE-EN 600761 y UNE 21428.

#### 9.3.4 Especificaciones generales

##### 9.3.4.1 Características técnicas

Sus características mecánicas y eléctricas se ajustarán a las Normas UNE 21428, UNE-EN 60076 y a las normas particulares de la compañía suministradora, siendo especificadas durante el desarrollo del proyecto.

##### 9.3.4.2 Diseño, materiales y fabricación

El transformador será sumergido en aceite y con refrigeración por circulación natural de aire (AN).

Las bornas de conexión estarán dimensionadas para el flujo de corriente asignada, tanto en alta como en baja. Los pasatapas de baja tensión cumplirán con lo indicado en la norma UNE-EN 50386. Los transformadores se suministrarán con la pieza plana de acoplamiento (pala).

El uso de transformadores en instalaciones de almacenamiento aconseja disminuir las pérdidas hasta mínimos técnicos posibles. Las pérdidas ofertadas serán evaluadas según normativa UNE.

Documento 2: Pliego de condiciones

Los niveles acústicos deberán tener valores inferiores a los definidos en la normativa. El nivel de potencia acústica se medirá según lo especificado en norma UNE-EN 60076-10.

Los arrollamientos serán de cobre y el aislamiento de clase A según norma UNE-EN 60085.

Los humos o vapores que pudieran producirse en caso de incendio no serán ni tóxicos ni químicamente agresivos.

Los devanados de MT deberán estar provistos de un dispositivo de cambio de tomas sin tensión a base de puentes de cobre desmontables.

Los transformadores dispondrán de ruedas de fundición de hierro y cáncamos para su suspensión, si así se requiriese.

También estará provisto de dos bornas de puesta a tierra de masas, situada en la parte inferior derecha de las dos carcasas de mayor dimensión del transformador, adecuadas para conectar mediante terminal de presión.

El transformador deberá estar provisto de una placa de características y esquema de conexiones, atornillada al transformador en la parte prevista como frontal del mismo. En dicha placa, deberán consignarse, entre otros, los siguientes datos:

- Tipo de transformador
- Nombre del fabricante
- Número de serie del fabricante
- Año de fabricación
- Potencia nominal en kVA
- Frecuencia nominal en Hz
- Tensión nominal primaria/secundaria en V y de las tomas
- Intensidad nominal primaria/secundaria en A
- Símbolo del grupo de conexión
- Tensión de cortocircuito en % referida a la tensión primaria
- Método de refrigeración
- Volumen aislante a 20°C
- Masa a desencubar
- Masa total en kg

Documento 2: Pliego de condiciones

- Nivel de potencia acústica
- Elemento aislante

El transformador llevará dispuesta en su parte frontal una placa normalizada de peligro de descarga eléctrica.

El transformador, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por el resto de los equipos.

*9.3.4.3 Características de funcionamiento*

Ante un disparo de la carga, se exige que sea capaz de soportar la aplicación de 1,4 veces la tensión asignada durante 5 segundos, de acuerdo con UNE-EN 60076-2.

El transformador deberá estar diseñado de forma que sea capaz de soportar sin daño, en cualquiera de las tomas, las solicitaciones mecánicas y térmicas que se produzcan a causa de un cortocircuito.

Para la determinación de los esfuerzos mecánicos en condiciones de cortocircuito, el valor de cresta de la intensidad de cortocircuito inicial se calculará de acuerdo a lo indicado en UNE-EN 60076-5.

En condiciones de cortocircuito, la temperatura media del cobre, calculada de acuerdo con lo indicado en UNE-EN 60076-5 no deberá exceder de 350°C suponiendo una temperatura inicial en el núcleo de 120°C y una duración del cortocircuito de 2 segundos.

El nivel de descargas parciales en cualquiera de los devanados será inferior a 10pC medidos según UNE-EN 60076-3.

*9.3.4.4 Incrementos de temperaturas admisibles.*

La clase de temperatura de aislamiento será F.

El incremento máximo medio (medido por variación de resistencia) de temperatura de los arrollamientos a plena carga y con temperaturas de aire de refrigeración -10...40°C, no debe sobrepasar 80°C.

*9.3.4.5 Sistema de refrigeración*

El sistema utilizado será ONAN.

Documento 2: Pliego de condiciones

*9.3.4.6 Conmutadores de tomas*

El transformador estará equipado con un conmutador de tomas de ajuste de relación en vacío y en el lado de alta tensión.

*9.3.4.7 Niveles de aislamiento*

El dimensionamiento de las bobinas del transformador se efectuará en fases posteriores del proyecto.

*9.3.4.8 Accesorios*

En el suministro se incluirá:

- Anillas de alzado
- Puntos de conexión de tierra
- Ruedas y soportes de elevación

*9.3.4.9 Repuestos*

Según recomendación del Suministrador.

*9.3.4.10 Ensayos en fábrica.*

Se realizarán los ensayos de rutina según UNE 214287 y IEC 60076. El transformador será sometido en fábrica a los ensayos de rutina y específicos detallados más adelante, estando aquellos completamente montados y con todos sus accesorios instalados.

Los ensayos de recepción se harán de acuerdo con UNE-EN 60076.

Todos los instrumentos que formen parte de los ensayos de recepción serán proporcionados por el suministrador y estarán calibrados por un organismo oficial.

*9.3.4.11 Ensayos de Rutina y de tipo*

Según UNE 60076-1.

*9.3.4.12 Ensayos Específicos*

Aquellos acordados con el fabricante y conforme a UNE 60076-1.

*9.3.4.13 Ensayos de recepción definitiva*

Una vez se encuentre el transformador en la planta de almacenamiento, se examinarán los elementos fundamentales del transformador, no debiendo presentar éste, señal alguna de anomalía por calentamiento, golpes, esfuerzos mecánicos o mala manipulación.

Documento 2: Pliego de condiciones

En el momento de la adjudicación se acordará la fecha de comienzo de un plazo de 500 horas para observación del comportamiento de los transformadores en servicio continuo, transcurrido el cual, y en caso satisfactorio, se llevará a cabo la recepción definitiva con la firma del correspondiente protocolo por parte de la Dirección de Obra.

En caso de observarse algún síntoma de anormalidad durante este período se procederá a ensayar nuevamente los transformadores en fábrica por cuenta del Suministrador.

*9.3.4.14 Placa de características.*

La placa debe llevar los datos requeridos por las normas CEI.

*9.3.4.15 Control de calidad Especificaciones de control de calidad*

Se realizará un control de cumplimiento de Normativa solicitando la presentación de:

- Certificado de cumplimiento de normas citadas en el apartado anterior
- Certificado de ensayos realizados, que serán como mínimo para cada partida los indicados en la normativa

Los ensayos de rutina o individuales se indican en la norma de aplicación.

Se realizará un control dimensional del material para comprobar que coincide con los valores del proyecto.

Se realizará una comprobación del estado del material, así como del embalaje, marcado y condiciones de almacenamiento.

*9.3.4.16 Criterios de aceptación y rechazo*

Será motivo de rechazo la no coincidencia de dimensiones, el estado del material o el incumplimiento de la normativa indicada, así como la no presentación de los documentos relacionados en el apartado anterior.

Será asimismo condición de rechazo la insuficiente identificación del equipo a su llegada a obra, la no correspondencia exacta con el previamente aprobado o la existencia de componentes en los que se observen roturas, daños, abolladuras o cualquier tipo de deterioro.

**9.4 Cables de potencia**

#### 9.4.1 Cables de potencia de media tensión

Los cables de media tensión se especificarán durante la realización del proyecto.

#### 9.4.2 Cables de potencia de baja tensión

##### 9.4.2.1 Definición

Los cables para Baja Tensión cumplirán con los requisitos establecidos en Reglamento y Normas siguientes:

- UNE-EN 60332-3-10. Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 3-10: Ensayo de propagación vertical de la llama de cables colocados en capas en posición vertical. Equipos.
- UNE-EN 60332-3-21. Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 3-21: Ensayo de propagación vertical de la llama de cables colocados en capas en posición vertical. Categoría A F/R.
- UNE-EN 60332-3-22. Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 3-22: Ensayo de propagación vertical de la llama de cables colocados en capas en posición vertical. Categoría A.
- UNE-EN 60332-3-23. Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 3-23: Ensayo de propagación vertical de la llama de cables colocados en capas en posición vertical. Categoría B.
- UNE-EN 60332-3-24. Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 3-24: Ensayo de propagación vertical de la llama de cables colocados en capas en posición vertical. Categoría C.
- UNE-EN 60228. Conductores de cables aislados.
- UNE 21089-1. Identificación de los conductores aislados de los cables.
- UNE 21144. Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible.
- UNE 211003-1. Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada de 1 kV ( $U_m = 1,2$  kV) a 3 kV ( $U_m = 3,6$  kV).
- UNE 21123-2. Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV. Parte 2: Cables con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de policloruro de vinilo.

Documento 2: Pliego de condiciones

- UNE-EN 60754-1. Ensayo de los gases desprendidos durante la combustión de materiales procedentes de los cables. Parte 1: Determinación del contenido de gases halógenos ácidos.
- UNE-EN 60754-2. Ensayo de los gases desprendidos durante la combustión de materiales procedentes de los cables. Parte 2: Determinación de la acidez (por medida del pH) y la conductividad.
- UNE-EN 61034-1. Medida de la densidad de los humos emitidos por cables en combustión bajo condiciones definidas. Parte 1: Equipo de ensayo.
- UNE-EN 61034-2. Medida de la densidad de los humos emitidos por cables en combustión bajo condiciones definidas. Parte 2: Procedimientos de ensayo y requisitos.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

Las características constructivas de los cables de baja tensión se especificarán durante el proyecto.

Aislamiento: Los espesores mínimos serán los indicados en las normas UNE 21123-2 y UNE-EN 50525-2-51, según el servicio a que se destine el cable.

Revestimiento interno y relleno: Las características del revestimiento interno y los espesores correspondientes estarán de acuerdo con la norma UNE 21123-2.

Designación: La designación de los cables de baja tensión se realizará según UNE 21123-2. Todos los cables tendrán identificación cada 2m en la cubierta, la norma con la que están contruidos.

Condiciones de embalaje y marcado de cables: Los cables serán suministrados arrollados a bobinas de madera o metálicas, que llevarán una placa metálica donde figuren los datos siguientes:

- Nombre y marca del fabricante.
- Número de serie del cable.
- Año de fabricación.
- Tensión nominal.
- Composición del conductor.
- Longitud en metros.



Documento 2: Pliego de condiciones

- Peso total en kg.
- Indicación del origen y destino del cable.
- Número de bobina.

La distribución de cables en las diferentes bobinas, así como las longitudes de los contenidos de las mismas, se elegirán de forma que se puedan efectuar las distintas tiradas previstas sin necesidad de realizar empalmes intermedios.

*9.4.2.2 Control de calidad*

ESPECIFICACIONES DE CONTROL DE CALIDAD

Se realizará un control dimensional del material para comprobar que coincide con los valores del proyecto.

Se realizará una comprobación del estado del material, así como del embalaje, marcado y condiciones de almacenamiento.

Se realizará un control de cumplimiento de Normativa solicitando la presentación de:

- Certificado de cumplimiento de normas citadas en el apartado anterior.
- Certificado de ensayos realizados, que serán como mínimo para cada partida los siguientes:

Ensayos individuales sobre cada pieza o bobina: Los ensayos individuales que figuran a continuación, se realizarán sobre todas las bobinas de un suministro antes de su entrega en la obra:

- > Medida de la resistencia óhmica del conductor
- > Ensayo de tensión a frecuencia industrial
- > Medida de la resistencia de aislamiento

Para los cables de fuerza y alumbrado, los ensayos de tensión y aislamiento se efectuarán de acuerdo con la norma UNE 21123-2, aplicándose para los cables de control la norma UNE-EN 50525-2-51.

Se podrán solicitar los siguientes ensayos opcionales:

Carga de rotura y alargamiento: Se determinarán estos valores en el aislamiento para cada sección de cables, según la norma UNE 21123-2, y en las siguientes condiciones:

Documento 2: Pliego de condiciones

- > Antes del envejecimiento.
- > Después del envejecimiento en estufa de aire.

Ensayos en fábrica: Durante el proceso de fabricación del cable, la Propiedad o sus representantes podrán realizar en fábrica los controles y pruebas que se estimen oportunos, en orden a garantizar un correcto suministro.

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

Será motivo de rechazo la no coincidencia de dimensiones, el estado del material o el incumplimiento de la normativa, así como la no presentación de los documentos relacionados en el apartado anterior.

Será asimismo condición de rechazo la insuficiente identificación del equipo a su llegada a obra, la no correspondencia exacta con el previamente aprobado o la existencia de componentes en los que se observen roturas, daños, abolladuras o cualquier tipo de deterioro.

## 9.5 Montaje eléctrico

### 9.5.1 Cables de potencia de media tensión

El tendido y montaje de los cables de media y alta tensión, se realizará de acuerdo con las siguientes consideraciones:

- El tendido de los cables se realizará por ternas, amarrándose estos mediante bridas de PVC a la bandeja, habiendo una fijación al menos cada 2 metros
- Si el tendido es aéreo, estos irán alojados en la bandeja superior.
- Si el tendido se hace mediante zanja, estos irán por la parte inferior de la zanja y en tubo.
- La pantalla de estos cables se unirá a tierra únicamente en uno de los extremos, pasando ésta a través del transformador toroidal en caso de llevarlo.
- En el otro extremo la pantalla se encintará al cable, estando ésta aislada de cualquier parte metálica.
- Los soportes de estos cables, podrán ser únicamente de material amagnético.
- Se utilizarán terminales bimetálicos en caso de ser cables de Al.
- Se utilizarán botellas terminales autorretráctiles.

### 9.5.2 Cables de potencia de baja tensión

El tendido y montaje de los cables de fuerza, se realizará de acuerdo con las siguientes consideraciones:

- Se marcará la manguera con su denominación correspondiente en los extremos donde se realiza la conexión mediante etiqueta.
- Se marcará cada hilo con la denominación del terminal al que vaya conectado.
- Se instalarán terminales en todas las puntas.
- Se utilizarán los correspondientes prensaestopas, para garantizar el sellado en los cables y los equipos.
- En caso de la bajada de cables desde el contendor de baterías hasta la arqueta de hormigón de paso subterráneo, los cables se protegerán mediante tubo metálico.
- En caso de la bajada de cables desde la estación de potencia hasta la arqueta de hormigón de paso subterráneo, los cables se protegerán mediante tubo metálico.
- Se verificará en todos los casos el conexionado correcto de los terminales.
- Se cumplirá en todo momento con lo exigido en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

### 9.6 Tubos metálicos para protección de cables

Los tubos y su instalación, se realizará de acuerdo a las siguientes consideraciones:

- Se utilizará acero galvanizado para protección de cables multipolares o cuando por el mismo tubo se introduzcan ternas de cables unipolares.
- En caso de cables de fuerza unipolares se utilizarán tubos de material amagnético .
- En caso de dejar las curvas abiertas en los cables, se dejará el tubo abocardado para que éste no dañe al cable.

### 9.7 Instalación de equipos

Los equipos tales como celdas de media tensión, cuadros de protección y control, etc. se instalarán de acuerdo a las siguientes consideraciones:

- Estos cuadros serán instalados, fijados y nivelados en su emplazamiento.
- La forma de nivelarlos dependerá del tipo de bancada que se vaya a utilizar.

Documento 2: Pliego de condiciones

- Se dará tierra mediante cable, la barra de tierra que cada cuadro tenga, a través de la cual se habrá dado tierra los equipos de cada cuadro.
- Se dará además tierra la estructura metálica del cuadro.
- Las celdas de media tensión se megarán antes de ser puestas en tensión.

## 9.8 Verificaciones previas a la conexión del CT

Revisar la instalación en todos los elementos: ubicación, edificio, transformador, aparamenta, equipo de medida, red de tierras, etc. Los principales puntos a revisar son:

- Limpieza de las instalaciones.
- Limpieza y revisión de los contactos de toda la aparamenta, que deben tener la presión adecuada.
- Revisión de las normas de explotación y de las normas de los aparatos a poner en servicio.
- Comprobación del buen funcionamiento de los dispositivos de mando y enclavamiento de los aparatos, realizando las maniobras habituales, y verificación del tiempo de actuación de los relés.
- Comprobación de las conexiones de las barras y que no hay peligro de cortocircuito entre ellas.
- Observación del nivel de aceite del transformador y verificación del funcionamiento del relé de gases y del relé de temperatura.
- Comprobación del buen aislamiento eléctrico de toda la instalación, verificando que las condiciones de la instalación están de acuerdo con las prescripciones reglamentarias.
- Comprobación de los circuitos y las tomas de tierra, midiendo la resistencia de las tomas de tierra y las tensiones de paso y contacto.

## 10 BAJA TENSIÓN

### 10.1 Cuadros de protección

#### 10.1.1 Definición

Esta especificación define las características que deberán cumplir las envolventes (armarios de chapa) y materiales auxiliares de montaje y aparellaje que compone el cuadro de distribución de baja tensión instalado para protección de las líneas principales de alimentación a los convertidores y a los circuitos finales de servicios auxiliares.

El cuadro de Distribución de Baja Tensión deberá cumplir las siguientes normas:

- UNE-EN 60529. Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
- UNE-EN 61439-1/2/3. Conjuntos de aparamenta de Baja Tensión.
- UNE-EN 60947-1. Aparamenta de baja tensión. Parte 1: Reglas generales.
- UNE-EN 60695-2-11. Ensayos relativos a los riesgos del fuego. Parte 2-11: Métodos de ensayo del hilo incandescente/caliente. Método de ensayo de inflamabilidad para productos acabados (GWEPT).
- IEC 61000. Compatibilidad electromagnética.
- Reglamento electrotécnico de Baja Tensión.

Además de las normas indicadas para la envolvente y generales de construcción, el cuadro incluirá los materiales de aparellaje y por tanto se cumplirán también las normas que afectan a estos materiales.

Las características constructivas del cuadro de distribución de BT serán las que se indican a continuación:

El cuadro de protección estará compuesto por un armario metálico en montaje en suelo de diseño normalizado. El grado de protección será IP-54. Todas las partes metálicas de la envolvente se protegerán contra la corrosión mediante proceso de desengrasado, fosfatado, imprimación y capa de pintura epoxi secada al horno según recomendación UNESA 1411.

La composición del cuadro estará basada en un sistema funcional prefabricado de tipo modular que disponga de todos los elementos necesarios para construir el cuadro de protección con

Documento 2: Pliego de condiciones

criterio de "mecano" sin necesidad de utilizar componentes realizados a medida ni herramientas especiales.

El cuadro deberá ser realizado en taller utilizando exclusivamente componentes específicos normalizados y siguiendo las especificaciones de montaje del fabricante, de forma que el cuadrista pueda certificar la realización y los ensayos del cuadro eléctrico conformes a la Norma

El cuadro deberá ser terminado en taller completamente, tanto desde el punto de vista electrotécnico como funcional, de forma que en obra solo sea necesario realizar el conexionado de los cables de entrada y salida.

El cuadro será metálico y se construirá de acuerdo con el número de salidas y características del aparellaje indicado en el diagrama unifilar.

Los bastidores estarán unidos por tornillos y sus laterales, fondo, techo y puerta estarán cubiertos de chapa electrozincada, con revestimiento de pintura termoendurecida a base de poliéster polimerizado y pintura epoxy con secado al horno.

El cuadro podrá ser ampliable por ambos lados, sin tener que efectuar ninguna operación de corte, taladro o soldadura.

La parte delantera llevará puertas con bisagras, cerradura con llave y 3 pasadores o puntos de fijación. Las características del cuadro se especificarán durante el proyecto.

Todos los materiales serán de primera calidad, habiéndose realizado sobre todos ellos ensayos tipo.

La envolvente derivará de ensayos tipo y podrá ser suministrada despiezada a condición de que se indique un método de construcción para cumplir con las especificaciones de los ensayos.

Las dimensiones de la envolvente y el número de cuerpos verticales para aparellaje y barras de distribución serán capaces para contener todo el aparellaje indicado en el diagrama unifilar con una reserva de espacio del 30% uniformemente distribuido.

El armario dispondrá de tapas metálicas para cubrir el aparellaje, el cableado y las barras de conexión del aparellaje y una puerta delantera de cierre global, de tipo transparente. La puerta tendrá bisagras y cerradura accionable con llave.

Documento 2: Pliego de condiciones

El aparellaje se instalará utilizando exclusivamente soportes normalizados por el fabricante, así como los elementos auxiliares, tales como tuercas, arandelas, espárragos, prolongadores, etc., que deberán estar protegidos contra la corrosión.

El aparellaje se instalará de los tipos que cumplan las características electromecánicas indicadas en el diagrama. Todos los interruptores serán del mismo fabricante.

Todos los accesorios de plástico que se utilicen serán de material autoextinguible a 960°C según normas UNE. EN 60695.2.1 y clase VO (UL94), no propagadores de la llama y de nula emisión de halógenos y gases nocivos.

Como criterio general la composición del cuadro estará formada por un cuerpo que contendrá las barras de distribución y módulos adyacentes en los que se instalará el aparellaje indicado en el diagrama unifilar.

El criterio básico de distribución del aparellaje en el cuadro será la de disponer de zonas diferenciadas compartimentadas:

- Zona de embarrado.
- Zonas de cableado.
- Zonas de aparellaje.
- Zona de bornas de conexión de líneas distribuidoras.

El montaje del aparellaje modular se realizará sobre perfiles de carril DIN.

En los laterales de los módulos del armario y entre cada fila de automáticos y bornas de salida se instalarán canales de cables de PVC con tapa, específicas para cuadros, para contener los conductores de entrada y salida a los automáticos.

La distribución del aparellaje dentro del cuadro será la adecuada para permitir una fácil reparación o revisión.

Los aparatos que correspondan a la instalación de un mismo servicio se agruparán en uno o varios paneles, quedando el cuadro zonificado en correspondencia con los servicios a instalar. Los aparatos de medida se situarán en la parte superior del frente del cuadro.

Las salidas de reserva se dejarán no equipadas.

Documento 2: Pliego de condiciones

El conexionado interior del cuadro se realizará utilizando exclusivamente elementos normalizados por el fabricante: barras de cobre, conductores, repartición con bornas distribloc, polibloc, distribución con peines o bornas multiclip, etc.

La sección de los conductores del cableado interior se calculará de acuerdo con el REBT MIBT-017, tabla I, conductores bajo tubo o conducto, varios cables.

La sección de las barras se calculará de acuerdo con las normas UNE y tablas del fabricante.

La sección de los conductores y barras estará de acuerdo con el calibre del aparellaje al que dan servicio.

Los juegos de barras de distribución serán de cobre electrolítico de dimensiones normalizadas y de acuerdo con la intensidad a transportar. Toda la tornillería a emplear, tanto en empalmes como en derivaciones, será de latón con doble tuerca y arandela de seguridad.

Las barras estarán perforadas con taladros en toda su longitud, para permitir el conexionado de las derivaciones. Siempre quedarán taladros disponibles para ampliaciones de un 15%. Las barras estarán protegidas mediante placas transparentes aislantes para evitar contactos accidentales.

El soporte de los juegos de barras se realizará mediante porta barras normalizadas de permali o esteatita que soporten los esfuerzos de cortocircuito indicados en esta especificación.

El conexionado entre las barras generales y el aparellaje se realizará con conductores aislados con doble capa de aislamiento de PVC, no propagadores de la llama ni del incendio y de nula emisión de gases halógenos.

El conexionado con conductores flexibles se realizará siempre con terminales.

La conexión en las bornas de automáticos y en las de salida se realizará evitando que queden tramos de conductores sin aislamiento; el aislamiento deberá cubrir el cable hasta la entrada en el canal de conexión del automático.

Los circuitos de salida, tanto de fuerza como de mando o señalización, se realizarán con bornas de conexión cuando la sección sea inferior a 35mm<sup>2</sup>.



Documento 2: Pliego de condiciones

La conexión de la acometida se conectará directamente a las bornas de los automáticos. Los cables se soportarán mediante collarines en la estructura del cuadro para evitar que cuelguen de las bornas de los interruptores.

La llegada de las líneas hasta el cuadro se realizará por la parte superior o por la parte inferior quedando perfectamente cubierta para garantizar la estanqueidad y evitar la entrada de polvo.

Los conductores tipo mangueras que parten del cuadro estarán anclados a un perfil soporte para evitar que el peso de los mismos esté colgado de las bornas de salida y para conseguir que estén bien organizados. El anclaje se podrá realizar mediante grapas o piezas de fijación específicas suministradas por el fabricante.

En el interior del cuadro, junto a las bornas de salida, se instalará una pletina de cobre para realizar la conexión a tierra de los conductores de protección de todos los circuitos.

La conexión de los conductores y armaduras se realizará mediante terminales individuales.

La pletina de puesta a tierra estará conectada a la caja de inspección y prueba de la instalación de puesta a tierra, mediante conductor de cobre.

Se conectará a tierra la estructura metálica del cuadro y las tapas y puertas de acceso.

Los conductores para CA se identificarán en el interior del cuadro con el código de colores normalizados para barras y conductores:

- Fases: color negro (R), marrón (S), gris (T).
- Neutro: color azul ultramar.
- Tierra: color amarillo/verde.
- Control AC: negros.
- Medida: color azul claro.
- Control CC: Rojo (+) y blanco (-).

Los extremos de los cables de conexionado interior se identificarán por medio de collarines que tendrán grabado los códigos de denominación del conductor de acuerdo con el diagrama de cableado. Esta identificación se corresponderá con la denominación de las bornas donde vaya conexionado para permitir el seguimiento y recableado del cuadro si fuera preciso.

Documento 2: Pliego de condiciones

La identificación del aparellaje se realizará en las tapas frontales de los cuadros y en el frente de los diferentes componentes del cuadro: interruptores diferenciales, contactores, etc., de forma que se pueda realizar una identificación rápida de los circuitos a los que dan servicio de acuerdo con el diagrama unifilar, tanto con las tapas protectoras puestas como retiradas.

Las líneas de alimentación a receptores se identificarán en la salida con el circuito al que pertenecen utilizando collarines y porta etiquetas sobre el mismo cable.

La identificación exterior sobre las tapas del cuadro se realizará mediante placas de plástico rígido de color blanco con letras grabadas en negro. La fijación se realizará mediante remaches o sistemas que garanticen su permanencia.

La identificación interior del aparellaje se realizará mediante etiquetas adhesivas de tipo indeleble lámina de aluminio o baquelita.

En el interior del cuadro se dispondrá de una bolsa metálica para alojar los planos de diagramas.

Se dejarán esquemas del cuadro según conexionado final en obra, tanto del diagrama unifilar como de los regleteros de conexionado.

#### 10.1.2 Control de calidad

Se realizará un control y dimensional de características generales del material para comprobar que coincide con los valores del proyecto.

Se realizará una comprobación del estado del material, así como el embalaje, marcado y condiciones de almacenamiento.

Se realizará un control de cumplimiento de la Normativa solicitando la presentación de:

Certificado de cumplimiento de las normas citadas en el apartado anterior.

Certificados de ensayos tipo realizados por el fabricante para todas las piezas montadas en el cuadro, en laboratorios independientes homologados.

Certificado del fabricante de las envolventes y de los materiales auxiliares confirmando que el cuadro está construido exclusivamente con sus materiales y está realizado de acuerdo a normas.

Certificado de los ensayos y pruebas realizados que responderán, como mínimo, a lo que se indica en el apartado siguiente.

## 10.2 Inspección y pruebas

El suministrador facilitará el libre acceso a los talleres o dependencias durante el periodo de fabricación del equipo, al objeto de inspeccionar los materiales y los procedimientos de trabajo empleados.

El Suministrador deberá entregar un programa de acopios, fabricación y pruebas a realizar, que permitirá establecer el programa de las inspecciones que se realicen.

El Suministrador queda obligado a aceptar la realización en fábrica de pruebas e inspecciones de equipo antes de su expedición.

El Suministrador deberá indicar en su oferta si dispone de las instalaciones adecuadas para efectuar la totalidad de las pruebas, especificando claramente aquellas que no pudieran realizarse en fábrica.

El Suministrador comunicará con la debida antelación la fecha de realización de las pruebas.

Todos los gastos que originen las pruebas serán a cargo del Suministrador, incluso en caso de reposición de componentes y materiales que pudieran quedar dañados durante ellas o en el transporte a otro laboratorio.

La no asistencia a estas pruebas por parte de la Propiedad o el personal delegado por ella, no exime al Suministrador de las responsabilidades que pudieran derivarse del mal funcionamiento del equipo.

Asimismo, la aceptación del equipo por parte de la Propiedad, haya o no asistido a las pruebas, no eximirán al Suministrador de las obligaciones contraídas respecto a las garantías dadas al equipo, ni quedará relevado de su responsabilidad por los defectos tanto de diseño como de fabricación que pudiera presentar el mismo.

Se realizarán los siguientes tipos de pruebas y ensayos en fábrica con el cuadro totalmente montado con el aparellaje indicado en el diagrama unifilar:

- Comprobación del cableado.
- Ensayo de rigidez dieléctrica de los circuitos auxiliares y de mando.
- Ensayo de la resistencia de aislamiento.

## Documento 2: Pliego de condiciones

- Comprobación de adaptación a esquema y montaje de todos los componentes del cuadro aparellaje, embarrados, cableado, identificación tierras, fijaciones, espacios reserva, bornas de salida, aparatos de medida, etc.
- Comprobación funcional, ajuste y medida de actuación de relés de protección magnetotérmica y diferencial.

### 10.2.1 Comprobación del cableado

La comprobación del cableado se realiza mediante el timbrado de los circuitos.

### 10.2.2 Ensayo de rigidez dieléctrica de los circuitos auxiliares y de mando

Los circuitos auxiliares y de mando de los seccionadores, serán sometidos a un ensayo con frecuencia industrial y con 2kV, para comprobar su rigidez dieléctrica contra masa. El ensayo consistirá en someter cada una de las bornas a la tensión de ensayo (2kV) durante 1 segundo.

El criterio de aceptación será la ausencia de descargas disruptivas. La medida se efectuará con un MEGGER de 5000V (escala 1250V, clase 1,5). El ensayo consistirá en someter a cada una de las bornas, a la tensión contra masa, durante 1 segundo. El ensayo será satisfactorio si la resistencia de aislamiento es  $> 1M\Omega$ .

### 10.2.3 Criterios de aceptación y rechazo

Será motivo de rechazo el incumplimiento de la normativa, así como la inexistencia de las placas de identificación de la unidad y la no presentación de la documentación relacionada en apartados anteriores.

## 10.3 Canalizaciones

### 10.3.1 Tubo de PVC rígido

#### 10.3.1.1 Definición

La tubería de PVC rígido cumplirá las normas y reglamentos siguientes:

- Reglamento Electrotécnico de BT.
- UNE-EN 60423. Diámetro y roscas de conductos y sus accesorios para instalaciones eléctricas.

Documento 2: Pliego de condiciones

- UNE-EN 61386-1. Conductos para instalaciones eléctricas, condiciones generales, completa.
- UNE-EN 60529. Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).

Las características constructivas serán las siguientes: El tubo será de PVC rígido enchufable con manguitos de unión. Resistencia mecánica de 750 N, Grado de protección IP 5 o 7. El tubo de PVC será anticorrosivo, no inflamable, no propagador de la llama, de baja emisión de humos, de reducida toxicidad y exento de halógenos.

#### *10.3.1.2 Control de calidad*

##### ESPECIFICACIONES DE CONTROL DE CALIDAD

Se realizará un control de cumplimiento de Normativa solicitando la presentación del certificado de cumplimiento de normas citadas en el apartado anterior.

Se realizará un control dimensional del material para comprobar que coincide con los valores del proyecto.

Se realizará una comprobación del estado del material, así como del embalaje, marcado y condiciones de almacenamiento.

##### CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

Será motivo de rechazo la no coincidencia de dimensiones, el estado del material o el incumplimiento de la normativa, así como la no presentación de los documentos relacionados en el apartado anterior.

Será asimismo condición de rechazo la insuficiente identificación del equipo a su llegada a obra, la no correspondencia exacta con el previamente aprobado o la existencia de componentes en los que se observen roturas, daños, abolladuras o cualquier tipo de deterioro.

#### *10.3.2 Tubo de PVC flexible*

##### *10.3.2.1 Definición*

La tubería de PVC flexible cumplirá las normas y reglamentos siguientes:

Reglamento Electrotécnico de BT.

UNE-EN 60423. Diámetro y roscas de conductos y sus accesorios para instalaciones eléctricas

Documento 2: Pliego de condiciones

UNE-EN 61386-1. Conductos para instalaciones eléctricas, condiciones generales, completa

UNE-EN 60529. Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).

Las características constructivas serán las siguientes: El tubo será de PVC corrugado forrado. Resistencia mecánica de 750 Newtons, Grado de protección IP =5 o 7.

Temperatura de trabajo de 5°C hasta +60°C. El tubo de PVC será anticorrosivo, no inflamable y no propagador de la llama.

*10.3.2.2 Control de calidad*

ESPECIFICACIONES DE CONTROL DE CALIDAD

Se realizará un control de cumplimiento de Normativa solicitando la presentación del certificado de cumplimiento de normas citadas en el apartado anterior.

Se realizará un control dimensional del material para comprobar que coincide con los valores del proyecto.

Se realizará una comprobación del estado del material, así como del embalaje, marcado y condiciones de almacenamiento.

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

Será motivo de rechazo la no coincidencia de dimensiones, el estado del material o el incumplimiento de la normativa, así como la no presentación de los documentos relacionados en el apartado anterior.

Será asimismo condición de rechazo la insuficiente identificación del equipo a su llegada a obra, la no correspondencia exacta con el previamente aprobado o la existencia de componentes en los que se observen roturas, daños, abolladuras o cualquier tipo de deterioro.

*10.3.3 Bandeja metálica*

*10.3.3.1 Definición*

Las bandejas metálicas deberán cumplir las siguientes normas:

- UNE-EN 1363-1. Ensayos de resistencia al fuego. Parte 1: Requisitos generales.

Documento 2: Pliego de condiciones

- UNE-EN 1363-2. Ensayos de resistencia al fuego. Parte 2: Procedimientos alternativos y adicionales.
- UNE-EN 60529. Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
- UNE-EN ISO 1461. Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo.
- ASTM B 117. Resistencia a la corrosión.
- UNE-EN 50085-1. Sistemas de canales para cables y sistemas de conductos cerrados de sección no circular para instalaciones eléctricas. Parte 1: Requisitos Generales.

Las características constructivas serán las siguientes: Material:

- Varilla de acero al carbono ST.37.2.
- Tratamiento: Galvanizado en caliente por inmersión después de soldada y conformada.
- Espesor del recubrimiento del galvanizado, superior a 70 micras, mínimo 60 micras.

Carga admisible:

Las cargas mínimas admitidas para cada ancho de bandeja (con cargas uniformemente repartidas), se indicarán en el desarrollo del proyecto.

Protección contra daños mecánicos: Las bandejas poseerán un grado de protección IP XX9, según UNE 60529.

#### *10.3.3.2 Control de calidad*

##### ESPECIFICACIONES DE CONTROL DE CALIDAD

Se realizará un control de cumplimiento de Normativa solicitando la presentación de:

- Certificado de cumplimiento de normas citadas en el apartado anterior
- Certificado de ensayos realizados, que serán como mínimo para cada partida los siguientes:
  - Espesor del recubrimiento del galvanizado en bandejas y accesorios.
  - Análisis de rugosidades y ensayo de adherencia.

Se realizará un control dimensional del material para comprobar que coincide con los valores del proyecto. Se realizará una comprobación del estado del material, así como del embalaje, marcado y condiciones de almacenamiento.

## CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

Será motivo de rechazo la no coincidencia de dimensiones, el estado del material o el incumplimiento de la normativa indicada, así como la no presentación de los documentos relacionados en el apartado anterior.

Será asimismo condición de rechazo la insuficiente identificación del equipo a su llegada a obra, la no correspondencia exacta con el previamente aprobado o la existencia de componentes en los que se observen roturas, daños, abolladuras o cualquier tipo de deterioro.

### 10.3.4 Control de calidad

#### ESPECIFICACIONES DE CONTROL DE CALIDAD

Deberá facilitarse ficha técnica de características del conductor, así como de los materiales empleados en la soldadura aluminotérmica.

La documentación recibida se considerará suficiente cuando permita verificar el cumplimiento por parte del material propuesto de la totalidad de las especificaciones detalladas en el apartado anterior, procediéndose en este punto a la aprobación previa o rechazo del material.

A la llegada a obra de los distintos lotes, se procederá a una identificación de los mismos verificando que el marcado o etiquetado de los elementos se corresponde completamente con el reflejado en la documentación técnica del material previamente aprobado o el establecido en la normativa de aplicación. Esta identificación se realizará en el 100% de los lotes recibidos, registrándose la fecha de recepción y el número de elementos iguales recibidos.

Tras la comprobación anterior y siempre que el resultado de la misma haya sido satisfactorio, y mediante muestreo del 10% de los elementos constitutivos del lote se inspeccionará visualmente el material recibido, con objeto de determinar la posible existencia de elementos defectuosos o dañados.

## CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

Será motivo de rechazo previo del material la no presentación de la documentación relacionada o la no catalogación de la misma como suficiente, así como el incumplimiento de cualquiera de las especificaciones reflejadas en el apartado anterior.



Documento 2: Pliego de condiciones

Será asimismo condición de rechazo la insuficiente identificación del material a su llegada a obra, la no correspondencia exacta con el previamente aprobado o la existencia de un porcentaje superior al 5% de elementos que presenten roturas, daños, o cualquier tipo de defecto o deterioro detectado en la inspección visual señalada.

## 10.4 Pararrayos

### 10.4.1 Definición

Los pararrayos a instalar serán del tipo con dispositivo de cebado (PDC) e irán instalados a distancias que se calcularán en fases posteriores del proyecto.

Las bajantes se realizarán mediante conductor de cobre desnudo y deberá cumplir la norma de aplicación.

La red de tierras de los pararrayos será independiente de la del edificio y estará constituida sobre la base de conductor enterrado y picas de tierra.

### 10.4.2 Control de calidad

#### ESPECIFICACIONES DE CONTROL DE CALIDAD

Deberá facilitarse ficha técnica de características del conductor, así como de los materiales empleados en la instalación del pararrayos.

La documentación recibida se considerará suficiente cuando permita verificar el cumplimiento por parte del material propuesto de la totalidad de las especificaciones detalladas en el apartado anterior, procediéndose en este punto a la aprobación previa o rechazo del material.

A la llegada a obra de los distintos lotes, se procederá a una identificación de los mismos verificando que el marcado o etiquetado de los elementos se corresponde completamente con el reflejado en la documentación técnica del material previamente aprobado o el establecido en la normativa de aplicación. Esta identificación se realizará en el 100% de los lotes recibidos, registrándose la fecha de recepción y el número de elementos iguales recibidos.

Tras la comprobación anterior y siempre que el resultado de la misma haya sido satisfactorio, y mediante muestreo del 10% de los elementos constitutivos del lote se inspeccionará visualmente el material recibido, con objeto de determinar la posible existencia de elementos defectuosos o dañados.

## CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

Será motivo de rechazo previo del material la no presentación de la documentación relacionada o la no catalogación de la misma como suficiente, así como el incumplimiento de cualquiera de las especificaciones reflejadas en el apartado anterior.

Será así mismo condición de rechazo la insuficiente identificación del material a su llegada a obra, la no correspondencia exacta con el previamente aprobado o la existencia de un porcentaje superior al 5% de elementos que presenten roturas, daños, o cualquier tipo de defecto o deterioro detectado en la inspección visual señalada.

## 10.5 Iluminación

### 10.5.1 Luminarias

#### 10.5.1.1 Definición

Cuando sea necesario la utilización de luminarias se instalará como mínimo dos puntos de luz capaces de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los equipos. El nivel medio será como mínimo de 150 lux.

#### 10.5.1.2 Control de calidad

## ESPECIFICACIONES DE CONTROL DE CALIDAD

Se realizará un control de cumplimiento de Normativa solicitando la presentación de:

- Certificado de cumplimiento de normas citadas en el apartado anterior.
- Ficha de características técnicas.

Se realizará un control dimensional del material para comprobar que coincide con los valores del proyecto.

Se realizará una comprobación del estado del material, así como del embalaje, marcado y condiciones de almacenamiento.

## CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

Será motivo de rechazo la no coincidencia de características, dimensiones, el estado del material o el incumplimiento de la normativa, así como la no presentación de los documentos relacionados en el apartado anterior.

## 10.5.2 Luminarias de emergencia

### 10.5.2.1 Definición

Esta especificación define las características que deberán cumplir las luminarias:

- Tipo: No permanente
- Autonomía: 1 hora
- Flujo luminoso: 150lm
- Batería Ni-Cd: 3,6V - 1,5A/h
- Señalización permanente mediante DELAB (10 años de vida)
- Envoltente de acuerdo a la norma UNE-EN 60598-1
- Indicador de carga de baterías mediante LED
- Baterías de Níquel-Cadmio de alta temperatura protegidas contra sobreintensidades de descarga
- Red 230V-50Hz
- Clase IIA.
- Provista de 3 entradas para prensaestopas PG-11
- Conexión de telemando protegida, con posibilidad de test de prueba con tensión y puesta en reposo y reencendido sin red
- Apta para ser montada sobre superficies inflamables
- Difusor doble cara opcional
- Circuito electrónico frío

### 10.5.2.2 Control de calidad

#### ESPECIFICACIONES DE CONTROL DE CALIDAD

Se realizará un control de cumplimiento de Normativa solicitando la presentación de:

- Certificado de cumplimiento de normas citadas en el apartado anterior
- Ficha de características técnicas

Se realizará un control dimensional del material para comprobar que coincide con los valores del proyecto.

Se realizará una comprobación del estado del material, así como del embalaje, marcado y condiciones de almacenamiento.

#### CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

Será motivo de rechazo la no coincidencia de características, dimensiones, el estado del material o el incumplimiento de la normativa, así como la no presentación de los documentos relacionados en el apartado anterior.

## 11 SISTEMAS DE BATERÍAS

Para las cabinas de baterías se tendrán en consideración las recomendaciones del fabricante en cuanto a su conexionado e instalación. Además, deberán cumplir con la normativa de aplicación.

Las condiciones técnicas, control de calidad, condiciones de instalación y todo lo relacionado con seguridad y salud deberá ser definido por el fabricante para revisión, análisis y aprobación por parte de la contrata encargada de la instalación y puesta en servicio.

Los sistemas de control y protección de las cabinas serán compatibles con el PPC del sistema de baterías, así como del conjunto del sistema híbrido. Además, el SCADA permitirá actuar en tiempo real sobre las consignas de potencia para cumplimiento de los requisitos del operador del sistema eléctrico.

## 12 CONVERTIDOR

### 12.1 Definición

Se especificarán las características del convertidor en posteriores fases del proyecto.

### 12.2 Condiciones técnicas

- El principio de funcionamiento del convertidor será el de fuente de corriente, y serán del tipo autoconmutado.
- El convertidor dispondrá de vigilante de aislamiento, además de protecciones contra cortocircuitos de alterna, sobretensiones y perturbaciones presentes en la red.
- El convertidor dispondrá de un control manual para el encendido y apagado general del convertidor.
- Los valores de eficiencia al 25% y 100% de la potencia de salida nominal deberán ser superiores al 90% y 92%.
- El autoconsumo del convertidor en modo nocturno ha de ser inferior al 0,5% de su potencia nominal.
- El factor de potencia de la potencia generada deberá ser superior a 0,95, entre el 25% y el 100% de la potencia nominal.
- A partir de potencias mayores del 10% de su potencia nominal, el convertidor deberá inyectar en red.

Documento 2: Pliego de condiciones

- Los convertidores tendrán un grado de protección mínima IP20.
- Los convertidores estarán garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales: entre -10°C y 60°C de temperatura y entre 0% y 85% de humedad relativa.

### 12.3 Condiciones de instalación

Los convertidores podrán instalarse en intemperie o en el interior de los centros de transformación. En el caso de instalación en intemperie deberán poseer una clasificación IP 54.

En el montaje se respetarán todas las indicaciones dadas por el fabricante en el manual de instalación, en especial se respetarán las distancias de ventilación especificadas.

### 12.4 Certificados del fabricante

Los siguientes aspectos normativos serán certificados por el fabricante del convertidor:

- Marcado CE.
- Inmunidad EMC según UNE-EN 61000-6-2.
- Emisión EMC según UNE-EN 61000-6-4.
- Armónicos según UNE-EN 61000-3-12.
- Directiva de baja tensión según UNE-EN 50178.
- Conformidad con RD 1699/2011.
- Interruptor automático de interconexión (si incluido).
- Transformador de aislamiento galvánico (si incluido).
- Posibilidad de desconexión manual.

### 12.5 Informes

Informe de caracterización del comportamiento energético de los convertidores realizado por una organización independiente, basado en la caracterización de la eficiencia de conversión, de una muestra representativa de convertidores a partir del procedimiento y condiciones de ensayo que se especifican a continuación.

#### 12.5.1 Procedimiento de caracterización de la eficiencia de conversión

El procedimiento se divide en los siguientes pasos:

Documento 2: Pliego de condiciones

Registro simultáneo de valores instantáneos de potencia continua de entrada (PCC) y potencia activa de salida (PCA), siendo la periodicidad de los registros igual o inferior a 10 minutos.

Ajuste de los valores experimentales a la expresión teórica indicada a continuación, lo que permite determinar los parámetros característicos del convertidor ( $k_0$ ,  $k_1$ ,  $k_2$ ) y, por tanto, estimar la eficiencia de conversión a cualquier factor de carga.

#### 12.5.2 Condiciones de ensayo

Los ensayos se llevarán a cabo sobre instalaciones totalmente instaladas.

Realización de los ensayos de forma que se cubra al menos el 70% del rango de carga de los convertidores.

## 13 CABLES Y CANALIZACIONES

### 13.1 Normas y reglamentos

El cableado de la instalación de baja tensión respetará todo lo dispuesto al respecto en el RBT, en el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y en las normas UNE que les sean de aplicación.

### 13.2 Condiciones técnicas

Todos los cables utilizados son de sección adecuada según criterio térmico y criterio de caída de tensión, asegurando que esta última sea menor del porcentaje de diseño definido para el tramo de continua y del porcentaje de diseño definido en el tramo de alterna.

Las canalizaciones utilizadas serán del tipo y sección adecuada en función del modo de instalación siguiendo las disposiciones de la normativa de aplicación.

### 13.3 Condiciones de instalación

- Todos los cables y canalizaciones estarán correctamente identificados.
- Las longitudes de cable utilizadas serán suficientes para cada aplicación concreta, evitando esfuerzos sobre los elementos de la instalación y sobre los propios cables. El material sobrante estará adecuadamente enrollado en cocas uniformemente realizadas de no más de dos vueltas o recogido en las cajas o arquetas de conexión.
- Los cables entrarán de manera recta en los equipos manteniendo un correcto aislamiento en la terminación.
- En los trazados no existirán cruces entre cables ni canalizaciones.
- Se respetarán las condiciones de instalación particulares establecidas en el RBT respecto a las distancias de seguridad con otro tipo de canalizaciones.
- Todas las conexiones se realizarán, o bien con regletas adecuadas en el interior de cajas o arquetas, o bien con conectores adecuados para su uso en intemperie.
- En caso de que los cables no puedan conectarse a los equipos, permanecerán protegidos de manera provisional.
- Todos los cables y canalizaciones se dispondrán según los planos del proyecto de ejecución.



## 13.4 Ejecución de los trabajos

### 13.4.1 Cables en tubos en el interior de zanjas

- Cuando una zanja o conducto pase de un área a otra, se sellará mediante un sistema especial patentado, no siendo válidos ni la arena ni la tierra.
- Los cables no presentarán empalmes.
- Cada cable y cada tubo se identificará de manera adecuada tanto en el extremo de entrada como en el de salida de la misma.

### 13.4.2 Cables en conductos metálicos en montaje superficial

Los extremos de los conductos estarán lisos y libres de rebabas y el interior limpio previamente al tendido de cables.

Cuando se instalen pequeños conductos para proteger cables que entren en el interior de arquetas, éstos sobresaldrán del suelo un tramo de 150mm. Además, se taponarán ambos extremos antes del vertido del hormigón, hasta el momento de tender los cables, y una vez tendidos, los huecos que queden se taparán completamente, de forma que sea imposible que penetre el agua u otros líquidos de proceso en el conducto.

### 13.4.3 Cables directamente sobre bandejas

Los carretes de cables estarán instalados en línea con las bandejas lo más próximo a ella, y con los gatos de su izado disponibles.

Existirán el número suficiente de rodillos instalados. No se permite el tendido de cables sin que éstos deslicen sobre rodillos para evitar el deterioro de la capa exterior.

En el caso que las bandejas estuviesen instaladas en posición vertical, los rodillos se instalarán provisionalmente sobre herrajes paralelos a las mismas, y una vez tendido el cable correspondiente, éste se sujeta provisionalmente a la bandeja.

Se establecerá el orden de tendido de cables con anterioridad al inicio de los trabajos para evitar cruces.

Se graparán los cables lo más cerca posible los unos de los otros.

### 13.4.4 Cables fijados directamente sobre superficie

Documento 2: Pliego de condiciones

Las grapas de sujeción se instalarán conforme a normativa y buenas prácticas de ingeniería.

#### 13.4.5 Cables en canal eléctrica fijada sobre pared

Se seguirán todas las instrucciones del fabricante del canal para su instalación sobre la pared, en especial, en lo que se refiere al modo de fijación y distancia entre puntos de anclaje.

#### 13.5 Ensayos

Se mide la resistencia de aislamiento de todos los cables mediante Megger. La resistencia de aislamiento en los cables de CA será como mínimo de 1000 ohmios por voltio de tensión del sistema como indica la ITC-BT-19.

Tensión nominal de la instalación	Tensión de ensayo en CC (V)	Resistencia de aislamiento ( $\Omega$ )
Muy Baja Tensión de Seguridad (MBTS) Muy Baja Tensión de Protección (MBTP)	250	$\leq 0,25$
$\leq 500$ V	500	$\leq 0,5$
$\leq 500$ V	1000	$\leq 1,0$

Los ensayos de los cables de CC seguirían la norma IEC-62446 con los siguientes rangos de tensiones.

Tensión del sistema	Tensión de ensayo	Resistencia de aislamiento mínima
< 120 V	250 V	0,5 M $\Omega$
120 – 500 V	500 V	1 M $\Omega$
> 500 V	1000 V	1 M $\Omega$

## 14 DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES

### 14.1 Normas y reglamento

Los dispositivos de protección contra sobreintensidades en la parte continua respetarán todo lo dispuesto al respecto en el RBT, en las normas UNE que les sean de aplicación y en el RD 1699/2011.

### 14.2 Condiciones y técnicas

- Los dispositivos serán de clase II como categoría de protección según IEC 61643 -11.
- La máxima tensión del dispositivo será superior a la tensión máxima de entrada del convertidor.
- El nivel máximo de protección del dispositivo se especificará durante el proyecto.
- El dispositivo será de circuito en “Y” resistentes a averías con 3 varistores de gran potencia.

### 14.3 Condiciones de instalación

Se instalará un dispositivo correctamente identificado por cada entrada de continua de cada uno de los convertidores que componen la planta.

Estos dispositivos se ubican junto con los fusibles de continua en el cuadro de protección de continua de cada una de las instalaciones que componen la planta.

## 15 INTERRUPTOR GENERAL MANUAL

### 15.1 Normas y reglamento

El interruptor general manual respetará todo lo dispuesto al respecto en el RBT y en las normas UNE que les sean de aplicación.

### 15.2 Condiciones técnicas

- La intensidad nominal del dispositivo será superior a la intensidad máxima de salida de alterna del convertidor.
- La tensión nominal de servicio del dispositivo será igual a la nominal de salida de alterna del convertidor.
- El dispositivo será tetrapolar.

### 15.3 Condiciones de instalación

Se contará con un dispositivo correctamente identificado para cada una de las instalaciones que componen la planta y estará ubicado en el interior de los armarios de los convertidores.

## 16 CUADRO DE PROTECCIÓN DE ALTERNA

### 16.1 Normas y reglamento

El cuadro de protección de alterna respetará todo lo dispuesto al respecto en el RBT y en las normas UNE que les sean de aplicación.

### 16.2 Condiciones técnicas

Las dimensiones del cuadro serán suficientes para albergar los dispositivos de protección y equipos de medida expuestos anteriormente.

Este cuadro se compondrá de dos módulos dentro de una sola envolvente, un módulo accesible a la compañía eléctrica y precintable donde se alojará el equipo de medida, y otro módulo donde se instalan los dispositivos de protección.

### 16.3 Condiciones de instalación

Se instalará un solo cuadro por cada una de las instalaciones que componen la planta siguiendo las indicaciones del fabricante en su manual de instalación fijado directamente sobre la pared del centro de transformación.

El lugar definitivo de instalación se seleccionará de manera que se respeten las distancias de seguridad con el resto de los componentes presentes en el centro de transformación.

## 17 ARQUETAS DE PASO

### 17.1 Normas y reglamento

Las arquetas respetarán todo lo dispuesto al respecto en el RBT y en las normas UNE que les sean de aplicación.

### 17.2 Condiciones técnicas

Las dimensiones de la arqueta serán suficientes para albergar los cables y canalizaciones necesarios.

Se instalarán arquetas que aseguren la no acumulación de agua en su fondo y la estanqueidad de sus uniones laterales.

### 17.3 Condiciones de instalación

Se instalará una arqueta por cada una de las cabinas de baterías para realizar el paso desde los propios contenedores a zanja.

La unión de los tubos con la arqueta se realizará de manera que se asegure su estanqueidad.

## 18 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

### 18.1 Normas y reglamentos

La instalación de puesta a tierra respetará todo lo dispuesto al respecto en el RBT, en el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y en las normas UNE que les sean de aplicación.

### 18.2 Condiciones técnicas

Se instala una toma de tierra común donde se conectarán la cabina de baterías, y el resto de masas de la instalación de almacenamiento. Esta toma de tierra será independiente de las necesarias para el centro de transformación.

El valor de la resistencia de tierra será suficiente para asegurar la protección contra el contacto indirecto en función de los esquemas de distribución, contra las sobretensiones y contra incendios.

El convertidor se unirá con la toma de tierra mediante conductor desnudo de cobre electrolítico dimensionado en función del conductor de fase de salida del convertidor siguiendo la ITC-BT 18. Para los niveles de alta tensión se seguirá lo estipulado en el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión.

### 18.3 Condiciones de instalación

Los embarrados de protección se anclarán y nivelarán de manera correcta.

Las picas se señalizarán de manera adecuada mediante tapas de arqueta con la simbología adecuada.

### 18.4 Ejecución de los trabajos

Antes de proceder a instalar las picas, éstas deben tener montada la caperuza de protección para evitar deformaciones en la parte superior y poder instalar correctamente los manguitos para acoplar los prolongadores si fuera necesario.

Las picas deben ser insertadas en el terreno de la forma más recta posible, en caso de detectar que la pica se dobla por haber encontrado algún cuerpo duro, extraerla e insertarla en otro lugar.

Las soldaduras "cad-weld" deben ser realizadas con los moldes adecuados para cada tipo de soldadura, tales como uniones, tes, cruces, pica a cable, placa a cable, etc. y realizadas por personal con experiencia acreditada.

Antes de proceder a la instalación de pozos de registro, se debe asegurar que éstos no van a ser dañados por el paso de maquinaria o vehículos. Si esto tiene lugar, no instalarlos hasta que dichos vehículos hayan terminado sus trabajos en la zona.

### 18.5 Ensayos

Medida de la resistencia de puesta a tierra del conjunto de picas mediante telurómetro:

- En caso de que el valor medido sea superior al especificado en el proyecto de ejecución como máximo admisible, se debe proceder a realizar las actuaciones necesarias (bien instalar prolongadores, bien profundizar más las picas, bien instalar más picas) hasta obtener un valor inferior al citado.
- Medida de la continuidad de cada una de las instalaciones de puesta a tierra de cada una de las instalaciones.
- Medida de las tensiones de paso y contacto.



## 19 SISTEMA DE MONITORIZACIÓN

### 19.1 Normas

La instalación del sistema de monitorización respetará todo lo dispuesto al respecto en el RBT y en las normas UNE que les sean de aplicación.

### 19.2 Condiciones técnicas

El sistema se compone de una unidad central conectada con cada uno de los convertidores de cada una de las instalaciones que componen la planta, junto con un sensor de temperatura ambiente. Se deberá tener en consideración la comunicación con el resto de las unidades que forman el sistema hibridado.

### 19.3 Condiciones de instalación

La instalación de los cables de comunicaciones necesarios para la interconexión de los distintos elementos que componen el sistema de monitorización se realizará siguiendo todas las disposiciones que al respecto se recogen en la normativa vigente.

Se guardará la distancia de seguridad dispuesta en la normativa vigente entre los cables y el resto de los cables de la planta.

El sensor de temperatura ambiente se instalará a la sombra, lo más cerca posible de la unidad central. Además, cada una de las cabinas de baterías dispondrán de toma de magnitudes físicas para su correcto control y funcionamiento.

## 20 FIBRA ÓPTICA

La red de comunicaciones entre el autómatas y los distintos nodos de convertidores irá soportada, a nivel físico, por fibra óptica.

### 20.1 Instalación exterior

Toda instalación deberá llevar una reserva de cable en ambos extremos de cada tramo del 5% de su longitud, nunca inferior a 4m ni superior a 20m, en previsión de futuros empalmes o terminaciones.

En recorridos, se evitarán empalmes de tramos inferiores a 2 km. No se realizarán empalmes intermedios en el interior de los armarios que contenga el equipo transceptor.

En la instalación, se garantizará el cumplimiento de las prescripciones del fabricante en lo referente a:

- Radios de curvatura mínimos.
- Máxima carga de tracción.
- Temperatura de instalación.
- Demás prescripciones que pudieran mencionar.

### 20.2 Instalaciones interiores en el edificio de control

Se instalará cable de fibra óptica para interiores, de construcción ajustada y protección apropiada frente al fuego.

La conexión con el cable de fibra óptica de exteriores se realizará mediante caja de empalmes o panel de conexiones.

Se entiende que las cajas y paneles se instalarán en emplazamientos secos y limpios, por lo que no deben llevar un alto grado de protección ni sellado impermeable, si bien todos los accesos de cables deberán llevar sus correspondientes elementos de oclusión como prensaestopas, tapones, guardapolvos, etc.

El cable de fibra óptica se mantendrá sujeto mediante abrazaderas y el miembro de refuerzo se amarrará fuertemente al soporte de la caja. Los miembros de refuerzo metálicos y la caja de empalmes, o panel de conexiones, se conectarán a tierra.

Documento 2: Pliego de condiciones

Los tubos de fibra óptica darán una o dos vueltas en el interior como reserva para posibles modificaciones y estarán sujetos por medio de palomillas.

### 20.3 Protocolo de verificación de la fibra óptica

Finalizada la instalación, se realizará el procedimiento de verificación de la medida de potencia que determine si la atenuación en la fibra se encuentra dentro de los límites exigidos. La verificación debe ser efectuada utilizando la misma longitud de onda que los equipos emisores finales, por lo tanto, el medidor de potencia y el generador de luz deberán ser ajustados para el ensayo a esa misma longitud de onda.

Los parámetros a controlar por enlace son:

- Potencia media de salida del generador de luz
- Potencia de luz recibida

Conectores. Las pérdidas en los conectores deben estar en los límites siguientes:

- Típica 0,30 dB/conector.
- Máxima 0,70 dB/conector

Empalmes. Las pérdidas en los empalmes deben estar en los límites siguientes:

- Típica 0,2 dB/empalme
- Máxima 0,6 dB/empalme

Las pérdidas del cable de fibra óptica dependerán, además de la longitud, de las especificaciones técnicas del tipo de cable elegido, por lo que también se documentarán las especificaciones técnicas del fabricante.

## 21 PRUEBAS EN PLANTA Y PUESTA EN MARCHA

Verificarán el correcto funcionamiento del sistema de control y supervisión.

En esta fase, deberán generarse los siguientes informes de pruebas en planta y puesta en marcha:

- Conexiones físicas de todos los equipos
- Pruebas de señales (entradas y salidas digitales) a nivel de PLC y sistema SCADA
- Calibración e interpretación de entradas y salidas analógicas a nivel de PLC y sistema SCADA
- Comprobación comunicación con los convertidores
- Comprobación de secuencias de fallo
- Verificación de históricos e informes

Los formularios deberán contener como mínimo:

- Planta donde se realiza
- Fecha de las pruebas
- Firma y nombre de las personas que por parte de la empresa instaladora realizan las pruebas
- VºBº de la persona asignada por la propiedad para la supervisión de las pruebas.

## 22 GESTIÓN DE RESIDUOS

El presente capítulo establece los requisitos a los que se debe ajustar la ejecución de las obras del proyecto en lo referente a la gestión de los residuos de obra para la contratación de los trabajos y deberá ser cumplido. Cualquier modificación del mismo deberá ser indicada en el Plan de Gestión de Residuos (PGR) que cada contratista deberá realizar de forma previa al inicio de la obra.

Además, se tendrá en consideración lo siguiente:

### **Respecto a las condiciones del poseedor de los residuos:**

- Además de las obligaciones previstas en la normativa aplicable, la persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a la propiedad de la misma un Plan de Gestión de Residuos. Este Plan reflejará cómo se va a llevar a cabo las obligaciones que le apliquen en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra. El Plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptado por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.
- El poseedor de los residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos.
- Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente y por este orden, a operación de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización y en última instancia a depósito en vertedero.
- Según exige el Real Decreto 105/2008, que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y de demolición, el poseedor de los residuos estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión de los residuos.
- El poseedor de los residuos (contratista) facilitará al productor de los mismos (promotor) toda la documentación acreditativa de que los residuos de construcción y demolición producidos en la obra han sido gestionados en la misma o entregados a instalación de valorización o de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos regulados en la normativa y especialmente, en el plan o sus

Documento 2: Pliego de condiciones

modificaciones. Es decir, acreditación fehaciente y documental que deje constancia del destino final de los residuos reutilizados.

- El poseedor de residuos dispondrá de documentos de aceptación por parte de un gestor autorizado para cada tipo de residuo que se vaya a generar en la obra.
- El gestor de residuos deberá emitir un certificado acreditativo de la gestión de los residuos generados, especificando la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia, la cantidad y tipo de residuo gestionado codificado con el código LER.
- Cuando dicho gestor únicamente realice operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrega al poseedor (contratista) deberá también figurar el gestor de valorización o eliminación posterior al que se destinan los residuos.
- Para el transporte de los residuos peligrosos se completará el Documento de Control y Seguimiento.
- Para el traslado de residuos peligrosos se deberá remitir notificación al órgano competente de la comunidad autónoma en materia medioambiental con al menos diez días de antelación a la fecha del traslado. Si el traslado de los residuos afecta a más de una comunidad autónoma, dicha notificación se realizará al Ministerio de Medio Ambiente.

**Respecto a la segregación de los residuos:**

- La segregación de los residuos es obligatoria en ciertos casos.
  - En el caso de Residuos Peligrosos (RP) siempre es obligatoria la separación en origen. No mezclar ni diluir residuos peligrosos con otras categorías de residuos peligrosos ni con otros residuos, sustancias o materiales.
  - En el caso de Residuos de Construcción y Demolición (RCD), y según el RD 105/2008, de 1 de febrero, la segregación ha de realizarse siempre que las siguientes fracciones, de forma individualizada para cada fracción, supere las siguientes cantidades:
    - RCDs Nivel II: Naturaleza pétreo
      - Hormigón: 80 t
      - Ladrillos, tejas, cerámico: 40 t
    - RCDs Nivel II: Naturaleza no pétreo

Documento 2: Pliego de condiciones

- Metal: 2 t
  - Madera: 1 t
  - Vidrio: 1 t
  - Plástico: 0,5 t
  - Papel y cartón: 0,5 t
- Cuando por falta de espacio físico en la obra, no sea posible realizar la segregación en origen, se podrá realizar por un gestor autorizado en una instalación externa a la obra, siempre que el gestor obtenga la Documentación Acreditativa de haber cumplido en nombre del productor con su obligación de segregación.
  - Los residuos valorizables siempre se van a segregar, y se realizará en contenedores o en acopios que estarán correctamente señalizados para que se puedan almacenar de un modo adecuado.
  - El responsable de la obra adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la propia obra, igualmente deberá impedir la mezcla de residuos valorizables con aquellos que no lo son.
  - Los contenedores o los sacos industriales para almacenamiento de residuos han de estar en buenas condiciones. En los mismos deberá figurar, de forma visible y legible, la razón social, CIF, teléfono y número de inscripción en el registro de transportistas de residuos.
  - Los residuos generados en las casetas de obra producidos en tareas de oficina, vestuarios, comedores, etc. tendrán la consideración de Residuos Sólidos Urbanos y se gestionarán como tal según estipule la normativa reguladora de dichos residuos en el área de obra.

**En cuanto a la gestión concreta de los residuos no peligroso:**

- Según requiere la normativa, se prohíbe el depósito en vertedero de residuos de construcción y demolición que no hayan sido sometidos a alguna operación de tratamiento previo.
- El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentre en su poder, a mantenerlos en las condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.

Documento 2: Pliego de condiciones

- Se debe asegurar que los transportistas o gestores autorizados que se contraten estén autorizados correctamente dentro de la/s comunidad/es autónoma/s de actuación. Se realizará un estricto control documental de modo que los transportistas y los gestores deberán aportar la documentación de cada retirada y entrega en destino final. Toda esta documentación será recopilada por el poseedor del residuo (contratista) y entregada al productor (promotor) al final de la obra.
- Las tierras que puedan tener un uso posterior para jardinería o recuperación de suelos degradados, serán retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible, en condiciones de altura no superior a 2 metros.
- El depósito temporal de residuos se realizará en contenedores, sacos o bidones adecuados a la naturaleza y al riesgo de los residuos generados.
- La duración del almacenamiento de los residuos no peligrosos en el lugar de producción será inferior a 2 años cuando se destinen a valorización y a 1 año cuando se destinen a eliminación.

**Respecto a la correcta gestión de los residuos peligrosos:**

- Cualquier persona física o jurídica cuya industria o actividad produzca residuos peligrosos ha de presentar una Comunicación previa al inicio de la actividad según la Ley 7/2022. Si la comunicación reúne los requisitos establecidos, la comunidad autónoma procederá a su inscripción en el registro, no emitiendo resolución alguna. Se les asignará un NIMA (Número de Identificación Medioambiental).
- Siempre separar los residuos peligrosos en origen.
- Los residuos peligrosos se almacenarán temporalmente siguiendo las siguientes condiciones: (Ley 7/2022 y Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos (Real Decreto 656/2017):
  - Definir una zona específica.
  - No superar los 6 meses de almacenamiento (En supuestos excepcionales, el órgano competente de las Comunidades Autónomas donde se lleve a cabo dicho almacenamiento, por causas debidamente justificadas y siempre que se garantice la protección de la salud humana y el medio ambiente, podrá modificar este plazo).
- ¿Dónde situarlo?



Documento 2: Pliego de condiciones

- En el exterior bajo cubierta
- Dentro de la nave
- En intemperie en envases herméticamente cerrados.
- Condicionantes de la zona de almacenamiento temporal:
  - Suelo impermeabilizado: cemento u hormigón.
  - Cubierto (que evite la entrada de agua de la lluvia)
  - Sobre un cubeto o bordillo en caso de residuos líquidos o fluidos.
  - Alejado de la red de saneamiento.
- Traslado de RP para almacenarlos en otro lugar: Está prohibido transportar los RP fuera de la obra para almacenarlos en otra instalación, aunque sea propia.
- Los residuos peligrosos se envasarán con las siguientes condiciones:
  - 1 recipiente/cada tipo de residuo.
  - Cada recipiente identificado con etiquetas y adecuado para cada residuo.
  - Recomendación en caso de duda: utilizar recipiente proporcionados por el gestor de cada tipo de residuo.
  - En las etiquetas identificativas de los residuos peligrosos aparecerá la siguiente información (Ley 7/2022):
    - El código y la descripción del residuo conforme a lo establecido en el artículo 6, así como el código y la descripción de las características de peligrosidad de acuerdo con el anexo I de dicha ley.
    - Nombre, Asignación de Número de Identificación Medioambiental (NIMA), dirección, postal y electrónica, y teléfono del productor o poseedor de los residuos.
    - Fecha en la que se inicia el depósito de residuos.
    - La naturaleza de los peligros que presentan los residuos, que se indicará mediante los pictogramas descritos en el Reglamento (CE) n.º 1272/2008 del Parlamento y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008.
    - Cuando se asigne a un residuo envasado más de un pictograma, se tendrán en cuenta los criterios establecidos en el artículo 26 del Reglamento (CE) n.º 1272/2008 del Parlamento y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008. En la etiqueta se harán constar todos los

Documento 2: Pliego de condiciones

pictogramas de peligro que se le asignen al residuo, una vez aplicados los criterios mencionados en el apartado anterior.

- La etiqueta deberá ser firmemente fijada sobre el envase, debiendo ser anuladas, si fuera necesario, las indicaciones o etiquetas anteriores, de forma que no induzcan a error o desconocimiento del origen y contenido del envase en ninguna operación posterior del residuo.
- El tamaño de la etiqueta deberá tener como mínimo las dimensiones de 10 × 10 cm. No será necesaria una etiqueta cuando sobre el envase aparezcan marcadas de forma clara las inscripciones indicadas, siempre y cuando estén conformes con los requisitos exigidos.
- Se dispondrán de un archivo físico o telemático donde se recoja por orden cronológico la cantidad, naturaleza, origen, destino y método de tratamiento de los residuos; cuando proceda se inscribirá también, el medio de transporte y la frecuencia de recogida. En el Archivo cronológico se incorporará la información contenida en la acreditación documental de las operaciones de producción y gestión de residuos. Se guardará la información archivada durante, al menos, tres años (Ley 7/2022).
- Según la ley 7/2022 se deberán cumplir las siguientes condiciones:
  - No superar los 6 meses de almacenamiento (en supuestos excepcionales, el órgano competente de las Comunidades Autónomas donde se lleve a cabo dicho almacenamiento, por causas debidamente justificadas y siempre que se garantice la protección de la salud humana y el medio ambiente, podrá modificar este plazo, ampliándolo como máximo otros seis meses).

**Requisitos generales de traslado (RD 180/2015):**

- Disponer con carácter previo al inicio de un traslado de un contrato de tratamiento. Este, deberá establecer al menos las especificaciones de los residuos, las condiciones del traslado y las obligaciones de las partes cuando se presenten incidencias. El contrato de tratamiento contendrá, al menos, los siguientes aspectos:
  - Cantidad estimada de residuos que se va a trasladar.
  - Identificación de los residuos mediante su codificación LER.
  - Periodicidad estimada de los traslados.

Documento 2: Pliego de condiciones

- Cualquier otra información que sea relevante para el adecuado tratamiento de los residuos.
- Tratamiento al que se van a someter los residuos, de conformidad con los anexos II y III de la Ley 7/2022.
- Obligaciones de las partes en relación con la posibilidad de rechazo de los residuos por parte del destinatario.
- Los residuos deberán ir acompañados del documento de identificación desde el origen hasta su recepción en la instalación de destino. El documento de identificación deberá incluir el contenido establecido en el ANEXO I del RD 180/2015.
  - 1. Número de documento de identificación.
  - 2. Número de notificación previa.
  - 3. Fecha de inicio del traslado.
  - 4. Información relativa al operador del traslado.
  - 5. Información relativa al origen del traslado.
  - 6. Información relativa al destino del traslado.
  - 7. Características del residuo que se traslada.
  - 8. Información relativa a los transportistas que intervienen en el traslado.
  - 9. Otras informaciones.
- Además de ello, se establecen los siguientes condicionantes:
  - 1. Antes de iniciar un traslado de residuos el operador cumplimentará el documento de identificación, con el contenido del anexo I, que entregará al transportista.
  - 2. Una vez efectuado el traslado, el transportista entregará el documento de identificación al destinatario de los residuos. Tanto el transportista como el destinatario incorporarán la información a su archivo cronológico y conservarán una copia del documento de identificación firmada por el destinatario en el que conste la entrega de los residuos.
  - 3. El destinatario dispondrá de un plazo de treinta días desde la recepción de los residuos para efectuar las comprobaciones necesarias y para remitir al operador el documento de identificación, indicando la aceptación o rechazo de los residuos, de conformidad con lo previsto en el contrato de tratamiento.

## Documento 2: Pliego de condiciones

- 4. En el caso de residuos sometidos a notificación previa, el destinatario del traslado de residuos remitirá, en el plazo de treinta días desde la entrega de los residuos, el documento de identificación al órgano competente de la comunidad autónoma de origen y de destino.
- 5. En el caso de traslados de residuos no sometidos al procedimiento de notificación previa podrá hacer la función de documento de identificación un albarán, una factura u otra documentación prevista en la legislación aplicable.
- Notificación de traslado. Además de los requisitos generales de traslado, quedan sometidos al requisito de Notificación Previa los traslados de residuos destinados a eliminación, residuos destinados a instalaciones de incineración clasificadas como valorización cuando superen los 20kg y los residuos destinados a valorización identificados con el código LER 20 03 01.
- Antes de realizar un envío se deberá notificar con 10 días de antelación a las Autoridades Competentes (Consejería si el transporte se realiza dentro del territorio de esta Comunidad, y también al Ministerio de Medio Ambiente si el transporte afecta a más de una Comunidad Autónoma).

Documentación que se generará en la gestión de residuos peligrosos:

FASE	DOCUMENTACIÓN
Inicio	Plan de Gestión de Residuos
	Comunicación previa al inicio de la actividad (NIMA)
Fase De Obra	Datos Gestor de Residuos Peligrosos
	Datos transportista de Residuos Peligrosos
	Registro de control interno de la gestión y almacenamiento de residuos peligrosos
	Documentos de Aceptación *
	Documentos de Control y Seguimiento *
	Comunicación traslado de RP de una comunidad a otra

\*Se debe guardar durante cinco años.

## 23 DOCUMENTACIÓN

- El objeto de este apartado es el de establecer la entrega de documentación del sistema de control de la planta a la propiedad.
- A continuación, se desglosa el contenido mínimo de la documentación a entregar:
- Esquemas eléctricos de todo el automatismo de control perfectamente actualizado, en papel y en formato .dwg (Autocad).
- Informes originales de pruebas en planta y puesta en marcha, debidamente cumplimentados.
- Protocolo de verificación de la red de fibra óptica.
- Relación de todo el software instalado, incluido número de versión y de licencia, en papel y en formato hoja de cálculo.
- Relación de todos los componentes hardware integrados en el sistema de control y supervisión, incluidos los componentes de la red, representando su disposición física de forma gráfica.
- Relación del direccionamiento IP de cada nodo integrado en el sistema de control y supervisión, representando su disposición lógica de forma gráfica.
- Certificados de originalidad del software instalado.
- Registro de titularidad de todas las licencias software de desarrollo, a nombre de la propiedad. De encontrarse en trámite dicho registro, se adjuntará el documento acreditativo de cambio de titularidad.
- Embalaje del software instalado, conteniendo los soportes informáticos de instalación y manuales, todo original (software de desarrollo y runtime empleado en la programación del sistema de control y sistema de supervisión).
- Programas fuente, compilado y documentación de los mismos en soporte informático, de aquellas aplicaciones que, por las particularidades del sistema de supervisión, tengan que ser desarrolladas por la empresa instaladora/integradora para el cumplimiento de este Pliego. Quedarán exentos de entrega, aquellos programas fuente que acrediten su inscripción en el Registro de la Propiedad Intelectual.
- Manuales originales de dispositivos, periféricos y demás elementos que conformen el sistema de supervisión y control.

Documento 2: Pliego de condiciones

- Copias de seguridad actualizadas en formato digital de los programas de PLC, comentados y perfectamente documentados. Si bien los comentarios y documentación pueden venir en formato estándar (.pdf; Word), la copia de seguridad deberá entregarse con el mismo formato que el generado por la herramienta software de desarrollo.
- Listados de entradas y salidas de los PLCs.
- Listados de temporizadores, contadores, ficheros imagen y demás variables utilizadas en la programación de los PLCs.
- Copias de seguridad actualizada en soporte informático del sistema de supervisión.
- Documentación de recetas, macros y demás programas desarrollados para las herramientas de programación del sistema de supervisión.
- En el PLC de control, se evitará el uso de claves o password de acceso. En el caso de ser estrictamente necesaria la asignación de esta clave, se documentará detalladamente. En el caso del sistema de supervisión y equipo que lo soporta, por su propia naturaleza, todas las claves de acceso y password programados deberán documentarse de forma detallada.
  - Manual de descripción de secuencias del sistema de control.
  - Manual de usuario del sistema de supervisión.

## 24 FORMACIÓN

Se impartirá cursos de formación adecuados al personal de mantenimiento y explotación, de temario adaptado a las funciones de cada grupo.

## 25 PREVENCIONES GENERALES

- Queda terminantemente prohibida la entrada en el local de esta estación a toda persona ajena al servicio y siempre que el encargado del mismo se ausente, deberá dejarlo cerrado con llave.
- Se pondrán en sitio visible del local, y a su entrada, placas de aviso de "Peligro de muerte".
- En el interior del local no habrá más objetos que los destinados al servicio del centro de transformación, como banqueta, guantes, etc.
- No está permitido fumar ni encender cerillas ni cualquier otra clase de combustible en el interior del local del centro de transformación y en caso de incendio no se empleará nunca agua.
- No se tocará ninguna parte de la instalación en tensión, aunque se esté aislado.
- Todas las maniobras se efectuarán colocándose convenientemente sobre la banqueta.
- En sitio bien visible estarán colocadas las instrucciones relativas a los socorros que deben prestarse en los accidentes causados por electricidad, debiendo estar el personal instruido prácticamente a este respecto, para aplicarlas en caso necesario. También, y en sitio visible, debe figurar el presente Reglamento y esquema de todas las conexiones de la instalación, aprobado por la Consejería de Industria, a la que se pasará aviso en el caso de introducir alguna modificación en este centro de transformación, para su inspección y aprobación, en su caso.

### PUESTA EN SERVICIO

- Se conectará primero los seccionadores de alta y a continuación el interruptor de alta, dejando en vacío el transformador. Posteriormente, se conectará el interruptor general de baja, procediendo en último término a la maniobra de la red de baja tensión.
- Si al poner en servicio una línea se disparase el interruptor automático o hubiera fusión de cartuchos fusibles, antes de volver a conectar se reconocerá detenidamente la línea e instalaciones y, si se observase alguna irregularidad, se dará cuenta de modo inmediato a la empresa suministradora de energía.

### SEPARACIÓN DE SERVICIO



Documento 2: Pliego de condiciones

- Se procederá en orden inverso al determinado en el apartado 8, es decir, desconectando la red de baja tensión y separando después el interruptor de alta y seccionadores.
- Si el interruptor fuera automático, sus relés deben regularse por disparo instantáneo con sobrecarga proporcional a la potencia del transformador, según la clase de la instalación.
- A fin de asegurar un buen contacto en las mordazas de los fusibles y cuchillas de los interruptores así como en las bornes de fijación de las líneas de alta y de baja tensión, la limpieza se efectuará con la debida frecuencia. Si hubiera de intervenir en la parte de línea comprendida entre la celda de entrada y seccionador aéreo exterior se avisará por escrito a la compañía suministradora de energía eléctrica para que corte la corriente en la línea alimentadora, no comenzando los trabajos sin la conformidad de ésta, que no restablecerá el servicio hasta recibir, con las debidas garantías, notificación de que la línea de alta se encuentra en perfectas condiciones, para la garantizar la seguridad de personas y cosas.
- La limpieza se hará sobre banqueta, con trapos perfectamente secos, y muy atentos a que el aislamiento que es necesario para garantizar la seguridad personal, sólo se consigue teniendo la banqueta en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.

PREVENCIÓNES ESPECIALES

- No se modificarán los fusibles y al cambiarlos se emplearán de las mismas características de resistencia y curva de fusión.
- No debe de sobrepasar los 60°C la temperatura del líquido refrigerante, en los aparatos que lo tuvieran, y cuando se precise cambiarlo se empleará de la misma calidad y características.
- Deben humedecerse con frecuencia las tomas de tierra. Se vigilará el buen estado de los aparatos, y cuando se observase alguna anomalía en el funcionamiento del centro de transformación, se pondrá en conocimiento de la compañía suministradora, para corregirla de acuerdo con ella.

## 25.1 Certificados y documentación

Se aportará, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos, la documentación siguiente:

- Autorización Administrativa.
- Proyecto, suscrito por técnico competente.
- Certificado de tensiones de paso y contacto, por parte de empresa homologada.
- Certificado de Dirección de Obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Escrito de conformidad por parte de la Compañía Eléctrica suministradora.

### LIBRO DE ÓRDENES

Se dispondrá en este centro del correspondiente libro de órdenes en el que se harán constar las incidencias surgidas en el transcurso de su ejecución y explotación.

## 25.2 Control

Se realizarán cuantos análisis, verificaciones, comprobaciones, ensayos, pruebas y experiencias con los materiales, elementos o partes de la instalación que se ordenen por el Director Técnico de la misma, siendo ejecutados en laboratorio que designe la dirección, con cargo a la contrata.

Antes de su empleo en la obra, montaje o instalación, todos los materiales a emplear, cuyas características técnicas, así como las de su puesta en obra, han quedado ya especificadas en apartados anteriores, serán reconocidos por el Director Técnico o persona en la que éste delegue, sin cuya aprobación no podrá procederse a su empleo. Los que por mala calidad, falta de protección o aislamiento u otros defectos no se estimen admisibles por aquél, deberán ser retirados inmediatamente. Este reconocimiento previo de los materiales no constituirá su recepción definitiva, y el Director Técnico podrá retirar en cualquier momento aquellos que presenten algún defecto no apreciado anteriormente, aún a costa, si fuera preciso, de deshacer la instalación o montaje ejecutados con ellos. Por tanto, la responsabilidad del contratista en el cumplimiento de las especificaciones de los materiales no cesará mientras no sean recibidos definitivamente los trabajos en los que se hayan empleado.

### 25.3 Seguridad

En general, basándonos en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y las especificaciones de las normas NTE, se cumplirán, entre otras, las siguientes condiciones de seguridad:

- Siempre que se vaya a intervenir en una instalación eléctrica, tanto en la ejecución de la misma como en su mantenimiento, los trabajos se realizarán sin tensión, asegurándonos la inexistencia de ésta mediante los correspondientes aparatos de medición y comprobación.
- En el lugar de trabajo se encontrará siempre un mínimo de dos operarios.
- Se utilizarán guantes y herramientas aislantes.
- Cuando se usen aparatos o herramientas eléctricos, además de conectarlos a tierra cuando así lo precisen, estarán dotados de un grado de aislamiento II, o estarán alimentados con una tensión inferior a 50 V mediante transformadores de seguridad.
- Serán bloqueados en posición de apertura, si es posible, cada uno de los aparatos de protección, seccionamiento y maniobra, colocando en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo.
- No se restablecerá el servicio al finalizar los trabajos antes de haber comprobado que no exista peligro alguno.
- En general, mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos a tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal o artículos inflamables; llevarán las herramientas o equipos en bolsas y utilizarán calzado aislante, al menos, sin herrajes ni clavos en las suelas.
- Se cumplirán asimismo todas las disposiciones generales de seguridad de obligado cumplimiento relativas a seguridad, higiene y salud en el trabajo, y las ordenanzas municipales que sean de aplicación.

### 25.4 Limpieza

Antes de la Recepción provisional, los cuadros se limpiarán de polvo, pintura, cascarillas y de cualquier material que pueda haberse acumulado durante el curso de la obra en su interior o al exterior.

## 25.5 Mantenimiento

Cuando sea necesario intervenir nuevamente en la instalación, bien sea por causa de averías o para efectuar modificaciones en la misma, deberán tenerse en cuenta todas las especificaciones reseñadas en los apartados de ejecución, control y seguridad, en la misma forma que si se tratara de una instalación nueva. Se aprovechará la ocasión para comprobar el estado general de la instalación, sustituyendo o reparando aquellos elementos que lo precisen, utilizando materiales de características similares a los reemplazados.



Proyecto para solicitud de Autorización Administrativa Previa y  
Autorización Administrativa de Construcción

Ed.00

“BESS STAND ALONE BARRUNDIA” 26 MW / 120,36 MWh

06/2025

Documento 2: Pliego de condiciones

Madrid, junio de 2025

Jose Antonio Valle Fernández

Ingeniero Industrial

N.º colegiado: 3086



# **Proyecto para solicitud de Autorización Administrativa Previa y Autorización Administrativa de Construcción**

**“BESS STAND ALONE BARRUNDIA”  
26 MW / 120,36 MWh**

Junio 2025 - Ed00

DOCUMENTO 3: PRESUPUESTO



Documento 3: Presupuesto

Versión	Elaborado	Revisado	Aprobado	Fecha
00	A.C.C.	F.S.	J.A.V.F	06/2025

# Contenido

1	PRESUPUESTO PLANTA BESS STAND ALONE BARRUNDIA.....	5
1.1	Equipos y materiales .....	5
1.1.1	Equipos principales.....	5
1.2	Cableado y conexiones.....	5
1.2.1	Cableado BT y MT.....	5
1.2.2	Cableado SSAA, control y fibra óptica .....	6
1.2.3	Conexiones .....	6
1.3	Red de tierras inferiores.....	6
1.4	Control y monitorización.....	6
1.5	Montaje e instalación electromecánica .....	7
1.6	Instalaciones complementarias.....	7
1.7	Obra civil.....	7
1.7.1	Desbroce y actuaciones previas .....	7
1.7.2	Cerramiento y puertas de acceso.....	8
1.7.3	Movimiento de tierras.....	8
1.7.4	Drenajes .....	8
1.7.5	Viales y urbanización .....	8
1.7.6	Cimentaciones y bancadas .....	9
1.7.7	Zanjas y canalizaciones.....	9
1.8	Estudio de seguridad y salud.....	9
1.9	Estudio de gestion de residuos .....	9
2	RESUMEN DE PRESUPUESTO PLANTA BESS STAND ALONE BARRUNDIA.....	10
3	PRESUPUESTO SET ABEI 30/220 kV.....	11



Documento 3: Presupuesto

3.1	Equipos y materiales .....	11
3.1.1	Transformador de potencia y resistencia PaT.....	11
3.1.2	Aparellaje de 220 kV.....	12
3.1.3	Celdas y aparellaje de 30 kV.....	12
3.1.4	Control, medida y proyección .....	12
3.1.5	Servicios auxiliares y materiales BT.....	13
3.1.6	Estructura metálica y embarrados .....	13
3.1.7	Alumbrado de la subestación.....	13
3.1.8	Instalaciones complementarias.....	13
3.1.9	Suministro edificio prefabricado .....	14
3.2	Obra civil.....	14
3.3	Montaje .....	14
3.4	Estudio de Seguridad y Salud .....	14
3.5	Estudio de gestion de residuos .....	15
4	RESUMEN DE PRESUPUESTO SET ABEI 30/220 kV .....	15
5	PRESUPUESTO LSAT 220 kV.....	16
5.1	Equipos y materiales .....	16
5.2	Obra Civil .....	16
5.3	Montaje.....	17
5.4	Estudio de Seguridad y Salud .....	17
5.5	Estudio de gestion de residuos .....	17
5.6	Estudio de desmantelamiento .....	17
6	RESUMEN DE PRESUPUESTO LSAT 220 kV .....	18

## 1 PRESUPUESTO PLANTA BESS STAND ALONE BARRUNDIA

Los apartados a continuación mostrados desglosan el presupuesto de ejecución material de la instalación BESS STAND ALONE BARRUNDIA.

### 1.1 Equipos y materiales

#### 1.1.1 Equipos principales

Tabla 1. Presupuesto equipos principales

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTE (€)
Cabina de baterías de ion-litio LFP (5,015 MWh 0,25C)	Ud	24	658.485,00 €	15.803.640,00 €
Sistema de conversión de potencia (4,39 kVA @40)	Ud	6	42.176,00 €	253.056,00 €
Transformador de potencia (8,79 MVA) y celdas de media tensión estación de potencia	Ud	3	314.852,00 €	944.556,00 €
<b>TOTAL EQUIPOS PRINCIPALES</b>				<b>17.001.252,00 €</b>

### 1.2 Cableado y conexiones

#### 1.2.1 Cableado BT y MT

Tabla 2. Presupuesto cableado BT y MT

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTE (€)
Cableado CA baja tensión 0,6/1,0 kV Al XLPE 1x185 mm <sup>2</sup>	m	1495,44	3,05 €	4.561,09 €
Cableado CA media tensión HEPRZ1 AL AFUMEX (AS) 18/30 kV 1x400 mm <sup>2</sup>	m	46,72	22,40 €	1.046,53 €
Cableado CA media tensión HEPRZ1 AL AFUMEX (AS) 18/30 kV 1x630 mm <sup>2</sup>	m	46,04	30,00 €	1.381,20 €
<b>TOTAL CABLEADO BT Y MT</b>				<b>6.988,82 €</b>

Documento 3: Presupuesto

### 1.2.2 Cableado SSAA, control y fibra óptica

Tabla 3. Presupuesto cableado SSAA, control y fibra óptica

DESCRIPCIÓN	COSTE (€)
Cableado CA y CC para SSAA, cableado CC para control y cableado de fibra óptica	3.625,96 €
<b>TOTAL CABLEADO</b>	<b>3.625,96 €</b>

### 1.2.3 Conexiones

Tabla 4. Presupuesto conexiones

DESCRIPCIÓN	COSTE (€)
Conexiones BT, MT, SSAA, control y fibra óptica	1.043,18 €
<b>TOTAL CONEXIONES</b>	<b>1.043,18 €</b>

### 1.3 Red de tierras inferiores

Tabla 5. Presupuesto red de tierras

DESCRIPCIÓN	COSTE (€)
Red de tierras inferiores	15.324,11 €
<b>TOTAL RED DE TIERRAS</b>	<b>15.324,11 €</b>

### 1.4 Control y monitorización

Tabla 6. Presupuesto control y monitorización

DESCRIPCIÓN	COSTE (€)
Control, monitorización, protección y servicios auxiliares	463.753,51 €
<b>TOTAL CONTROL Y MONITORIZACIÓN</b>	<b>463.753,51 €</b>

## 1.5 Montaje e instalación electromecánica

Tabla 7. Presupuesto montaje e instalación electromecánica

DESCRIPCIÓN	COSTE (€)
Montaje e instalación electromecánica	127.103,42 €
<b>TOTAL MONTAJE E INSTALACIÓN ELECTROMECAÁNICA</b>	<b>127.103,42 €</b>

## 1.6 Instalaciones complementarias

Tabla 8. Presupuesto instalaciones complementarias

DESCRIPCIÓN	COSTE (€)
Suministro e instalación sistema de alumbrado y fuerza	3.634,27 €
Suministro e instalación sistema de protección contra incendios	4.585,17 €
Suministro e instalación sistema de climatización y ventilación	4.233,47 €
Suministro e instalación sistema anti-intrusismo	3.048,10 €
<b>TOTAL INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS</b>	<b>15.501,00 €</b>

## 1.7 Obra civil

### 1.7.1 Desbroce y actuaciones previas

Tabla 9. Presupuesto desbroce y actuaciones previas

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTE (€)
Desbroce y actuaciones previas	m <sup>3</sup>	4.304,09	3,14 €	13.514,84 €
<b>TOTAL DESBROCE</b>				<b>13.514,84 €</b>

Documento 3: Presupuesto

### 1.7.2 Cerramiento y puertas de acceso

Tabla 10. Presupuesto cerramiento y puntos de acceso

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTE (€)
Cerramiento perimetral incluyendo cimentación, postes metálicos, malla y accesorios	m	519	38,50 €	19.981,50 €
Puertas de acceso	Ud	1	4.500 €	4.500,00 €
<b>TOTAL CERRAMIENTO Y PUERTAS DE ACCESO</b>				<b>24.481,50 €</b>

### 1.7.3 Movimiento de tierras

Tabla 11. Presupuesto movimiento de tierras

DESCRIPCIÓN	COSTE (€)
Movimiento de tierras	3.754,59 €
<b>TOTAL MOVIMIENTOS DE TIERRA</b>	<b>3.754,59 €</b>

### 1.7.4 Drenajes

Tabla 12. Presupuesto drenajes

DESCRIPCIÓN	COSTE (€)
Drenajes	17.838,79 €
<b>TOTAL DRENAJES</b>	<b>17.838,79 €</b>

### 1.7.5 Viales y urbanización

Tabla 13. Presupuesto viales y urbanización

DESCRIPCIÓN	COSTE (€)
Viales y urbanización	83.411,87 €
<b>TOTAL VIALES</b>	<b>83.411,87 €</b>

Documento 3: Presupuesto

1.7.6 Cimentaciones y bancadas

Tabla 14. Presupuesto cimentación y bancadas

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTE (€)
Cimentación cuadrada de estación de potencia 1 transformador	Ud	3	79,10 €	237,30 €
Cimentación cuadrada cabina baterías	Ud	192	111,02 €	21.315,84 €
<b>TOTAL CIMENTACIONES Y BANCADAS</b>				<b>21.553,14 €</b>

1.7.7 Zanjas y canalizaciones

Tabla 15. Presupuesto zanjas y canalizaciones

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTE (€)
Zanja de MT	m	92,76	22,00 €	2.040,72 €
Zanja cables AC	m	1495,44	80,00 €	119.635,20 €
<b>TOTAL ZANJAS Y CANALIZACIONES</b>				<b>121.675,92 €</b>

1.8 Estudio de seguridad y salud

Tabla 16. Presupuesto del estudio de seguridad y salud

DESCRIPCIÓN	COSTE (€)
Estudio de seguridad y salud	10.830,66 €
<b>TOTAL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	<b>10.830,66 €</b>

1.9 Estudio de gestión de residuos

Tabla 17. Presupuesto Estudio de gestión de residuos

DESCRIPCIÓN	COSTE (€)
Estudio de gestión de residuos	8.519,95 €
<b>TOTAL ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS</b>	<b>8.519,95 €</b>

## 2 RESUMEN DE PRESUPUESTO PLANTA BESS STAND ALONE BARRUNDIA

Tabla 18. Resumen del presupuesto

Resumen del presupuesto en euros	
Equipos y materiales	17.001.252,00 €
Cableado y conexiones	11.657,96 €
Red de tierras inferiores	15.324,11 €
Control y monitorización	463.753,51 €
Montaje e instalación electromecánica	127.103,42 €
Instalaciones complementarias	15.501,00 €
Obra civil	286.230,66 €
Estudio de seguridad y salud	10.830,66 €
Estudio de gestión de residuos	8.519,95 €
<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>	<b>17.940.173,27 €</b>
<b>TOTAL PRESUPUESTO (21% IVA)</b>	<b>21.707.609,66 €</b>

El presupuesto de ejecución material (IVA no incluido) asciende a la cantidad de **DIECISIETE MILLONES NOVECIENTOS CUARENTA MIL CIENTO SETENTA Y TRES EUROS Y VEINTISIETE CÉNTIMOS.**

### 3 PRESUPUESTO SET ABEI 30/220 kV

Los apartados a continuación mostrados desglosan el presupuesto de ejecución material de la subestación SET ABEI 30/220 kV ubicada en el interior de la poligonal de la instalación BESS STAND ALONE BARRUNDIA.

#### 3.1 Equipos y materiales

Tabla 19. Presupuesto equipos principales

EQUIPO	COSTE (€)
Transformador de potencia y reactancia de PaT	1.066.508,96 €
Aparellaje de 220 kV	481.984,20 €
Celdas y aparellaje de 30 kV	117.747,00 €
Control, medida y protección	278.093,20 €
Servicios auxiliares y materiales BT	200.181,52 €
Estructura metálica y embarrados	151.236,80 €
Alumbrado de la subestación	45.491,60 €
Instalaciones complementarias	64.389,60 €
Suministro Edificio prefabricado	105.125,00 €
<b>Total Equipos y Materiales</b>	<b>2.510.757,88 €</b>

##### 3.1.1 Transformador de potencia y resistencia PaT

Tabla 20. Presupuesto transformador de potencia y resistencia PaT

EQUIPO	COSTE UNITARIO	MEDICIÓN	COSTE (€)
Transformador de potencia 220/30 kV	1.040.679,96 €	1	1.040.679,96 €
Reactancia de PaT	25.829,00 €	1	25.829,00 €
<b>Total</b>			<b>1.066.508,96 €</b>



Documento 3: Presupuesto

### 3.1.2 Aparellaje de 220 kV

Tabla 21. Presupuesto aparellaje de 220 kV

EQUIPO	COSTE UNITARIO	MEDICIÓN	COSTE (€)
Interruptor tripolar 220 kV	192.073,20 €	1	192.073,20 €
Seccionador 220 kV	52.548,00 €	1	52.548,00 €
Autoválvulas 220 kV	12.150,00 €	6	72.900,00 €
Transformador de intensidad 220 kV	22.293,00 €	3	66.879,00 €
Transformador de tensión 220 kV	25.062,00 €	3	75.186,00 €
Conexiones entre apartamentas y material auxiliar	-	p/A	22.398,00 €
<b>Total</b>			<b>481.984,20 €</b>

### 3.1.3 Celdas y aparellaje de 30 kV

Tabla 22. Presupuesto celdas y aparellaje de 30 kV

EQUIPO	COSTE UNITARIO	MEDICIÓN	COSTE (€)
Autoválvulas 30 kV	432,00 €	3	1.296,00 €
Seccionador tripolar 30kV	3.658,00 €	1	3.658,00 €
Aislador soporte C6-170	365,00 €	3	1.095,00 €
Celda de acometida de transformador	28.798,00 €	1	28.798,00 €
Celda de llegada de línea	26.503,00 €	2	53.006,00 €
Celda de medida y servicios auxiliares	24.012,00 €	1	24.012,00 €
Conexiones en media tensión y material auxiliar para montaje cables MT, embarrados 30 kV	-	p/A	5.882,00 €
<b>Total</b>			<b>117.747,00 €</b>

### 3.1.4 Control, medida y proyección

Tabla 23. Presupuesto control, medida y protección

EQUIPO	COSTE UNITARIO	MEDICIÓN	COSTE (€)
Control, medida y protección (incluye armarios de control, sistemas de comunicaciones, UCS y UCP)	-	P/A	278.093,20 €
<b>Total</b>			<b>278.093,20 €</b>

Documento 3: Presupuesto

### 3.1.5 Servicios auxiliares y materiales BT

Tabla 24. Presupuesto Servicios auxiliares y materiales BT

EQUIPO	COSTE UNITARIO	MEDICIÓN	COSTE (€)
Servicios auxiliares (incluye cuadros generales CA y CC, transformador SSAA, equipos 125 Vcc y 48 Vcc) y materiales BT	-	P/A	200.181,52 €
<b>Total</b>			<b>200.181,52 €</b>

### 3.1.6 Estructura metálica y embarrados

Tabla 25. Presupuesto estructura metálica y embarrados

EQUIPO	COSTE UNITARIO	MEDICIÓN	COSTE (€)
Estructura metálica para soportes de aparellaje 66kV		p/A	80.634,40 €
Estructura metálica para soportes aparellaje y embarrados 30 kV		PIA	53.565,60 €
Herrajes auxiliares para soportes de acceso nos		PIA	17.036,80 €
<b>Total</b>			<b>151.236,80 €</b>

### 3.1.7 Alumbrado de la subestación

Tabla 26. Presupuesto alumbrado de la subestación

EQUIPO	COSTE UNITARIO	MEDICIÓN	COSTE (€)
Alumbrado de la subestación (incluye alumbrado y fuerza de parque intemperie y edificio, alumbrado de emergencia)	-	P/A	45.491,60 €
<b>Total</b>			<b>45.491,60 €</b>

### 3.1.8 Instalaciones complementarias

Tabla 27. Presupuesto instalaciones complementarias

EQUIPO	COSTE UNITARIO	MEDICIÓN	COSTE (€)
Instalaciones complementarias (Sistema contra incendios y antiintrusismo, protección y seguridad, climatización y ventilación)	-	P/A	64.389,60 €
<b>Total</b>			<b>64.389,60 €</b>

Documento 3: Presupuesto

### 3.1.9 Suministro edificio prefabricado

Tabla 28. Presupuesto suministro edificio prefabricado

EQUIPO	COSTE UNITARIO	MEDICIÓN	COSTE (€)
Ejecución de edificio prefabricado	105.125,00 €	1	105.125,00 €
<b>Total</b>			<b>105.125,00 €</b>

### 3.2 Obra civil

Tabla 29. Presupuesto obra civil

PARTIDA	COSTE (€)
Red de tierras inferiores	39.682,50 €
Cerramiento	94.068,26 €
Viales	109.752,50 €
Saneamiento y drenajes	75.589,80 €
Cimentaciones y bancadas	97.960,72 €
Zanjas y canalizaciones	47.993,66 €
<b>TOTAL</b>	<b>465.047,44 €</b>

### 3.3 Montaje

Tabla 30. Presupuesto montaje

10% de la partida de equipos y materiales	251.075,79 €
<b>TOTAL MONTAJE</b>	<b>251.075,79 €</b>

### 3.4 Estudio de Seguridad y Salud

Tabla 31. Presupuesto Estudio de Seguridad y Salud

Estudio de Seguridad y Salud	10.830,66 €
<b>TOTAL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	<b>10.830,66 €</b>

### 3.5 Estudio de gestion de residuos

Tabla 32. Presupuesto estudio de gestión de residuos

Estudio de Gestión de Residuos	1.590,71 €
<b>TOTAL ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS</b>	<b>1.590,71 €</b>

## 4 RESUMEN DE PRESUPUESTO SET ABEI 30/220 kV

Tabla 33. Resumen del presupuesto

Resumen del presup.uesto en euros	
Equipos y materiales	2.510.757,88 €
Obra civil	465.047,44 €
Montaje	251.075,79 €
Estudio de Seguridad y Salud	10.830,66 €
Estudio de Gestión de Residuos	1.590,71 €
<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>	<b>3.239.302,48 €</b>
<b>TOTAL PRESUPUESTO (21% IVA)</b>	<b>3.919.556,00 €</b>

El presupuesto de ejecución material (IVA no incluido) asciende a la cantidad de **TRES MILLONES DOSCIENTOS TREINTA Y NUEVE MIL TRESCIENTOS DOS EUROS CON CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS.**

## 5 PRESUPUESTO LSAT 220 kV

Los apartados a continuación mostrados desglosan el presupuesto de ejecución material de la línea soterrada de alta tensión 220kV que conectará la subestación SET ABEI 30/220kV con el Centro de Seccionamiento Almodóvar del Río.

### 5.1 Equipos y materiales

Tabla 34. Presupuesto equipos principales

DESCRIPCIÓN	Medición	Unidades	Precio(€/ud)	Coste (€)
Cable RHZ1-20L (AS) 127/220 kv 500 K Al+H35Cu (m)	6.915	m	86,20 €	596.073,00 €
Cable comm. Fibra óptica (m)	2.305	m	1,72 €	3.964,60 €
conj. Terminal exterior RHZ1-20L (AS) 127/220 kV 1x500mm <sup>2</sup> K Al+H200 (ud.)	6	Ud	3.620,40 €	21.722,40 €
Pararrayos (ud.)	6	Ud	1.379,20 €	8.275,20 €
Empalme con secc. de pantalla Cable RHZ1-20L (AS) 127/220 kv 500 K Al+H35Cu (m)	8	Ud	1.490,23 €	11.921,84 €
Caja tripolar Cross-bonding con descargadores (ud.)	2	Ud	4.999,60 €	9.999,20 €
Caja unipolar de puesta a tierra directa (ud.)	2	Ud	1.034,40 €	2.068,80 €
Arqueta de telecomunicaciones (ud.)	25	Ud	273,13 €	6.828,25 €
<b>TOTAL EQUIPOS Y MATERIALES</b>				<b>660.853,29 €</b>

### 5.2 Obra Civil

Tabla 35. Presupuesto obra civil

DESCRIPCIÓN	Medición	Unidades	Precio(€/ud)	Coste (€)
Zanja tipo bajo tubo hormigonado (m)(1,45x0,8m)	2.185	m	137,92 €	301.355,20 €
Perforación horizontal dirigida - PHD	120	m	704,17 €	84.500,40 €
Instalación de arquetas de telecomunicaciones	25	Ud	59,34 €	1.483,50 €
<b>TOTAL OBRA CIVIL</b>				<b>387.339,10 €</b>

Documento 3: Presupuesto

### 5.3 Montaje

Tabla 36. Presupuesto montaje

DESCRIPCIÓN	Medición	Unidades	Precio(€/ud)	Coste (€)
Tendido de cable en zanja (m)	6.915,00	m	12,33 €	85.261,95 €
Tendido de cable dieléctrico de FO (m)	2.305,00	m	1,72 €	3.964,60 €
Montaje de Empalmes con seccionamiento de pantalla (m)	8,00	m	6.009,35 €	48.074,80 €
Confección y montaje de terminales exteriores (ud.)	6,00	m	5.172,00 €	31.032,00 €
Montaje de Pararrayos (ud.)	6,00	Ud	1.805,03 €	10.830,18 €
<b>TOTAL OBRA CIVIL</b>				<b>179.163,53 €</b>

### 5.4 Estudio de Seguridad y Salud

Tabla 37. Presupuesto Estudio de Seguridad y Salud

DESCRIPCIÓN	Unidades	Precio(€/ud)	Cantidad (€)
Estudio de Seguridad y Salud		22.384,82 €	22.384,82 €
<b>TOTAL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>			<b>22.384,82 €</b>

### 5.5 Estudio de gestion de residuos

Tabla 38. Presupuesto estudio de gestión de residuos

DESCRIPCIÓN	Unidades	Precio(€/ud)	Cantidad (€)
Estudio de gestión de residuos		25.274,55 €	25.274,55 €
<b>TOTAL ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS</b>			<b>25.274,55 €</b>

### 5.6 Estudio de desmantelamiento

Tabla 39. Presupuesto estudio de desmantelamiento

DESCRIPCIÓN	Unidades	Precio(€/ud)	Cantidad (€)
Estudio de desmantelamiento		211.291,29 €	211.291,29 €
<b>TOTAL ESTUDIO DE DESMANTELAMIENTO</b>			<b>211.291,29 €</b>

## 6 RESUMEN DE PRESUPUESTO LSAT 220 kV

Tabla 40. *Resumen del presupuesto*

Resumen del presupuesto en euros	
Equipos y materiales	660.853,29 €
Obra civil	387.339,10 €
Montaje	179.163,53 €
Estudio de seguridad y salud	22.384,82 €
Estudio de gestión de residuos	25.274,55 €
Estudio de desmantelamiento	211.291,29 €
<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>	<b>1.486.306,58 €</b>
<b>TOTAL PRESUPUESTO (21% IVA)</b>	<b>1.798.430,96 €</b>

El presupuesto de ejecución material (IVA no incluido) asciende a la cantidad de **UN MILLÓN CUATROCIENTOS OCHENTA Y SEIS MIL TRESCIENTOS SEIS EUROS CON CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS**.



Proyecto para solicitud de Autorización Administrativa Previa y  
Autorización Administrativa de Construcción

Ed.00

“BESS STAND ALONE BARRUNDIA” 26 MW / 120,36 MWh

06/2025

Documento 3: Presupuesto

Madrid, junio de 2025

Jose Antonio Valle Fernández

Ingeniero Industrial

N.º colegiado: 3086





# **Proyecto para solicitud de Autorización Administrativa Previa y Autorización Administrativa de Construcción**

**“BESS STAND ALONE BARRUNDIA”  
26 MW / 120,36 MWh**

Junio 2025 - Ed00

DOCUMENTO 4: PLANOS



Proyecto para solicitud de Autorización Administrativa Previa y  
Autorización Administrativa de Construcción

Ed.00

“BESS STAND ALONE BARRUNDIA”

06/2025

26 MW / 120,36 MWh

Versión	Elaborado	Revisado	Aprobado	Fecha
00	A.C.C.	F.S.	J.A.V.F	06/2025

## LISTADO DE PLANOS

PLANO 01. LOCALIZACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

PLANO 02. PLANTA GENERAL

PLANO 03. PLANTA CATASTRAL

PLANO 04. PLANTA LONGITUDINAL

PLANO 05. PERFIL LONGITUDINAL

PLANO 06. DETALLE TIPO DE VIAL INTERIOR

PLANO 07. DETALLE TIPO DE ZANJAS

PLANO 08. DETALLE TIPO DE ARQUETAS DE FIBRA ÓPTICA Y CÁMARA DE EMPALME

PLANO 09. PUESTA A TIERRA

PLANO 10. CERRAMIENTO

PLANO 11. DETALLE DE EQUIPOS. CONTENEDOR BATERÍAS

PLANO 12. DETALLE DE EQUIPOS. POWER STATION

PLANO 13. PLANTA Y SECCIÓN. SET ABEI 30/220 kV

PLANO 14. PLANTA Y SECCIÓN. PUNTO DE MEDIDA

PLANO 15. ESQUEMA UNIFILAR. BAJA TENSIÓN

PLANO 16. ESQUEMA UNIFILAR. MEDIA TENSIÓN

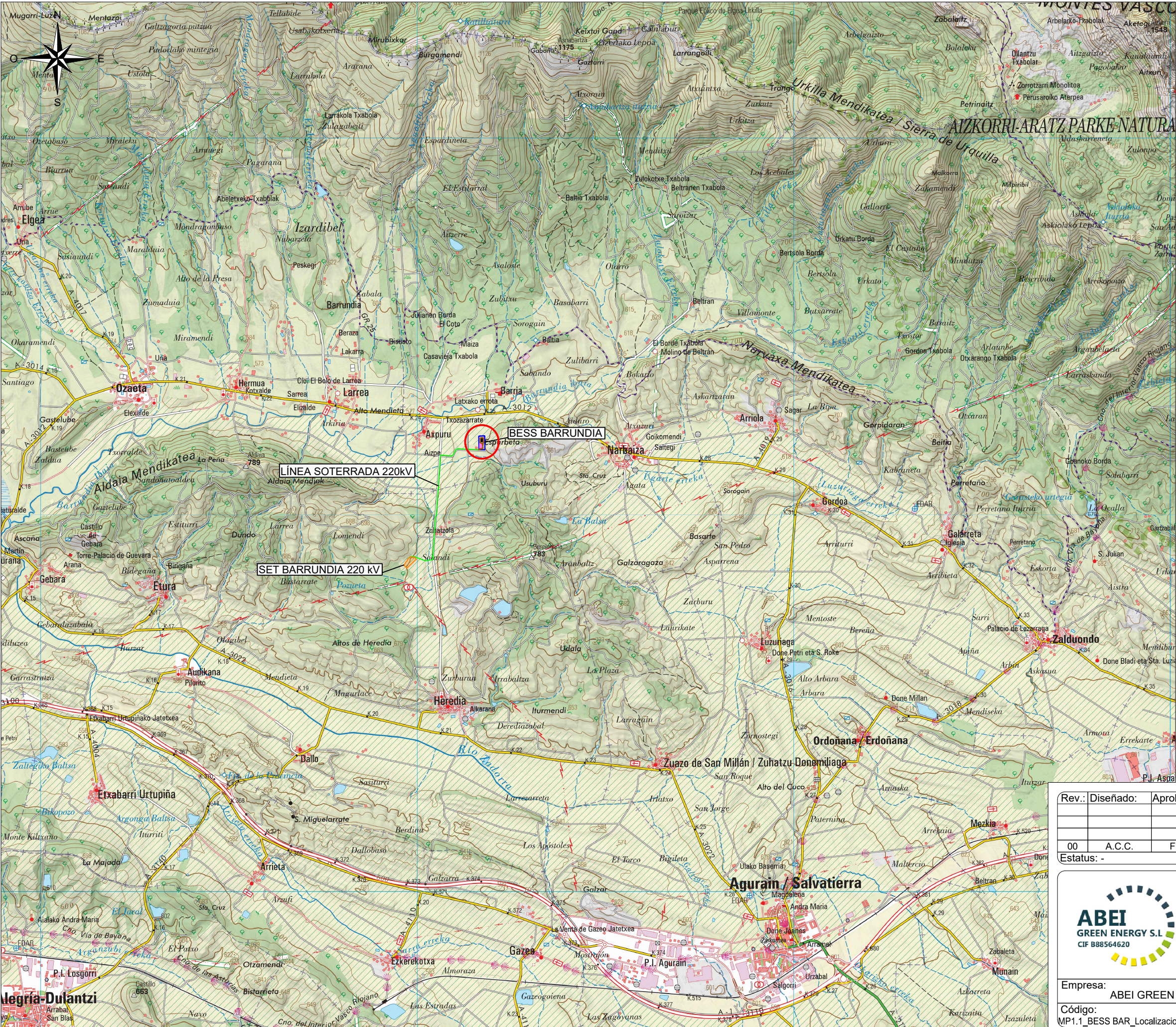
PLANO 17. ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO

PLANO 18. ESQUEMA UNIFILAR DESARROLLADO

PLANO 19. GESTIÓN DE RESIDUOS

PLANO 20. UNIFILAR BÁSICO DE CONEXIÓN





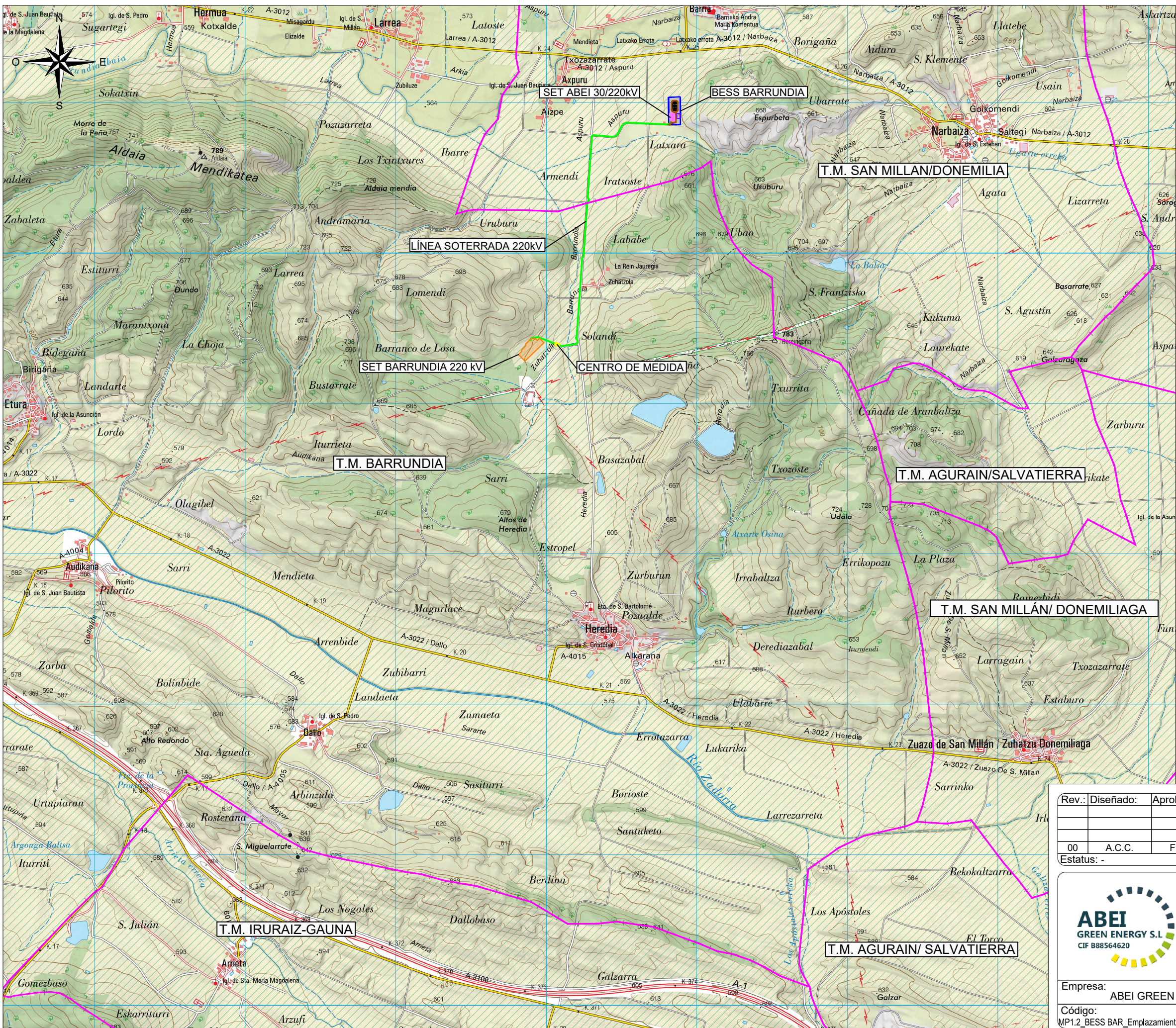
LEYENDA			
	BESS BARRUNDIA		
	LÍNEA SOTERRADA 220 kV		
	SET ABEI 30/220 kV		
	SET BARRUNDIA 220 kV		

Rev.:	Diseñado:	Aprobado:	Descripción:	Fecha:
00	A.C.C.	F.S.	EDICIÓN INICIAL	06/2025

Estatus: -		Proyecto: BESS STAND ALONE BARRUNDIA (26 MW / 120.36 MWh)		
		Título del plano:  LOCALIZACIÓN		

Empresa: ABEI GREEN ENERGY,S.L.					
Código:	Nº plano:	Hoja:	Tamaño:	Escala:	Fecha:
MP1.1_BESS BAR_Localizacion	1.1	01 de 02	A3	1/50000	06/2025
Rev.:					00





**LEYENDA**

- BESS BARRUNDIA
- LÍNEA SOTERRADA 220 KV
- SET ABEI 30/220 KV
- SET BARRUNDIA 220 KV
- LÍMITE TT.MM.
- CENTRO DE MEDIDA

Rev.:	Diseñado:	Aprobado:	Descripción:	Fecha:
00	A.C.C.	F.S.	EDICIÓN INICIAL	06/2025
Estatus: -				



**ABEI**  
GREEN ENERGY S.L.  
CIF B88564620

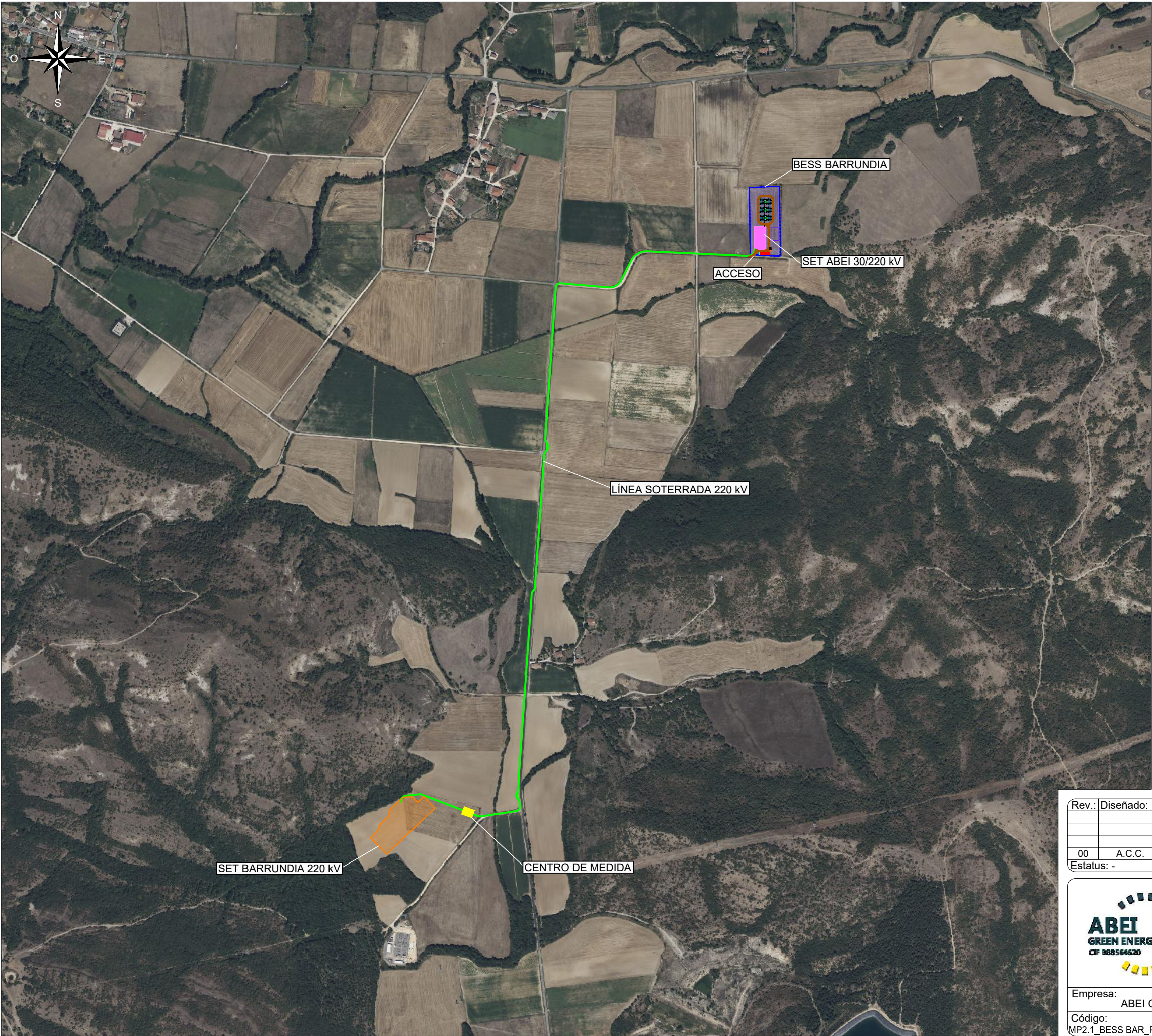
Proyecto:  
**BESS STAND ALONE BARRUNDIA**  
(26 MW / 120.36 MWh)

Título del plano:

**EMPLAZAMIENTO**

Empresa: ABEI GREEN ENERGY,S.L.					
Código: MP1.2_BESS BAR_Emplazamiento	Nº plano: 1.2	Hoja: 02 de 02	Tamaño: A3	Escala: 1/25000	Fecha: 06/2025
Rev.: 00					





LEYENDA	
	BESS BARRUNDIA
	VIALES
	CONTENEDOR DE BATERÍAS
	TRANSFORMADORES TWIN SKID 8780
	PCS FP4390K
	SET ABEI 30/220 kV
	LÍNEA SOTERRADA 220 kV
	SET BARRUNDIA 220 kV
	CENTRO DE MEDIDA

BESS STAND ALONE BARRUNDIA	
DATOS GENERALES	
Localización	San Millán (Álava)
Altitud (m)	595
Potencia instalada CA	26 MWac @40°C
Capacidad instalada CA	120,36 MWh
Horas de funcionamiento (h)	4,63
Potencia activa en POI (REE)	22,69 MWn
Número total de PCS	6
Número total de baterías	24
BLOQUE TIPO	
Número de transformadores	1
Número de PCS	2
Número de baterías	4
Potencia Nominal	4,39 MVA @40°C
Capacidad Nominal	20,06 MWh
OBRA CIVIL	
Longitud de los caminos (m)	343,71
Perímetro del vallado (m)	518,00
Área total del vallado (ha)	1,43

Rev.:	Diseñado:	Aprobado:	Descripción:	Fecha:
00	A.C.C.	F.S.	EDICIÓN INICIAL	06/2025

Estatus: -

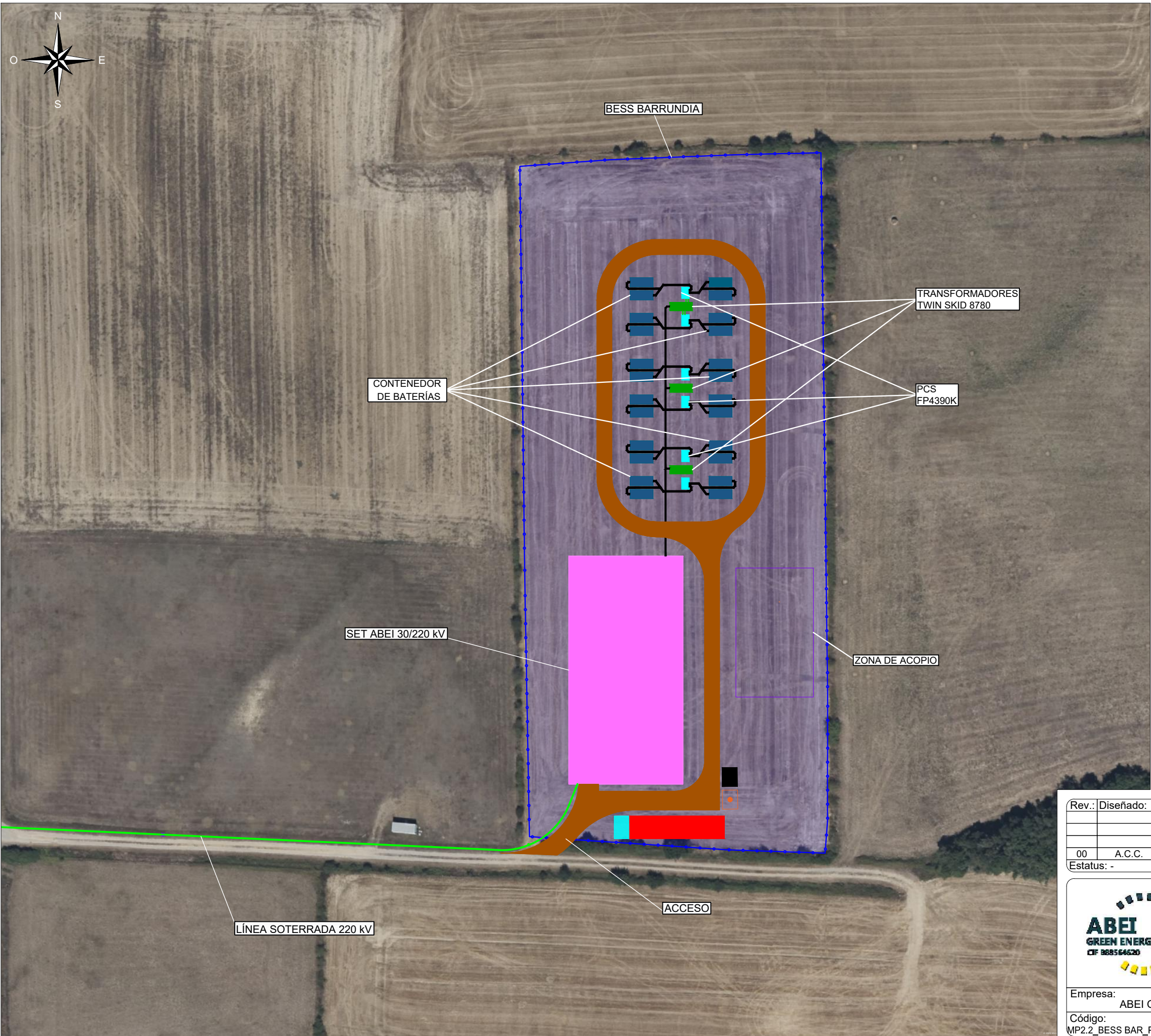
Proyecto:  
**BESS STAND ALONE BARRUNDIA**  
(26 MW / 120.36 MWh)

Título del plano:  
  
**PLANTA GENERAL**

Empresa:  
ABEI GREEN ENERGY,S.L.

Código: MP2.1_BESS BAR_PI.General	Nº plano: 2.1	Hoja: 01 de 02	Tamaño: A3	Escala: 1:10000	Fecha: 06/2025	Rev.: 00
--------------------------------------	------------------	-------------------	---------------	--------------------	-------------------	-------------





LEYENDA

BESS BARRUNDIA

 VIALES CONTENEDOR DE BATERÍAS TRANSFORMADORES TWIN SKID 8780 PCS FP4390K SET ABEI 30/220 kV LÍNEA SOTERRADA 220 kV ZONA DE ACOPIO

BESS STAND ALONE BARRUNDIA	
DATOS GENERALES	
Localización	San Millán (Álava)
Altitud (m)	595
Potencia instalada CA	26 MWac @40°C
Capacidad instalada CA	120,36 MWh
Horas de funcionamiento (h)	4,63
Potencia activa en POI (REE)	22,69 MWn
Número total de PCS	6
Número total de baterías	24
BLOQUE TIPO	
Número de transformadores	1
Número de PCS	2
Número de baterías	4
Potencia Nominal	4,39 MVA @40°C
Capacidad Nominal	20,06 MWh
OBRA CIVIL	
Longitud de los caminos (m)	343,71
Perímetro del vallado (m)	518,00
Área total del vallado (ha)	1,43

Rev.:	Diseñado:	Aprobado:	Descripción:	Fecha:
00	A.C.C.	F.S.	EDICIÓN INICIAL	06/2025

Estatus: -

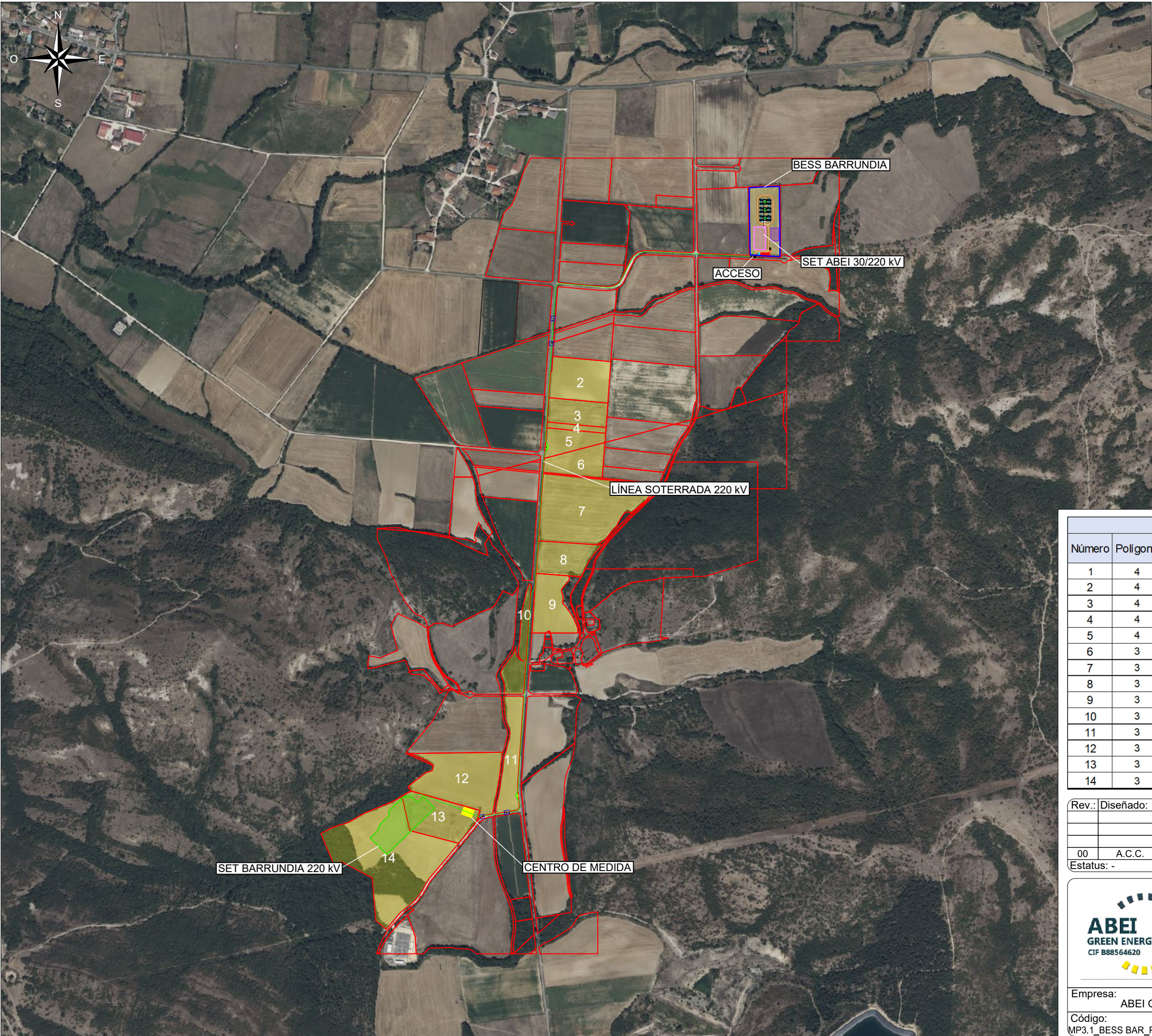
ABEI  
GREEN ENERGY S.L.  
CIF B88564620

Proyecto:  
BESS STAND ALONE BARRUNDIA  
(26 MW / 120.36 MWh)  
Título del plano:  
PLANTA GENERAL

Empresa:  
ABEI GREEN ENERGY,S.L.

Código:	Nº plano:	Hoja:	Tamaño:	Escala:	Fecha:	Rev.:
MP2.2_BESS BAR_PI.General	2.2	02 de 02	A3	1:1000	06/2025	00





LEYENDA	
	BESS BARRUNDIA
	VIALES
	CONTENEDOR DE BATERÍAS
	TRANSFORMADORES TWIN SKID 8780
	PCS FP4390K
	SET ABEI 30/220 kV
	LÍNEA SOTERRADA 220 kV
	SET BARRUNDIA 220 kV
	CENTRO DE MEDIDA
	PARCELA AFECTADA

Listado Parcelas Afectadas				
Número	Polígono	Parcela	Municipio	Ref. Catastral
1	4	382	SAN MILLAN/DONEMILIA	530403820000000000HO
2	4	395	SAN MILLAN/DONEMILIA	530403950000000000GV
3	4	394	SAN MILLAN/DONEMILIA	530403940000000000AN
4	4	393	SAN MILLAN/DONEMILIA	530403930000000000HS
5	4	392	SAN MILLAN/DONEMILIA	530403920000000000BX
6	3	515	BARRUNDIA	130305150000000000JY
7	3	535	BARRUNDIA	A-130305350A00000000KW
8	3	536	BARRUNDIA	130305360000000000DY
9	3	537	BARRUNDIA	A- 130305370A00000000JZ
10	3	534	BARRUNDIA	130305340000000000EV
11	3	551	BARRUNDIA	130305510000000000AP
12	3	548	BARRUNDIA	A-130305480A00000000JQ
13	3	549	BARRUNDIA	130305490000000000CS
14	3	550	BARRUNDIA	A-130305500A00000000HN

Rev.:	Diseñado:	Aprobado:	Descripción:	Fecha:
00	A.C.C.	F.S.	EDICIÓN INICIAL	06/2025
Estatus: -				

Proyecto:  
**BESS STAND ALONE BARRUNDIA**  
(26 MW / 120.36 MWh)

Título del plano:  
  
**PLANTA CATASTRAL**

Empresa: ABEI GREEN ENERGY,S.L.						
Código: MP3.1_BESS BAR_P.Catastral	Nº plano: 3.1	Hoja: 01 de 06	Tamaño: A3	Escala: 1:10000	Fecha: 06/2025	Rev.: 00





LEYENDA

BESS BARRUNDIA

VIALES

CONTENEDOR DE BATERÍAS

TRANSFORMADORES TWIN SKID 8780

PCS FP4390K

SET ABEI 30/220 kV

LÍNEA SOTERRADA 220 kV

SERVIDUMBRE OCUPACIÓN PERMANENTE

SERVIDUMBRE OCUPACIÓN TEMPORAL

LÍMITE CATASTRAL

PARCELA AFECTADA

Tramo Soterrado Línea

Listado Parcelas Afectadas

Número	Polígono	Parcela	Municipio	Ref. Catastral
1	4	382	SAN MILLAN/DONEMILIA	530403820000000000HO

Rev.:	Diseñado:	Aprobado:	Descripción:	Fecha:
00	A.C.C.	F.S.	EDICIÓN INICIAL	06/2025

Estatus: -

ABEI

GREEN ENERGY S.L

CIF B88564620

Proyecto:  
BESS STAND ALONE BARRUNDIA  
(26 MW / 120.36 MWh)  
Título del plano:  
PLANTA CATASTRAL

Empresa:  
ABEI GREEN ENERGY,S.L.

Código:	Nº plano:	Hoja:	Tamaño:	Escala:	Fecha:	Rev.:
MP3.2_BESS BAR_P.Catastral	3.2	02 de 06	A3	1:1000	06/2025	00



LEYENDA

LÍNEA SOTERRADA 220 kV

CÁMARA DE EMPALME

ARQUETA TELECOMUNICACIONES

ARQUETA DE P. a T.

SERVIDUMBRE OCUPACIÓN PERMANENTE

SERVIDUMBRE OCUPACIÓN TEMPORAL

LÍMITE CATASTRAL

PARCELA AFECTADA

Tramo Soterrado Línea

Listado Parcelas Afectadas

Número	Poligono	Parcela	Municipio	Ref. Catastral
2	4	395	SAN MILLAN/DONEMILIA	53040395000000000GV
3	4	394	SAN MILLAN/DONEMILIA	53040394000000000AN
4	4	393	SAN MILLAN/DONEMILIA	53040393000000000HS
5	4	392	SAN MILLAN/DONEMILIA	53040392000000000BX

Rev.:	Diseñado:	Aprobado:	Descripción:	Fecha:
00	A.C.C.	F.S.	EDICIÓN INICIAL	06/2025

Estatus: -

ABEI

GREEN ENERGY S.L

CIF B88564620

Proyecto:

BESS STAND ALONE BARRUNDIA

(26 MW / 120.36 MWh)

Título del plano:

PLANTA CATASTRAL

Empresa:

ABEI GREEN ENERGY,S.L.

Código:	Nº plano:	Hoja:	Tamaño:	Escala:	Fecha:	Rev.:
MP3.3_BESS BAR_P.Catastral	3.3	03 de 06	A3	1:1000	06/2025	00





Tramo Soterrado Línea

Listado Parcelas Afectadas

Número	Polígono	Parcela	Municipio	Ref. Catastral
6	3	515	BARRUNDIA	130305150000000000JY
7	3	535	BARRUNDIA	A-130305350A000000000KWZ

Rev.:	Diseñado:	Aprobado:	Descripción:	Fecha:
00	A.C.C.	F.S.	EDICIÓN INICIAL	06/2025

Estatus: -

Proyecto:

BESS STAND ALONE BARRUNDIA  
(26 MW / 120.36 MWh)

Título del plano:

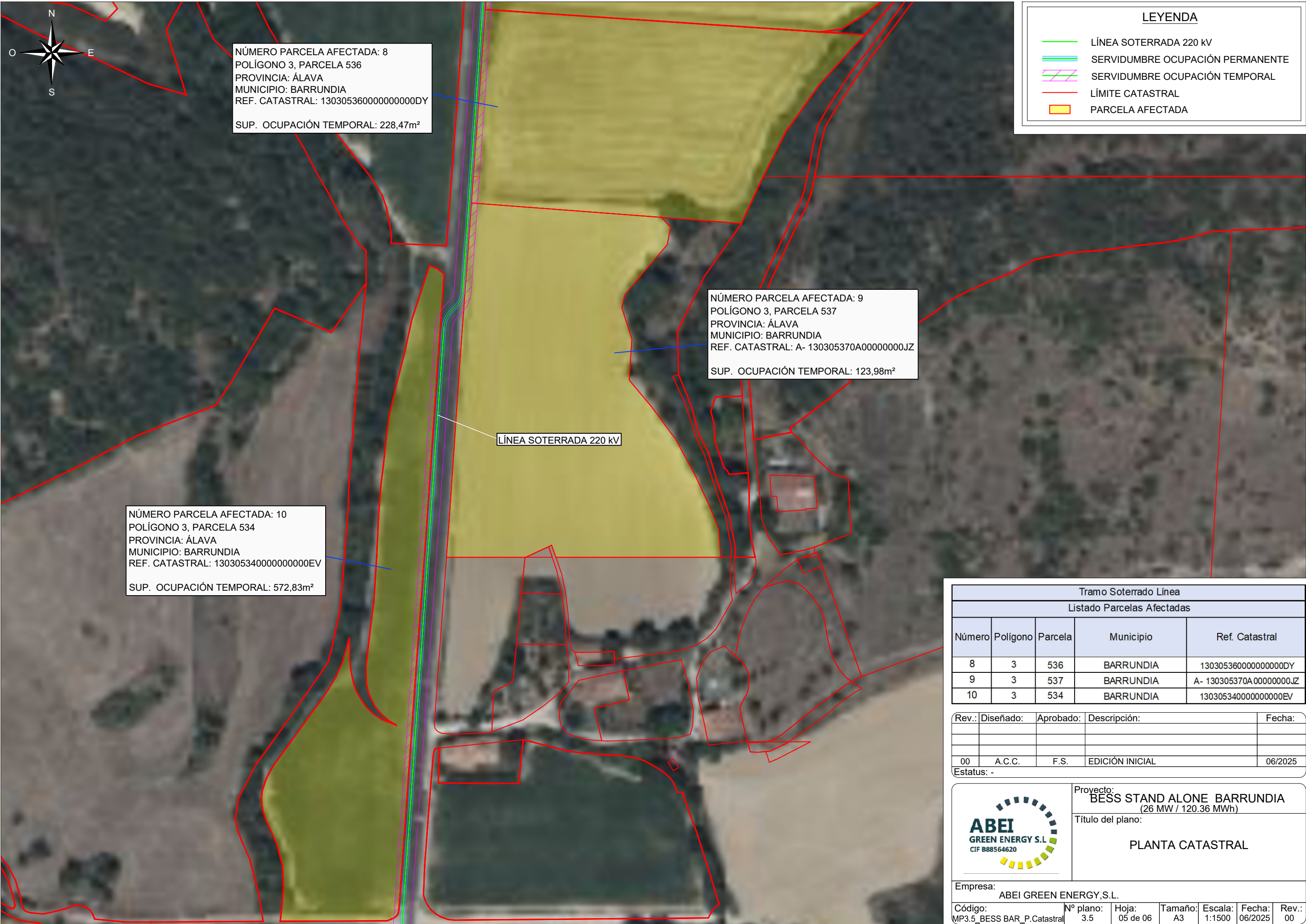
PLANTA CATASTRAL

Empresa:

ABEI GREEN ENERGY,S.L.

Código:	Nº plano:	Hoja:	Tamaño:	Escala:	Fecha:	Rev.:
MP3.4_BESS BAR_P.Catastral	3.4	04 de 06	A3	1:1000	06/2025	00





LEYENDA

LÍNEA SOTERRADA 220 kV

SERVIDUMBRE OCUPACIÓN PERMANENTE

SERVIDUMBRE OCUPACIÓN TEMPORAL

LÍMITE CATASTRAL

PARCELA AFECTADA

NÚMERO PARCELA AFECTADA: 10  
POLÍGONO 3, PARCELA 534  
PROVINCIA: ÁLAVA  
MUNICIPIO: BARRUNDIA  
REF. CATASTRAL: 130305340000000000EV  
SUP. OCUPACIÓN TEMPORAL: 572,83m²

NÚMERO PARCELA AFECTADA: 9  
POLÍGONO 3, PARCELA 537  
PROVINCIA: ÁLAVA  
MUNICIPIO: BARRUNDIA  
REF. CATASTRAL: A- 130305370A00000000JZ  
SUP. OCUPACIÓN TEMPORAL: 123,98m²

NÚMERO PARCELA AFECTADA: 8  
POLÍGONO 3, PARCELA 536  
PROVINCIA: ÁLAVA  
MUNICIPIO: BARRUNDIA  
REF. CATASTRAL: 130305360000000000DY  
SUP. OCUPACIÓN TEMPORAL: 228,47m²

LÍNEA SOTERRADA 220 kV

Tramo Soterrado Línea

Listado Parcelas Afectadas

Número	Poligono	Parcela	Municipio	Ref. Catastral
8	3	536	BARRUNDIA	130305360000000000DY
9	3	537	BARRUNDIA	A- 130305370A00000000JZ
10	3	534	BARRUNDIA	130305340000000000EV

Rev.:	Diseñado:	Aprobado:	Descripción:	Fecha:
00	A.C.C.	F.S.	EDICIÓN INICIAL	06/2025

Estatus: -

ABEI

GREEN ENERGY S.L

CIF B88564620

Proyecto:

BESS STAND ALONE BARRUNDIA

(26 MW / 120.36 MWh)

Título del plano:

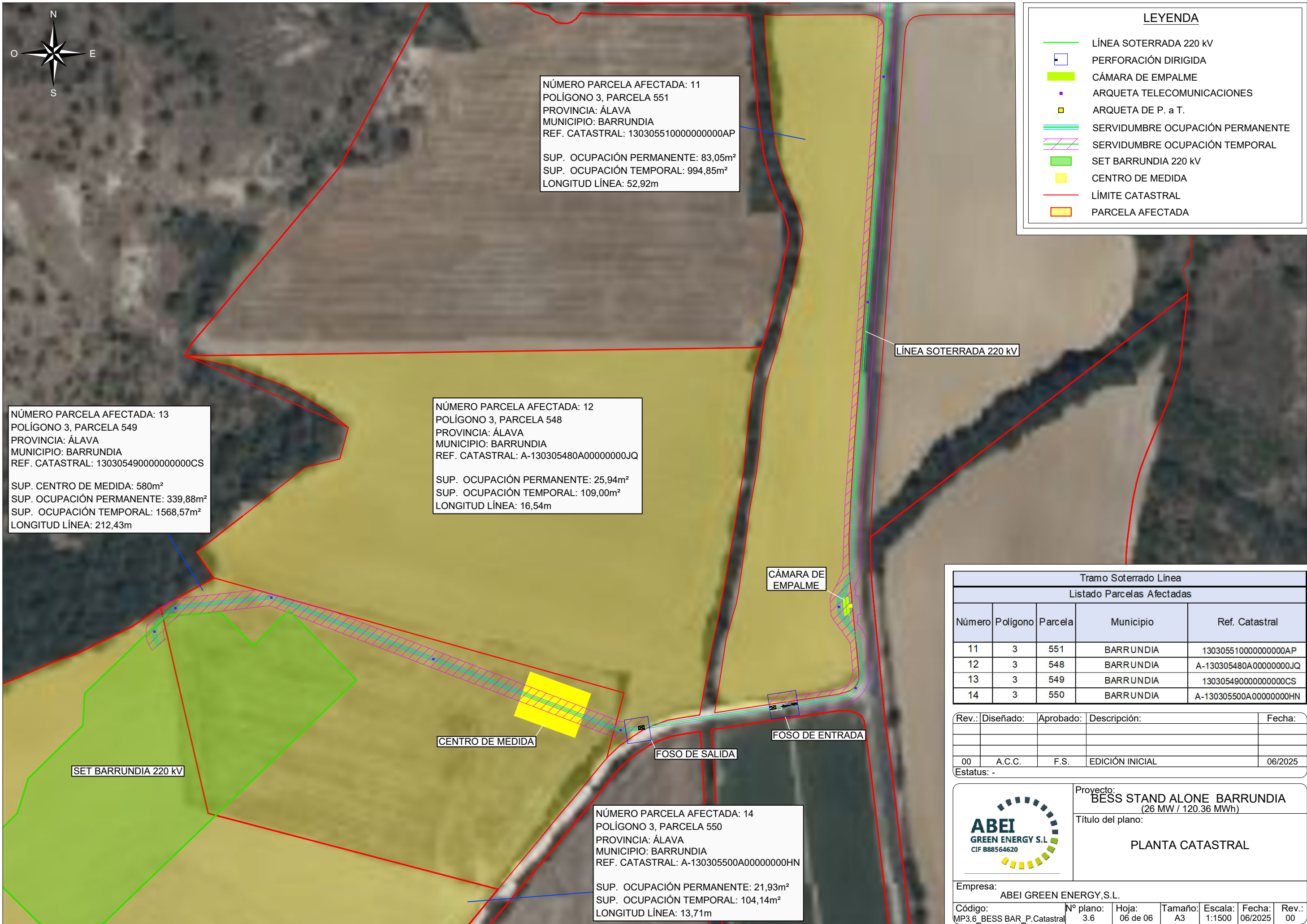
PLANTA CATASTRAL

Empresa:

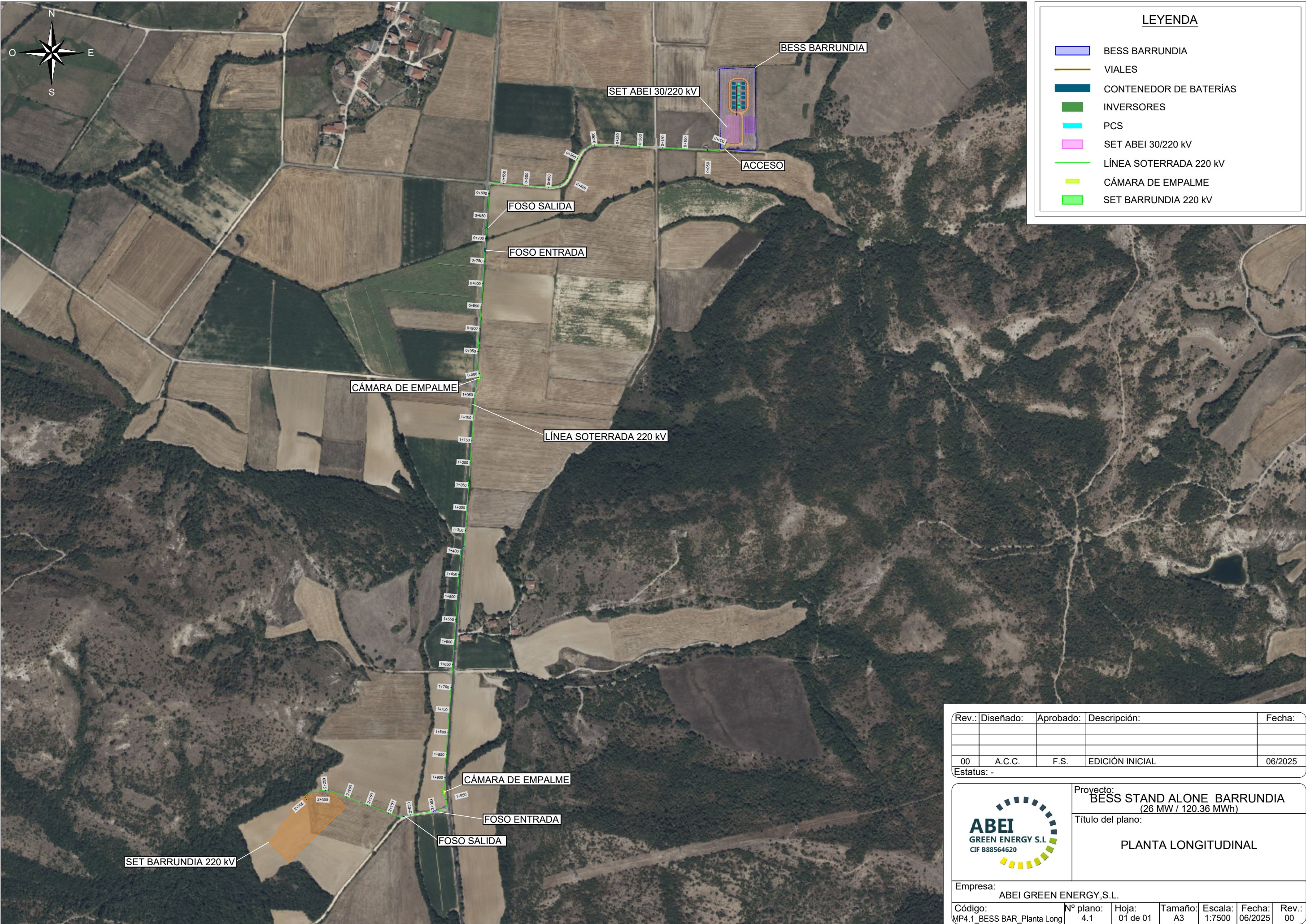
ABEI GREEN ENERGY,S.L.


Código:	Nº plano:	Hoja:	Tamaño:	Escala:	Fecha:	Rev.:
MP3.5_BESS BAR_P.Catastral	3.5	05 de 06	A3	1:1500	06/2025	00



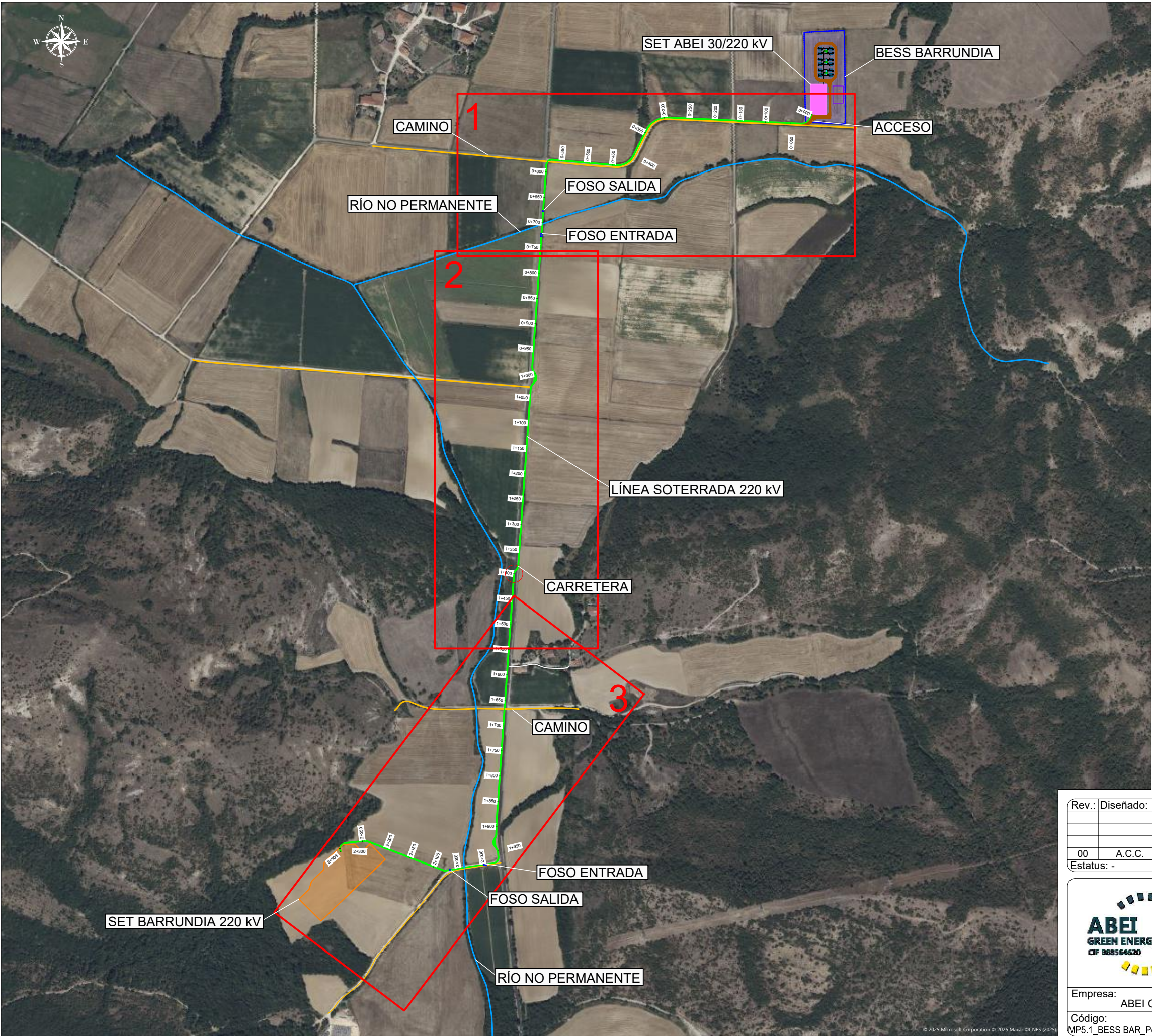






Rev.:	Diseñado:	Aprobado:	Descripción:	Fecha:		
00	A.C.C.	F.S.	EDICIÓN INICIAL	06/2025		
Estatus: -						
			Proyecto:			
			BESS STAND ALONE BARRUNDIA (26 MW / 120.36 MWh)			
			Título del plano:			
			PLANTA LONGITUDINAL			
Empresa:						
ABEI GREEN ENERGY,S.L.						
Código:	Nº plano:	Hoja:	Tamaño:	Escala:	Fecha:	Rev.:
MP4.1_BESS BAR_Planta Long	4.1	01 de 01	A3	1:7500	06/2025	00





LEYENDA	
	BESS BARRUNDIA
	VIALES
	CONTENEDOR DE BATERÍAS
	INVERSORES
	PCS
	SET ABEI 30/220 kV
	LÍNEA SOTERRADA 220 kV
	SET BARRUNDIA 220 kV
	RÍO NO PERMANENTE
	CAMINOS

Rev.:	Diseñado:	Aprobado:	Descripción:	Fecha:
00	A.C.C.	F.S.	EDICIÓN INICIAL	06/2025
Estatus: -				

Proyecto:  
**BESS STAND ALONE BARRUNDIA**  
(26 MW / 120.36 MWh)

Título del plano:  
**PERFIL LONGITUDINAL**

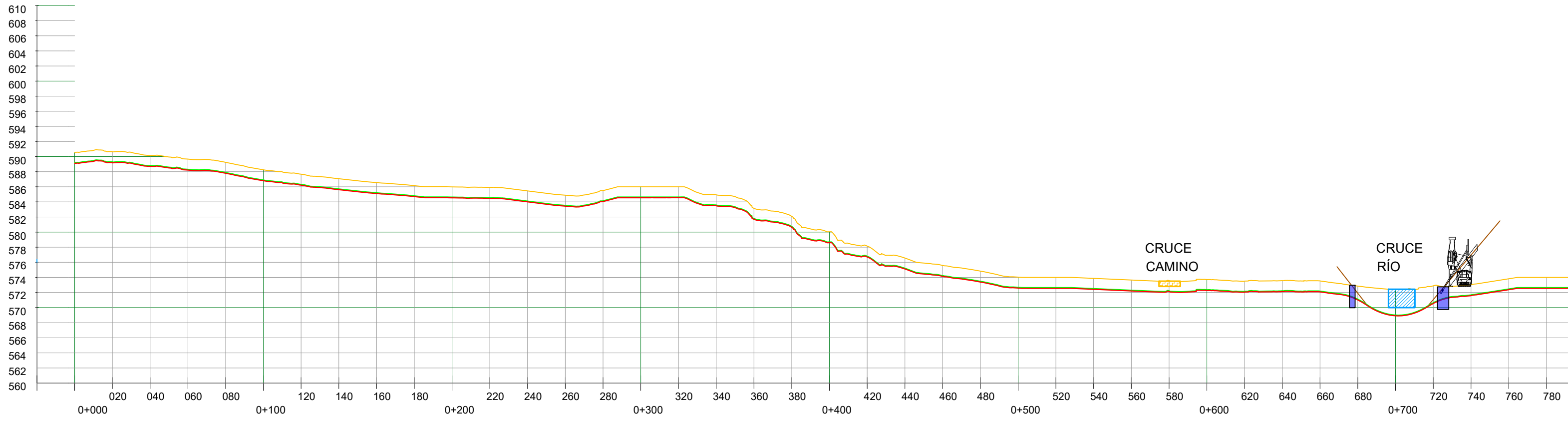
Empresa: ABEI GREEN ENERGY,S.L.						
Código: MP5.1_BESS BAR_Perfil Long	Nº plano: 5.1	Hoja: 01 de 04	Tamaño: A3	Escala: 1/7500	Fecha: 06/2025	Rev.: 00



ESCALA: 1:2000



ESCALAS:  
V= 1:500  
H= 1:2000



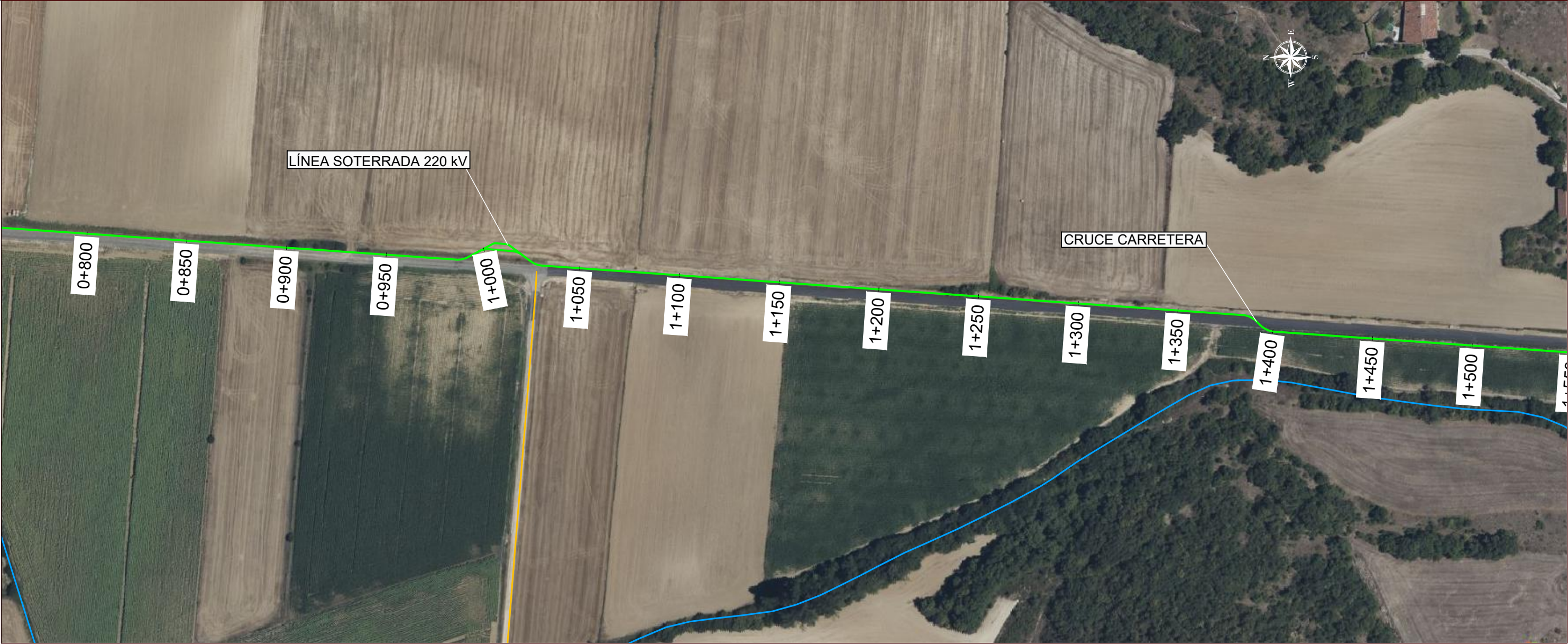
LEYENDA	
<span style="color: yellow;">—</span>	TERRENO
<span style="color: green;">—</span>	CABLES
<span style="color: blue;">—</span>	EXCAVACIÓN
<span style="color: blue;">—</span>	CRUCE RÍO
<span style="color: yellow;">—</span>	CRUCE CAMINO

COTA-TERRENO	590.57	590.62	590.16	589.67	589.24	588.25	587.67	587.07	586.55	586.15	585.99	585.91	585.46	584.89	585.49	586.00	586.00	584.93	583.15	582.09	580.04	578.15	576.56	575.59	574.83	574.04	574.00	573.87	573.65	573.57	573.71	573.51	573.57	573.53	572.85	572.40	572.89	573.03	573.82	574.00
COTA-CABLES	589.22	589.27	588.81	588.32	587.89	586.90	586.32	585.72	585.20	584.80	584.64	584.56	584.11	583.54	584.14	584.65	584.65	583.58	581.80	580.74	578.69	576.80	575.21	574.24	573.48	572.69	572.65	572.52	572.30	572.22	572.36	572.16	572.22	572.18	571.11	569.00	570.65	571.68	572.47	572.65
COTA-ZANJA	589.12	589.17	588.71	588.22	587.79	586.80	586.22	585.62	585.10	584.70	584.54	584.46	584.01	583.44	584.04	584.55	584.55	583.48	581.70	580.64	578.59	576.70	575.11	574.14	573.38	572.59	572.55	572.42	572.20	572.12	572.26	572.06	572.12	572.08	571.01	568.90	570.55	571.58	572.37	572.55

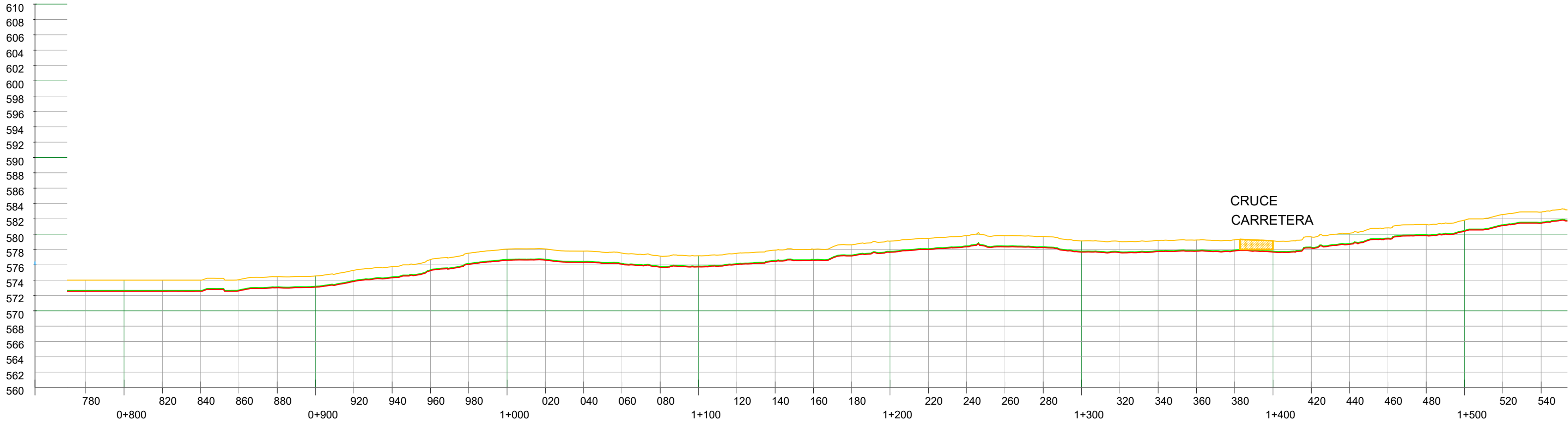
Rev.:	Diseñado:	Aprobado:	Descripción:	Fecha:			
00	A.C.C.	F.S.	EDICIÓN INICIAL	06/2025			
Estatus: -							
		Proyecto: BESS STAND ALONE BARRUNDIA (26 MW / 120.36 MWh)					
		Título del plano:  PERFIL LONGITUDINAL					
Empresa: ABEI GREEN ENERGY, S.L.							
Código:	MP5.2_BESS BAR_Perfil. Long	Nº plano: 5.2	Hoja: 02 de 04	Tamaño: A3	Escala: VARIAS	Fecha: 06/2025	Rev.: 00



ESCALA: 1:2000



ESCALAS:  
V= 1:500  
H= 1:2000



LEYENDA

TERRENO

CABLES

EXCAVACIÓN

CRUCE CARRETERA

COTA-TERRENO	574.00	574.00	574.00	574.00	574.06	574.47	574.55	575.28	575.76	576.69	577.52	578.05	578.07	577.79	577.54	577.14	577.18	577.50	577.92	578.03	578.61	579.09	579.45	579.80	579.80	579.70	579.12	579.04	579.19	579.23	579.27	579.12	579.64	580.12	580.82	579.26	581.83	582.56	582.87
COTA-CABLES	572.65	572.65	572.65	572.65	572.71	573.12	573.20	573.93	574.41	575.34	576.17	576.70	576.72	576.44	576.19	575.79	575.83	576.15	576.57	576.68	577.26	577.74	578.10	578.45	578.45	578.35	577.77	577.69	577.84	577.88	577.92	577.77	578.29	578.77	579.47	579.91	580.48	581.21	581.52
COTA-ZANJA	572.55	572.55	572.55	572.55	572.81	573.02	573.10	573.83	574.31	575.24	576.07	576.60	576.62	576.34	576.09	575.69	575.73	576.05	576.47	576.58	577.16	577.64	578.00	578.35	578.35	578.25	577.67	577.59	577.74	577.78	577.82	577.67	578.19	578.67	579.37	579.81	580.38	581.11	581.42

Rev.:  
00

Diseñado:  
A.C.C.

Aprobado:  
F.S.

Descripción:  
EDICIÓN INICIAL

Fecha:  
06/2025

ABEI

GREEN ENERGY S.L

CIF B08564670

Proyecto:  
BESS STAND ALONE BARRUNDIA  
(26 MW / 120.36 MWh)

Título del plano:  
PERFIL LONGITUDINAL

Empresa:  
ABEI GREEN ENERGY, S.L.

Código:  
MP5\_3\_BESS BAR\_Perfil. Long

Nº plano:  
5.3

Hoja:  
03 de 04

Tamaño:  
A3

Escala:  
VARIAS

Fecha:  
06/2025

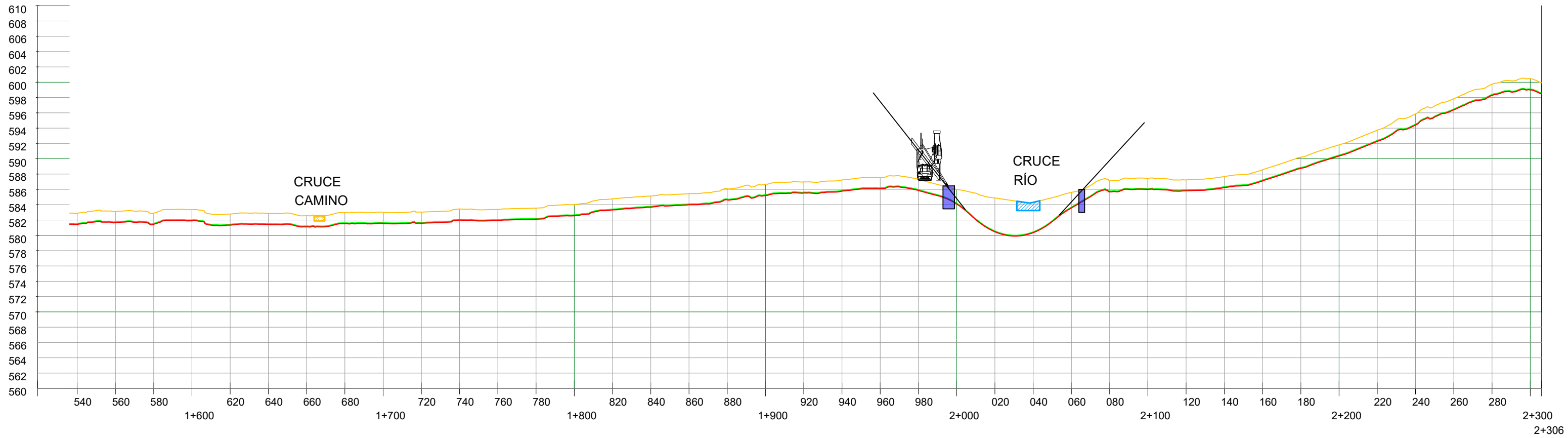
Rev.:  
00



ESCALA: 1:2000



ESCALAS:  
V= 1:500  
H= 1:2000

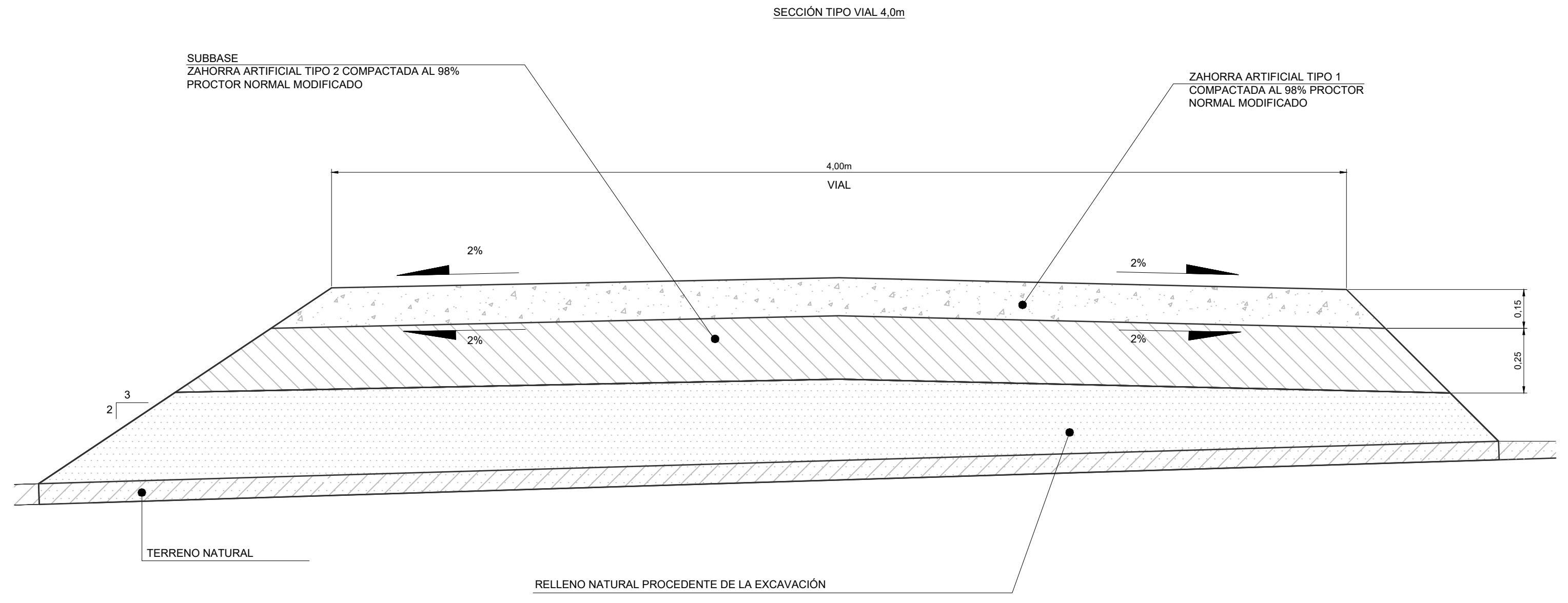
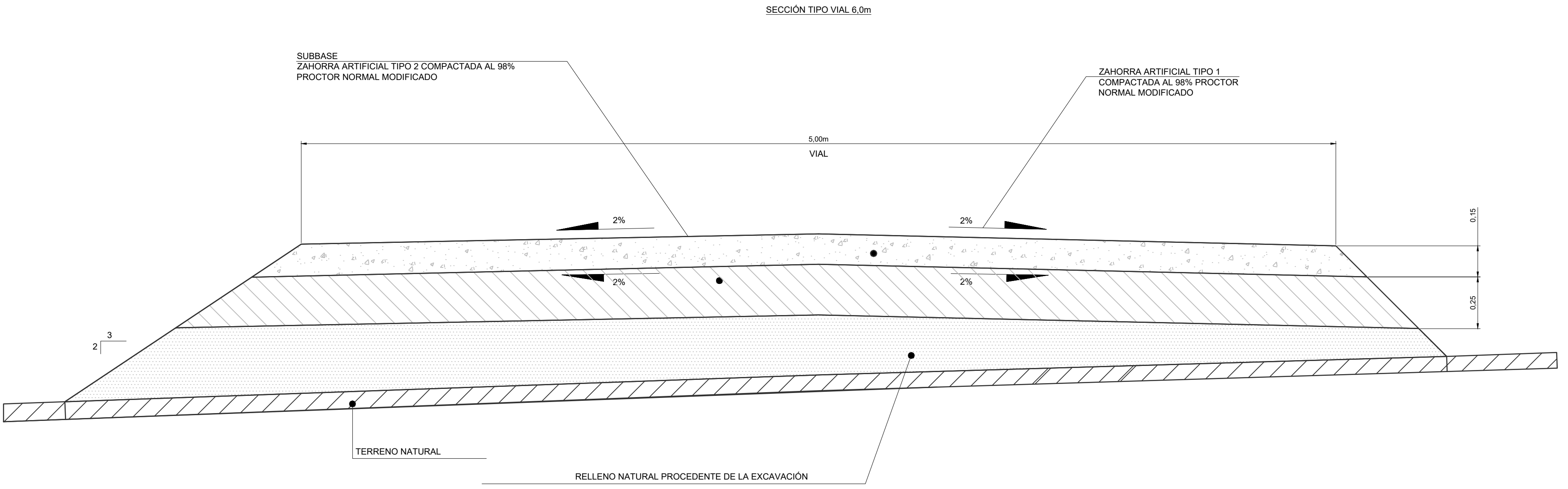


LEYENDA	
<span style="color: orange;">—</span>	TERRENO
<span style="color: green;">—</span>	CABLES
<span style="color: red;">—</span>	EXCAVACIÓN
<span style="color: yellow;">—</span>	CRUCE CAMINO
<span style="color: blue;">—</span>	CRUCE RÍO

COTA-TERRENO	582.87	583.12	582.90	583.35	582.78	582.88	582.56	582.97	583.00	583.03	583.44	583.38	583.56	584.00	584.77	585.12	585.45	586.08	586.66	586.98	587.23	587.55	587.31	586.00	584.88	584.31	585.61	587.14	587.45	587.24	587.68	588.57	590.20	591.81	593.73	595.86	597.84	599.73	600.46	599.92
COTA-CABLES	581.52	581.77	581.55	582.00	581.43	581.53	581.21	581.62	581.65	581.68	582.09	582.03	582.21	582.65	583.42	583.77	584.10	584.73	585.31	585.63	585.88	586.20	585.96	584.20	580.56	580.45	573.68	585.79	583.73	585.89	586.33	587.22	588.85	590.46	592.38	594.51	596.49	598.38	599.11	598.57
COTA-ZANJA	581.42	581.67	581.45	581.90	581.33	581.43	581.11	581.52	581.55	581.58	581.99	581.93	582.11	582.55	583.32	583.67	584.00	584.63	585.21	585.53	585.78	586.10	585.86	584.10	580.46	580.35	583.58	585.69	583.63	585.79	586.23	587.12	588.75	590.36	592.28	594.41	596.39	598.28	599.01	598.47

Rev.:	Diseñado:	Aprobado:	Descripción:	Fecha:			
00	A.C.C.	F.S.	EDICIÓN INICIAL	06/2025			
Estatus: -							
			Proyecto: BESS STAND ALONE BARRUNDIA (26 MW / 120.36 MWh)				
			Título del plano:  PERFIL LONGITUDINAL				
Empresa: ABEI GREEN ENERGY, S.L.							
Código:	MP5.4_BESS BAR_Perfil. Long	Nº plano: 5.4	Hoja: 04 de 04	Tamaño: A3	Escala: VARIAS	Fecha: 06/2025	Rev.: 00

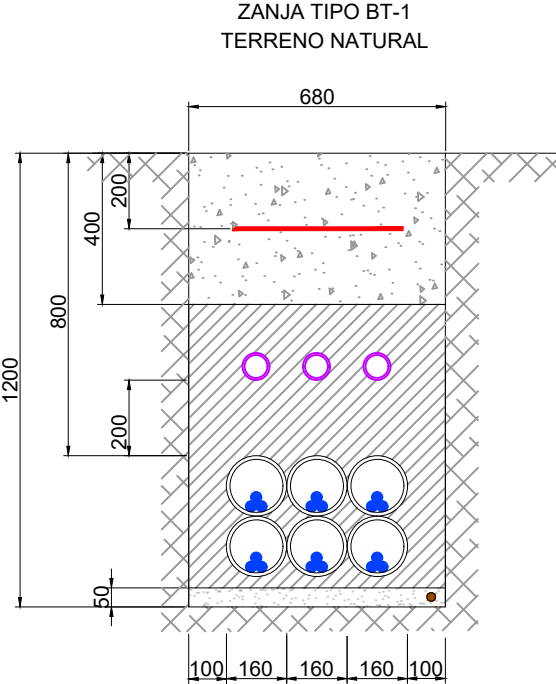










Rev.:	Diseñado:	Aprobado:	Descripción:	Fecha:
00	R.M.L.	F.S.	EDICIÓN INICIAL	06/2025
Estatus: -				

Proyecto:  
**BESS STAND ALONE BARRUNDIA**  
(26 MW / 120.36 MWh)  
Título del plano:  
**SECCIÓN VIALES**

Empresa: ABEI GREEN ENERGY, S.L.						
Código: MP6.1_BESS BAR_Viales_Ed00	Nº plano: 6.1	Hoja: 01 de 01	Tamaño: A3	Escala: 1:15	Fecha: 06/2025	Rev.: 00



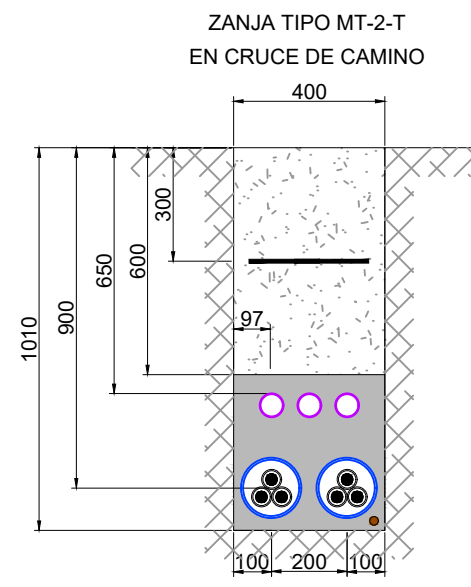
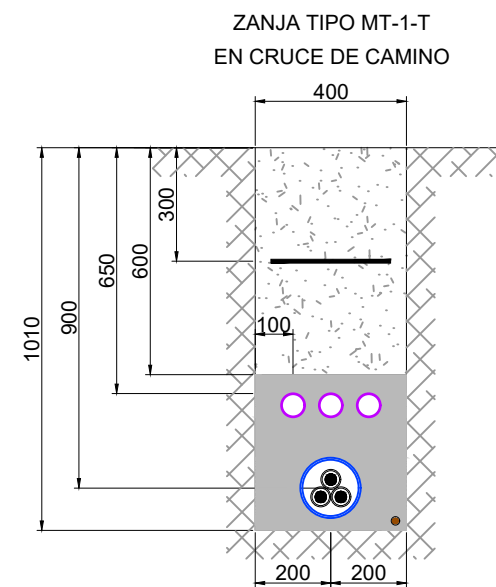
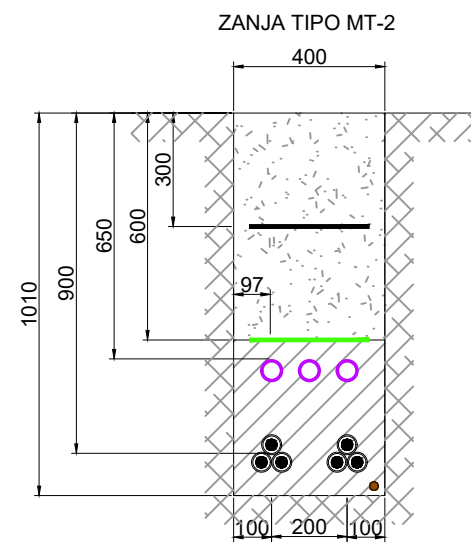
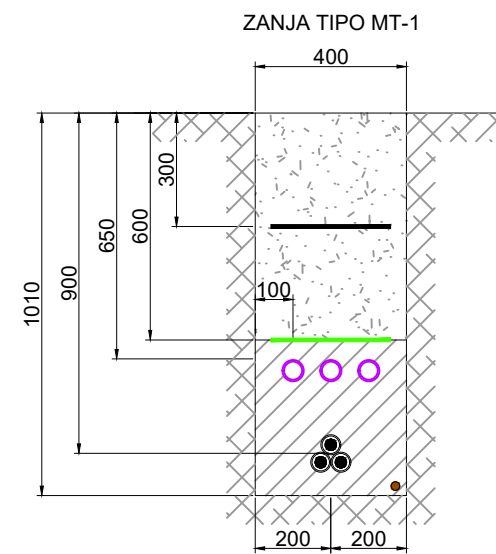
LEYENDA ZANJAS BT

-  RELLENO DE EXCAVACION. COMPACTACION MECANICA.
-  ARENA SELECCIONADA
-  CINTA DE SEÑALIZACION
-  TUBO HDPE CORRUGADO Ø160mm.  
CABLES NIVEL 2
-  TUBO HDPE DIÁMETRO Ø63mm  
PARA FIBRA ÓPTICA SCADA
-  CABLE DE COBRE DESNUDO 35mm² - RED DE TIERRAS -

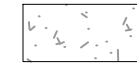
- NOTAS
- ARENA SOLO VÁLIDO SI SU RESISTIVIDAD ELÉCTRICA ES MENOR QUE LA DEL TERRENO NATURAL.
  - EL NÚMERO DE TUBOS A INSTALAR PARA CADA TRAMO DE ZANJA DEPENDERÁ DE LA DISTRIBUCIÓN DE STRINGS EN LAS FILAS DE SEGUIDORES ALEDAÑAS.

Nota: cotas en (mm)

Rev.:	Diseñado:	Aprobado:	Descripción:	Fecha:		
00	A.C.C.	F.S.	EDICIÓN INICIAL	06/2025		
Estatus: -						
			Proyecto:			
			BESS STAND ALONE BARRUNDIA (26 MW / 120.36 MWh)			
			Título del plano:			
			SECCIONES TIPO ZANJAS BT			
Empresa:						
ABEI GREEN ENERGY,S.L.						
Código:	Nº plano:	Hoja:	Tamaño:	Escala:	Fecha:	Rev.:
MP7.1 BESS BAR_Zanja Tipo	7.1	01 de 04	A3	1:15	06/2025	00



### LEYENDA ZANJAS MT



NATIVO / SUELO SELECCIONADO Y COMPACTADO



ARENA\*/ SUELO NATIVO SELECCIONADO Y COMPACTADO  
(TAMAÑO DEL GRANO < 3cm)



HORMIGÓN EN MASA HM-20 O SIMILAR



CINTA SEÑALIZADORA



PLACA PROTECCIÓN CABLES



CIRCUITO DE 3 CONDUCTORES (AI) DE  
DE MEDIA TENSIÓN



TUBO HDPE PARA UN CIRCUITO DE 3 CONDUCTORES DE  
MEDIA TENSIÓN



TUBO HDPE DIÁMETRO 63mm PARA FIBRA ÓPTICA SCADA



CABLE DE COBRE DESNUDO 50mm<sup>2</sup>  
- RED DE TIERRAS -



\* ARENA SOLO VÁLIDO SI SU RESISTIVIDAD ELÉCTRICA ES  
MENOR QUE LA DEL TERRENO NATURAL

Nota: cotas en (mm)

Rev.:	Diseñado:	Aprobado:	Descripción:	Fecha:
00	A.C.C.	F.S.	EDICIÓN INICIAL	06/2025

Estatus: -



Proyecto:  
**BESS STAND ALONE BARRUNDIA**  
(26 MW / 120.36 MWh)

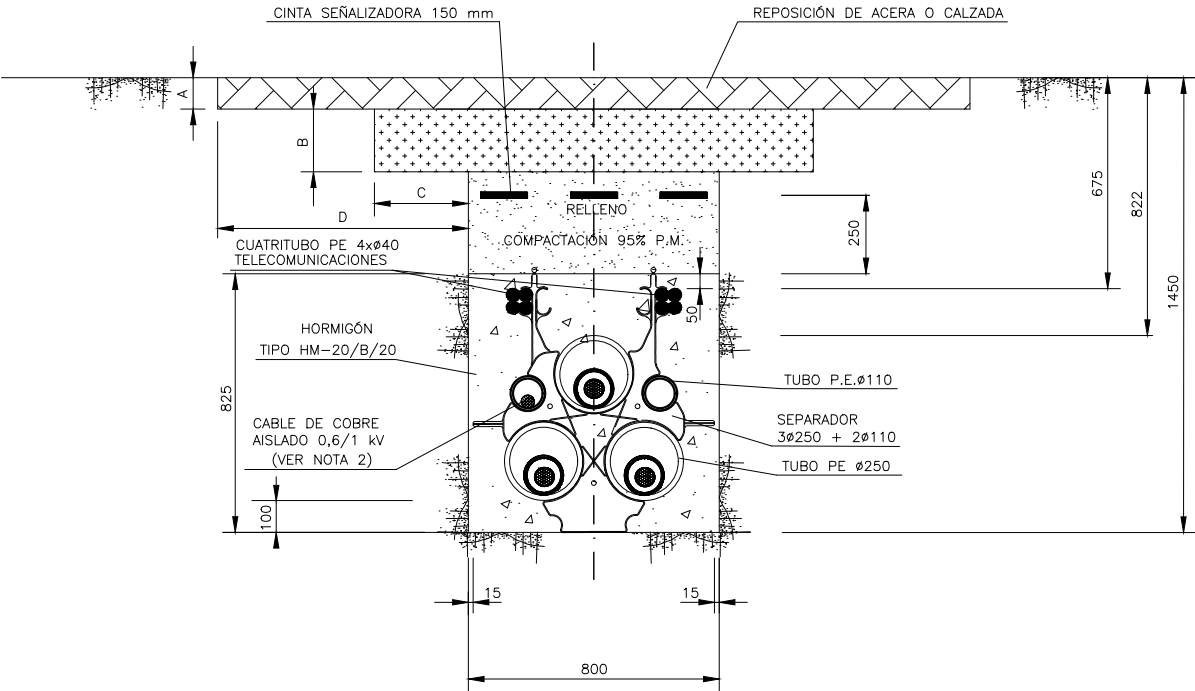
Título del plano:

**SECCIONES TIPO**  
**ZANJAS MT - COMUNICACIONES**

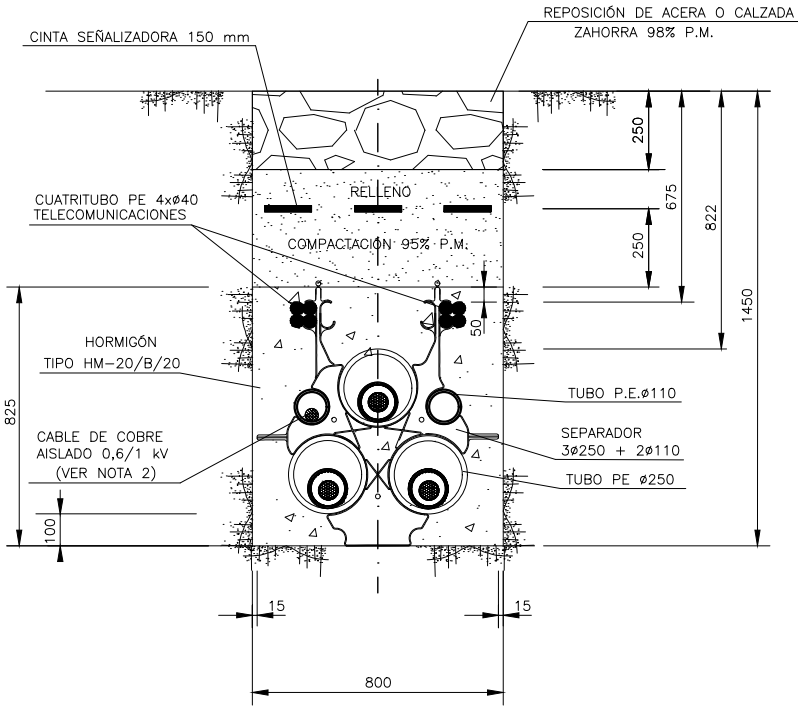
Empresa:  
**ABEI GREEN ENERGY,S.L.**

Código:	Nº plano:	Hoja:	Tamaño:	Escala:	Fecha:	Rev.:
MP7.2 BESS BAR_Zanja Tipo	7.2	02 de 04	A3	1:15	06/2025	00

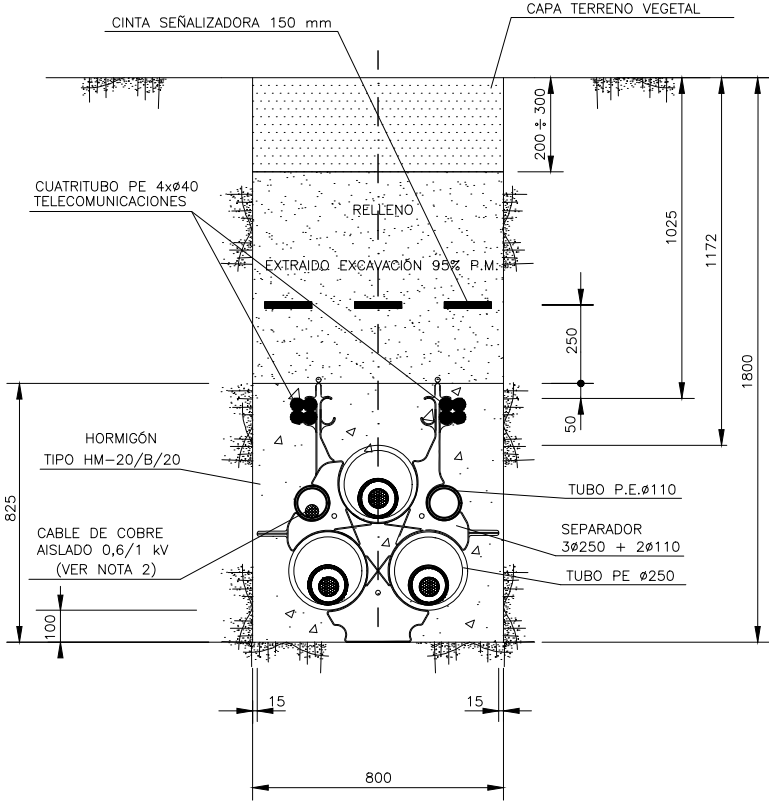
CANALIZACIÓN EN CALZADA Ó ACERA



CANALIZACIÓN EN CAMINO DE TIERRA



CANALIZACIÓN EN TERRENO DE CULTIVO



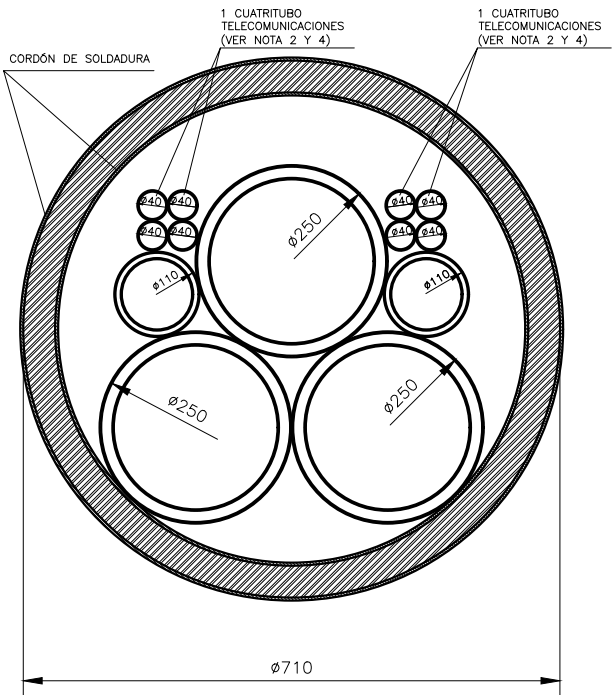
NOTAS:

- 1.- La reposición del firme existente en la canalización en calzada o acera se efectuará de acuerdo con disposiciones de los municipios y demas organismos afectados definiendose las cotas "A", "B", "C" y "D"
- 2.- En el caso de conexión a tierra de las pantallas "Single-Point" se realizará la transposición de los dos tubos Ø110 mm en el 50% del recorrido, por encima del tubo de Ø250 mm en una longitud de 6 m.
- 3.- Radio de curvatura mínimo de la canalización 12,5 m.
- 4.- En el interior de cada tubo se intalará una cuerda de nylon de Ø10 mm. y carga de rotura >10 kN. En cada tubo del cuatritubo de telecomunicaciones la cuerda de nylon será de Ø6 mm. y carga de rotura ≥ 7,5 kN.
- 5.- El separador de los conductores de fase se instalará cada 1 m. cambiando la ubicación del testigo de un separador al siguiente de tal forma, que el testigo se encuentre en la misma posición cada 2 m.
- 6.- El cuatritubo de telecomunicaciones será de color exterior verde e interior blanco siliconado y estriado, espesor 3 mm, presión nominal 10 bar y coeficiente rozamiento menor 0,08.
- 7.- El cuatritubo de telecomunicaciones se instalará en una única pieza (sin empalmes) entre las arquetas dobles de telecomunicaciones, siendo pasante en las arquetas sencillas.
- 8.- El corte del cuatritubo de telecomunicaciones en el interior de las arquetas dobles de telecomunicaciones se realizará a 30 cm. de la pared interior.

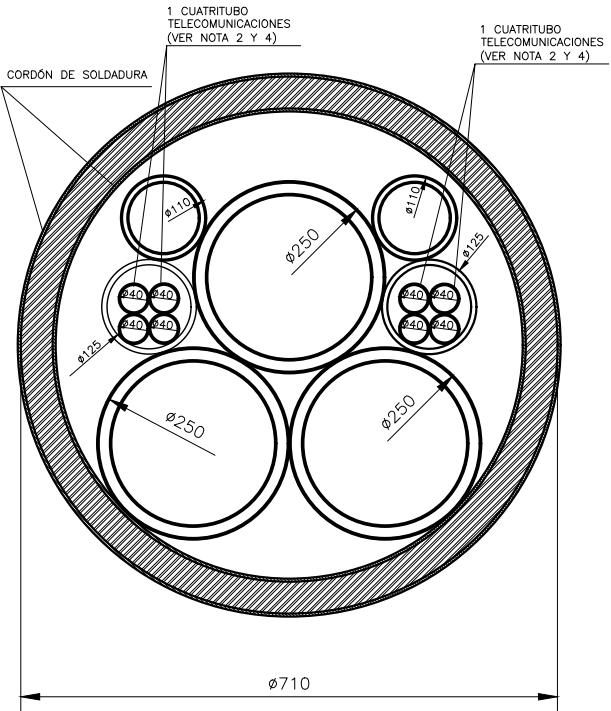
Nota: cotas en (mm)

Rev.:	Diseñado:	Aprobado:	Descripción:	Fecha:		
00	A.C.C.	F.S.	EDICIÓN INICIAL	06/2025		
Estatus: -						
			Proyecto:			
			BESS STAND ALONE BARRUNDIA (26 MW / 120.36 MWh)			
			Título del plano:			
			SECCIONES TIPO ZANJAS AT			
Empresa:						
ABEI GREEN ENERGY,S.L.						
Código:	Nº plano:	Hoja:	Tamaño:	Escala:	Fecha:	Rev.:
MP7.3 BESS BAR_Zanja Tipo	7.3	03 de 04	A3	1:15	06/2025	00

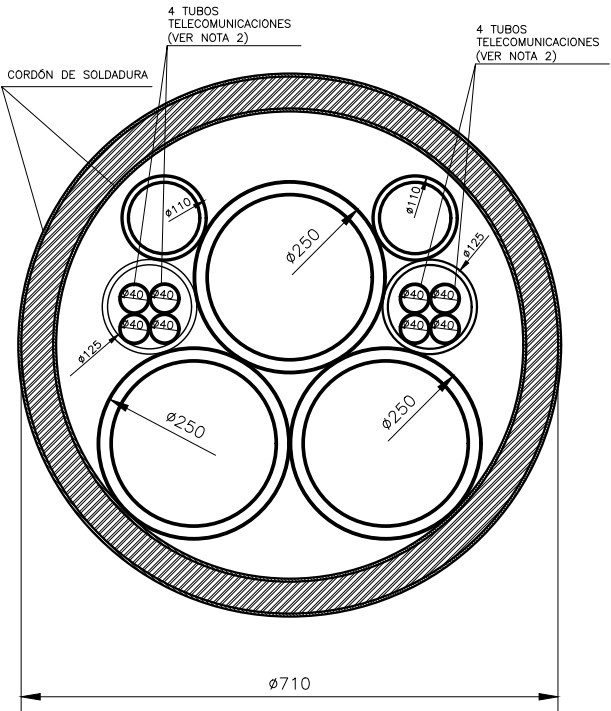
PERFORACIONES HASTA 200m



PERFORACIONES ENTRE 200m Y 450m



PERFORACIONES MAYORES DE 450m



NOTAS:

- 1.- En líneas de doble circuito se realizará una perforación dirigida por cada circuito.
- 2.- En líneas de simple circuito se instalarán 2 cuatritubos de 4x40 mm o 8 tubos de 40mm PEHD PE100 SDR17 (PN10) y en líneas de doble circuito 1 cuatritubo de 4x40 o 4 tubos de 40mm PEHD PE100 SDR17 (PN10).
- 3.- Los tubos de 110 serán PEHD PE 100 SDR11 (PN16) y los tubos de 710, 250, 125 y 40 serán PEHD PE100 SDR17 (PN10), todos en color negro con bandas rojas según ET204.
- 4.- El cuatritubo de telecomunicaciones 4x40mm será de color exterior verde e interior blanco siliconado y estriado , espesor 3 mm y presión nominal 10 bar según ET203.
- 5.- Radio de curvatura mínimo de la canalización 250 m.
- 6.- En el interior de cada tubo se instalará una cuerda guía de 10 mm y carga de rotura  $\geq 2500$  Kg. En cada tubo del cuatritubo de telecomunicaciones la cuerda guía será de 5mm y carga de rotura  $\geq 750$  Kg.

Nota: cotas en (mm)

Rev.:	Diseñado:	Aprobado:	Descripción:	Fecha:
00	A.C.C.	F.S.	EDICIÓN INICIAL	06/2025
Estatus: -				

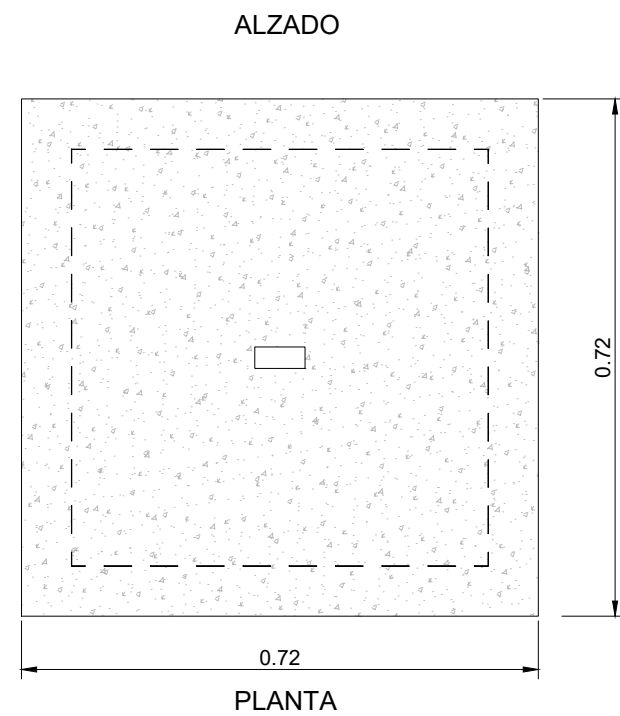
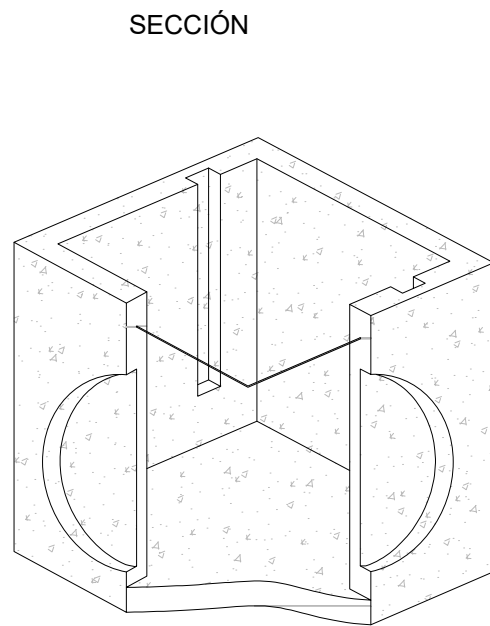
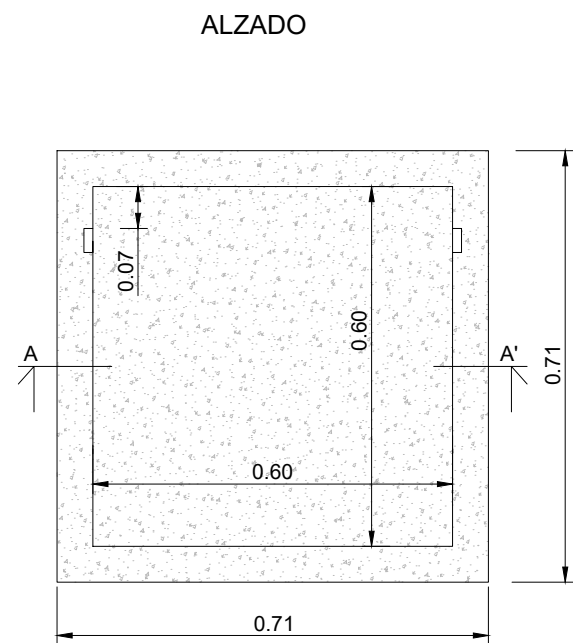
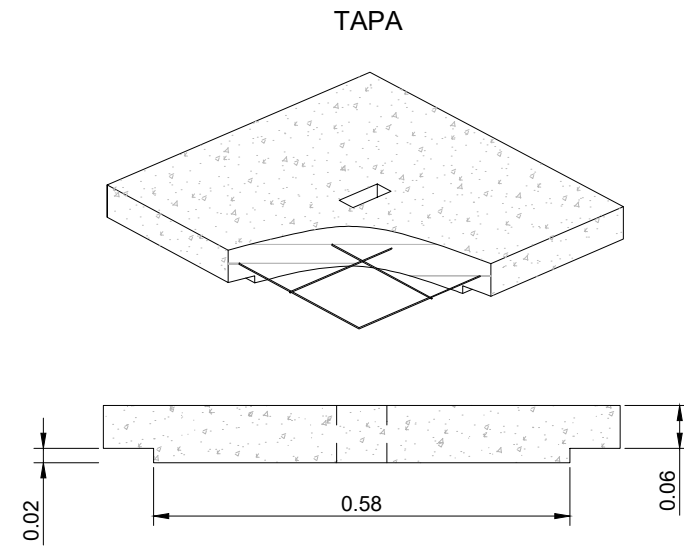
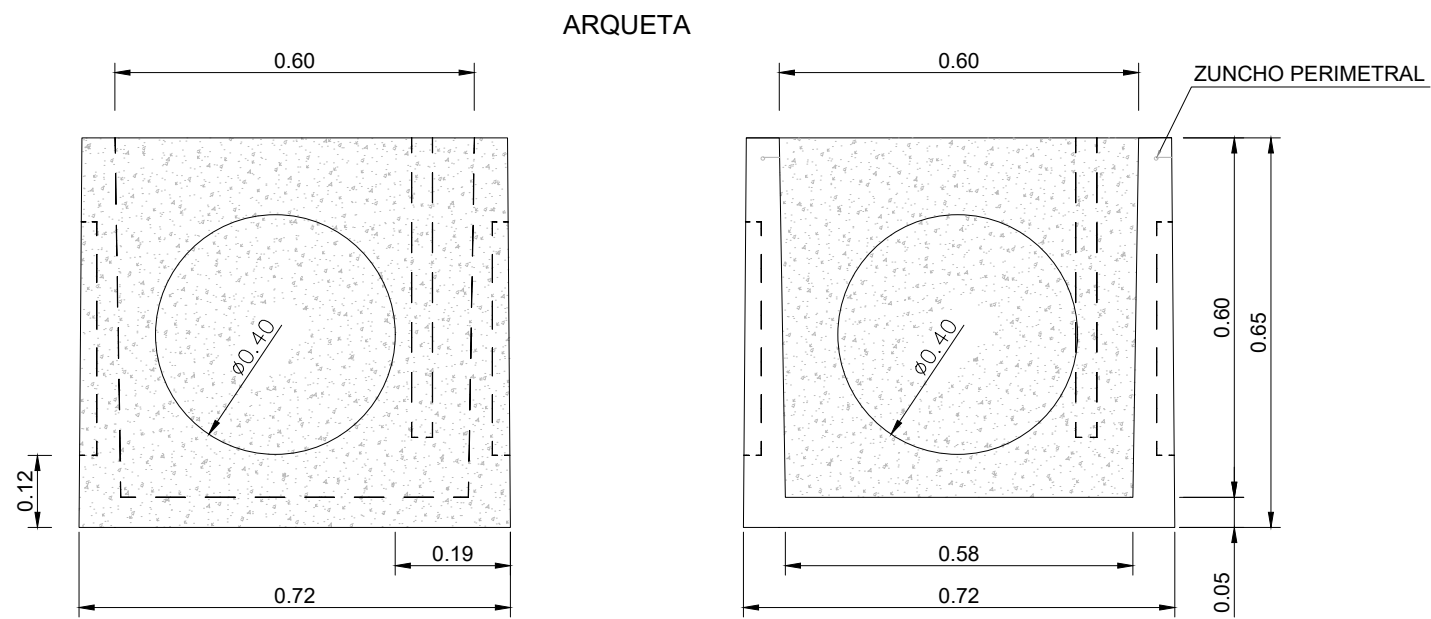



Proyecto:  
**BESS STAND ALONE BARRUNDIA**  
(26 MW / 120.36 MWh)

Título del plano:  
**SECCIONES TIPO  
ZANJAS AT - PHD**

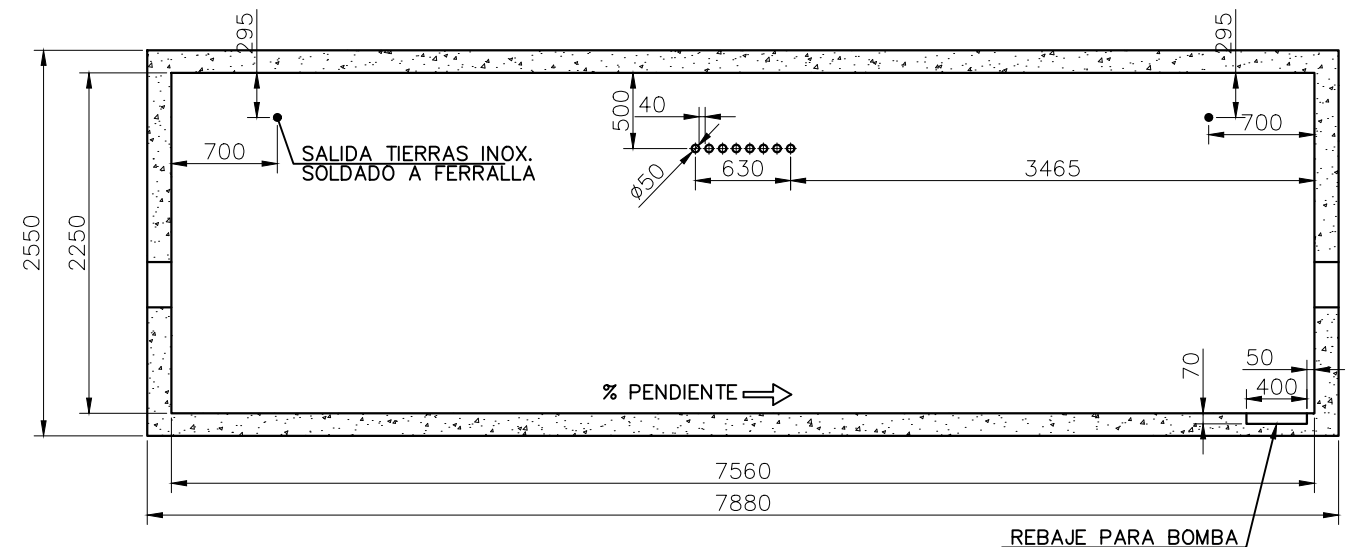
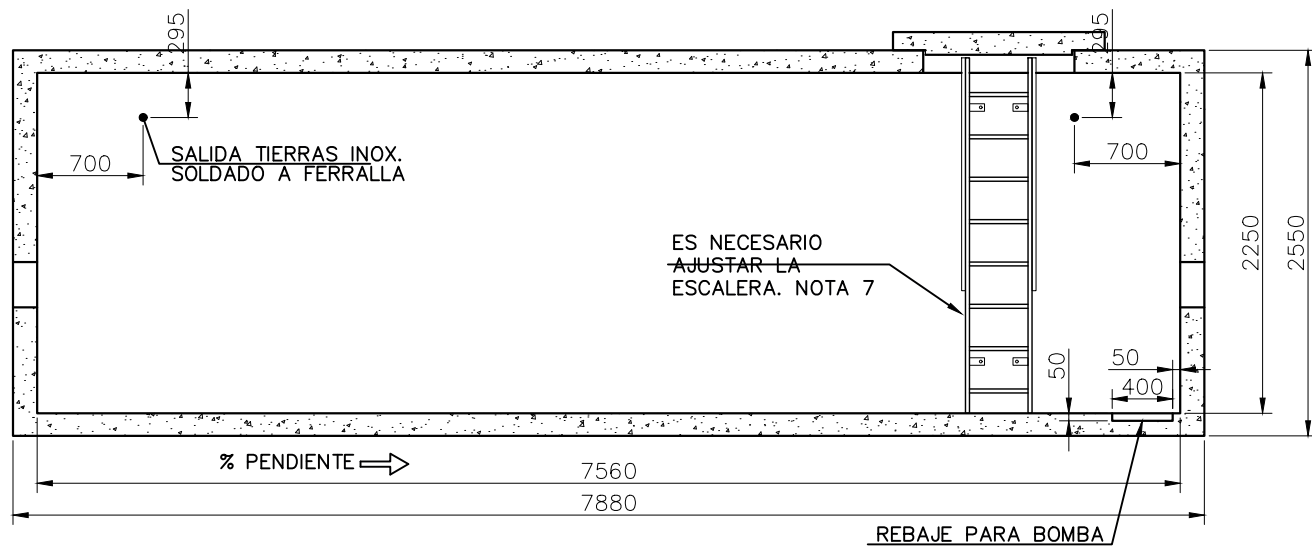
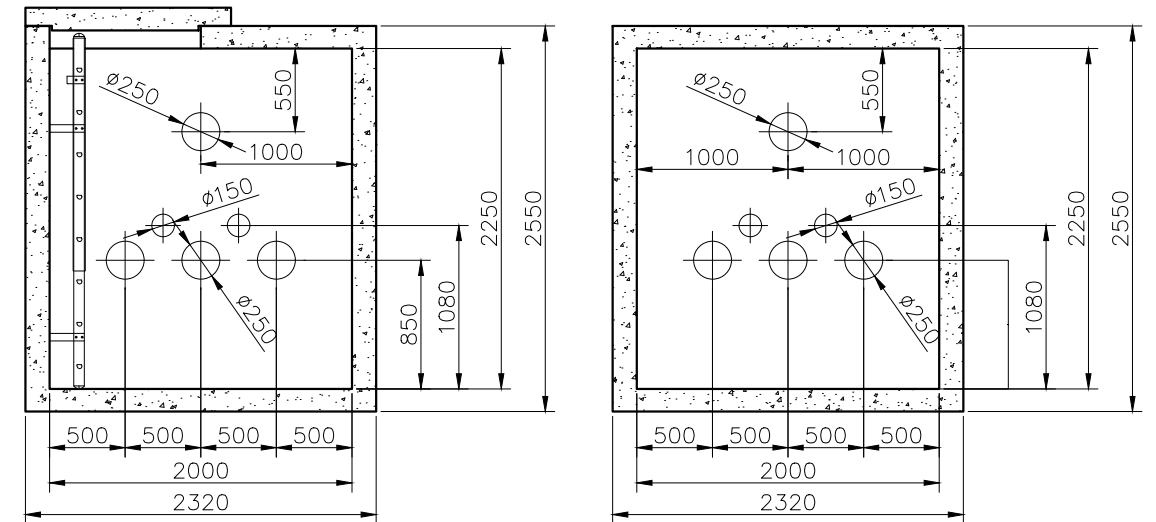
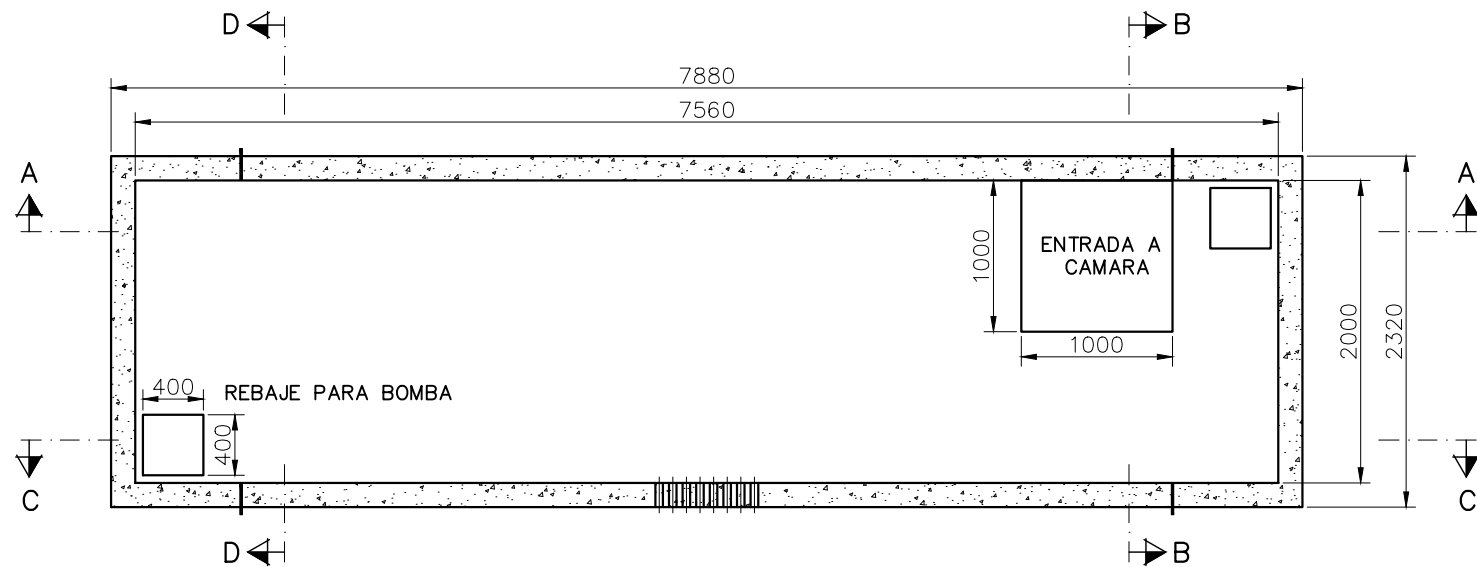
Empresa:  
**ABEI GREEN ENERGY,S.L.**

Código:	Nº plano:	Hoja:	Tamaño:	Escala:	Fecha:	Rev.:
MP7.4_BESS BAR_Zanja Tipo	7.4	04 de 04	A3	1:15	06/2025	00



Rev.:	Diseñado:	Aprobado:	Descripción:	Fecha:
00	A.C.C.	F.S.	EDICIÓN INICIAL	06/2025
Estatus: -				
			Proyecto: <b>BESS STAND ALONE BARRUNDIA</b> (26 MW / 120.36 MWh)	
			Título del plano:  <b>INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN ARQUETAS F.O.</b>	
Empresa: <b>ABEI GREEN ENERGY, S.L.</b>				
Código: MP8.1 BESS BAR_Arquetas F.O	Nº plano: 8.1	Hoja: 01 de 03	Tamaño: A3	Escala: 1:1000
		Fecha: 06/2025	Rev.: 00	





## NOTAS

- SE UTILIZARÁ 15cm DE BASE DE HORMIGÓN ARMADO DE 200 kg/cm<sup>2</sup> CON MALLA ELECTROSOLDADA 15-15 Ø10 (PERFECTAMENTE NIVELADO)
- SE UTILIZARÁ 10cm DE BASE DE ARENA FINA NIVELADA.
- PARA EL RELLENO, NO UTILIZAR MATERIALES "AGRESIVOS" QUE PUEDAN DAÑAR LA IMPERMEABILIZACIÓN EXTERIOR.
- LA CONEXIÓN DEL ANILLO INTERIOR DE TIERRAS CON EL ANILLO EXTERIOR, SE REALIZA A TRAVÉS DE 4 CASQUILLOS DE COBRE EMBEBIDOS EN LA LOSA SUPERIOR DE LA CÁMARA.
- LA CONEXIÓN DE LA ARMADURA DE LA CÁMARA AL ANILLO INTERIOR DE TIERRAS SE REALIZA MEDIANTE DOS CASQUILLOS ROSCADOS DE ACERO SOLDADOS A LA ARMADURA DE LA ENVOLVENTE.
- ES NECESARIO AJUSTAR LA ESCALERA PARA EVITAR INTERFERENCIAS CON LOS SOPORTES, ADEMÁS DE AJUSTARLA CON LA ALTURA DEL CUELLO DE LA CÁMARA.
- LA FIJACIÓN DE LA ESCALERA Y LA SEPARACIÓN ENTRE LOS SOPORTES DEBE AJUSTARSE EN CAMPO SEGÚN LAS DIMENSIONES DE LOS EMPALME.

Rev.:	Diseñado:	Aprobado:	Descripción:	Fecha:
00	A.C.C.	F.S.	EDICIÓN INICIAL	06/2025

Estatus: -

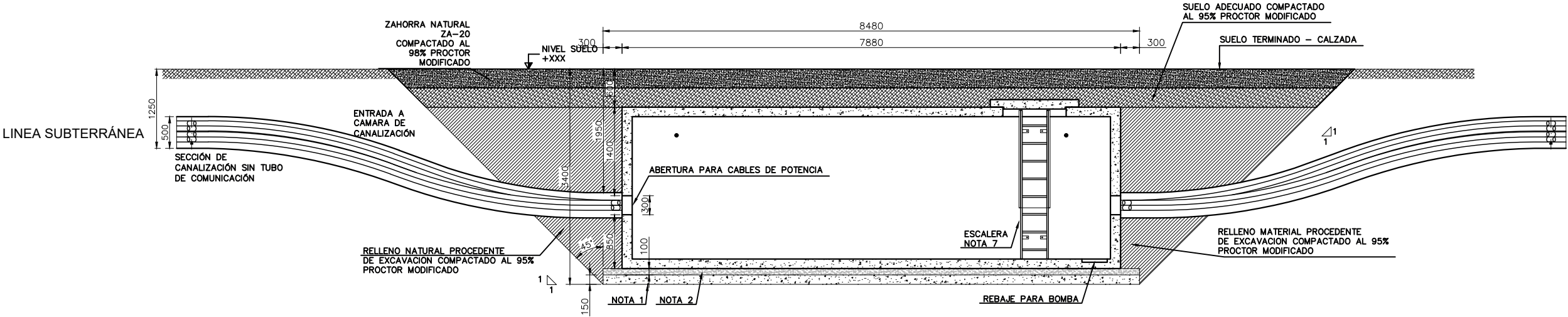


Proyecto: BESS STAND ALONE BARRUNDIA (26 MW / 120.36 MWh)

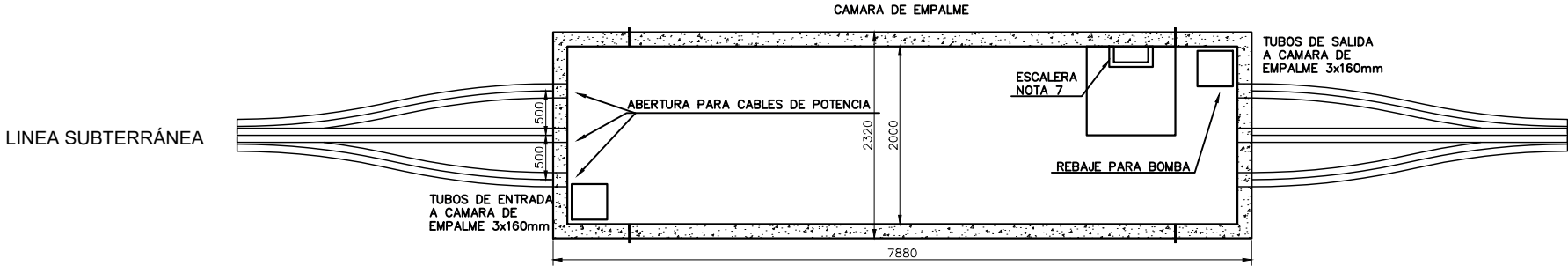
Título del plano: INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN CÁMARA DE EMPALME

Empresa: ABEI GREEN ENERGY, S.L.

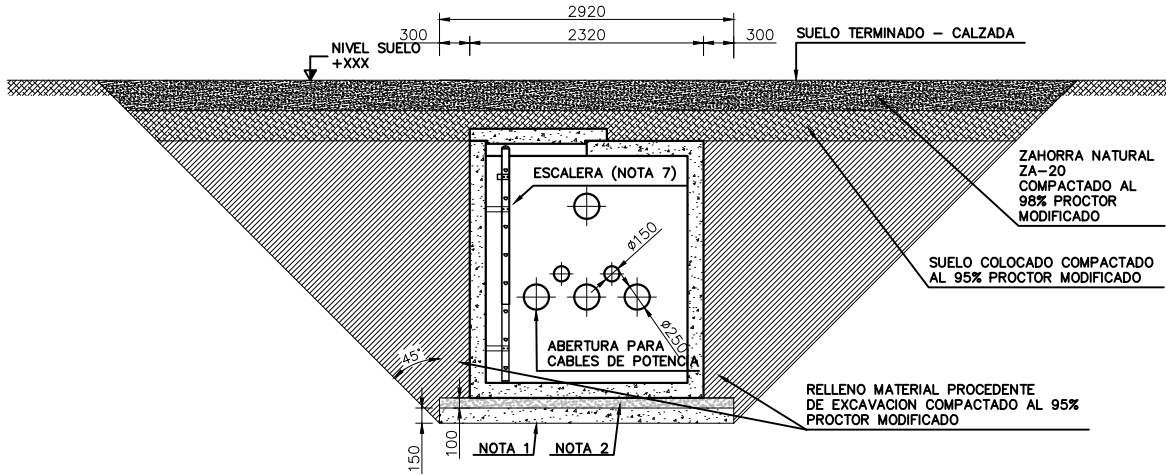
Código:	Nº plano:	Hoja:	Tamaño:	Escala:	Fecha:	Rev.:
MP8.2_BESS BAR_Cámara Empalme	8.2	02 de 03	A3	1:50000	06/2025	00



VISTA FRONTAL



VISTA DE PLANTA



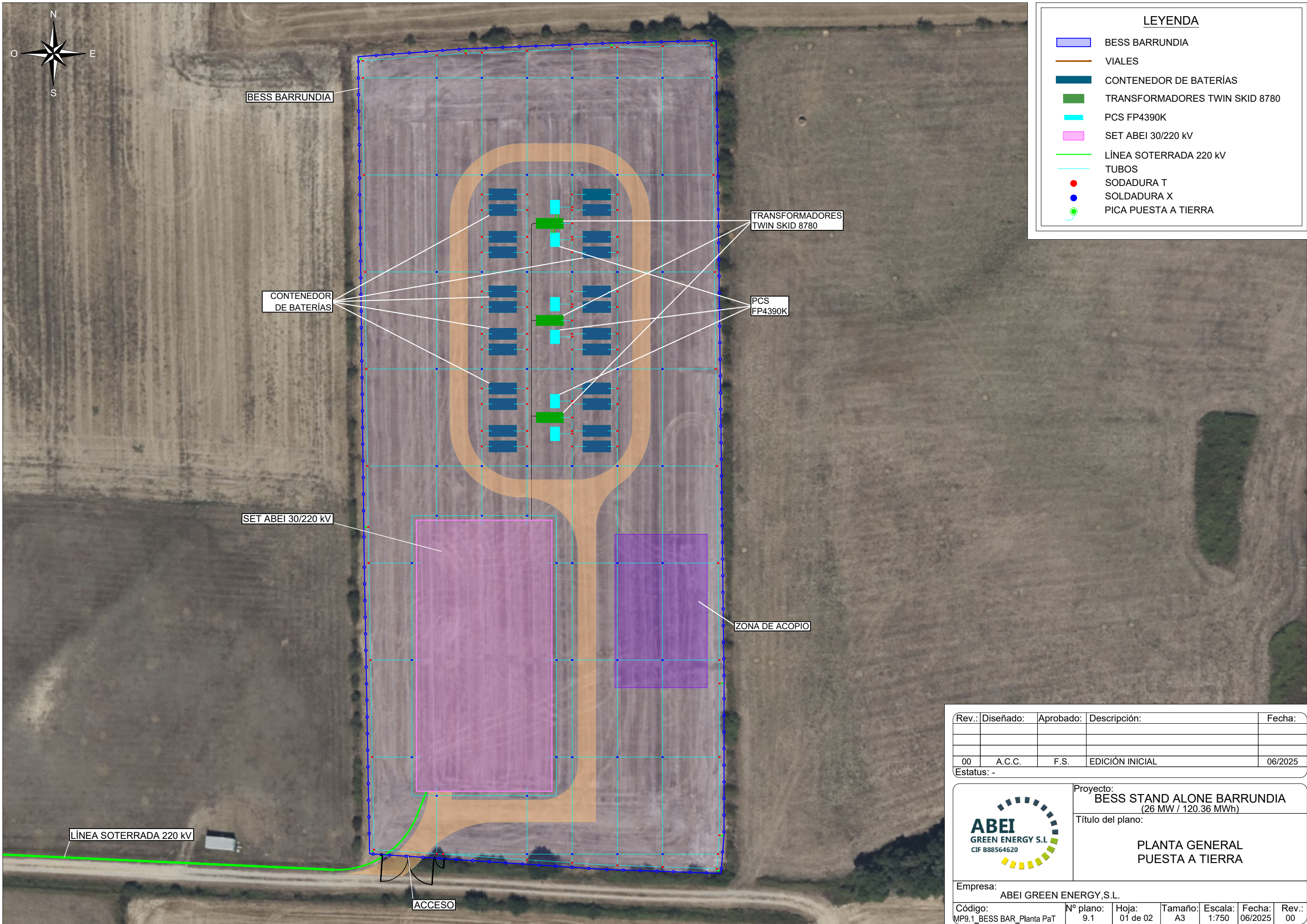
NOTAS

- SE UTILIZARÁ 15cm DE BASE DE HORMIGÓN ARMADO DE 200 kg/cm² CON MALLA ELECTROSOLDADA 15-15 Ø10 (PERFECTAMENTE NIVELADO)
- SE UTILIZARÁ 10cm DE BASE DE ARENA FINA NIVELADA.
- PARA EL RELLENO, NO UTILIZAR MATERIALES "AGRESIVOS" QUE PUEDAN DAÑAR LA IMPERMEABILIZACIÓN EXTERIOR.
- LA CONEXIÓN DEL ANILLO INTERIOR DE TIERRAS CON EL ANILLO EXTERIOR, SE REALIZA A TRAVÉS DE 4 CASQUILLOS DE COBRE EMBEBIDOS EN LA LOSA SUPERIOR DE LA CÁMARA.
- LA CONEXIÓN DE LA ARMADURA DE LA CÁMARA AL ANILLO INTERIOR DE TIERRAS SE REALIZA MEDIANTE DOS CASQUILLOS ROSCADOS DE ACERO SOLDADOS A LA ARMADURA DE LA ENVOLVENTE.
- ES NECESARIO AJUSTAR LA ESCALERA PARA EVITAR INTERFERENCIAS CON LOS SOPORTES, ADEMÁS DE AJUSTARLA CON LA ALTURA DEL CUELLO DE LA CÁMARA.
- LA FIJACIÓN DE LA ESCALERA Y LA SEPARACIÓN ENTRE LOS SOPORTES DEBE AJUSTARSE EN CAMPO SEGÚN LAS DIMENSIONES DE LOS EMPALME.

Rev.:	Diseñado:	Aprobado:	Descripción:	Fecha:
00	A.C.C.	F.S.	EDICIÓN INICIAL	06/2025
Estatus: -				

	Proyecto: BESS STAND ALONE BARRUNDIA (26 MW / 120.36 MWh)				
	Título del plano:  INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN CÁMARA DE EMPALME				
Empresa: ABEI GREEN ENERGY, S.L.					
Código: MP8.3 BESS BAR Cámara Empalme	Nº plano: 8.3	Hoja: 03 de 03	Tamaño: A3	Escala: 1:75000	Fecha: 06/2025
				Rev.: 00	





Rev.:	Diseñado:	Aprobado:	Descripción:	Fecha:
00	A.C.C.	F.S.	EDICIÓN INICIAL	06/2025

Estatus: -



**ABEI**  
GREEN ENERGY S.L.  
CIF B88564620

Proyecto:  
**BESS STAND ALONE BARRUNDIA**  
(26 MW / 120.36 MWh)

Título del plano:

**PLANTA GENERAL  
PUESTA A TIERRA**

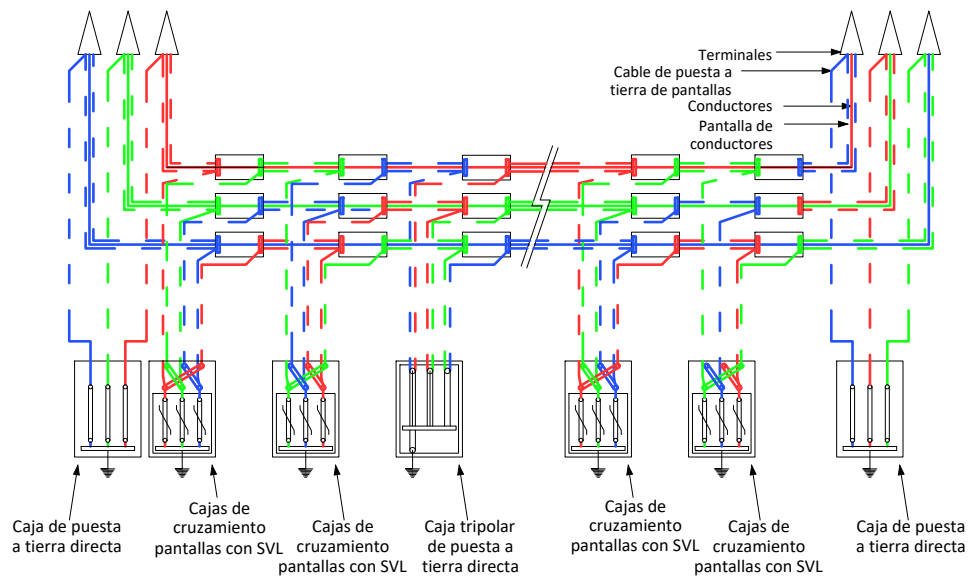
Empresa: **ABEI GREEN ENERGY,S.L.**

Código:	Nº plano:	Hoja:	Tamaño:	Escala:	Fecha:	Rev.:
MP9.1_BESS BAR_Planta PaT	9.1	01 de 02	A3	1:750	06/2025	00



SET ABEI 30/220 kV

SE BARRUNDIA 220 kV



PUESTA A TIERRA DE PANTALLAS  
SISTEMA CROSS-BONDING(SISTEMA DE CONEXIÓN  
RÍGIDA A TIERRA EN AMBOS EXTREMOS)

Rev.:	Diseñado:	Aprobado:	Descripción:	Fecha:
00	A.C.C.	F.S.	EDICIÓN INICIAL	06/2025

Estatus: -



Proyecto:  
**BESS STAND ALONE BARRUNDIA  
(26 MW / 120.36 MWh)**

Título del plano:

**LÍNEA DE EVACUACIÓN 220kV  
PUESTA A TIERRA**

Empresa:  
**ABEI GREEN ENERGY S.L.**

Código:	Nº plano:	Hoja:	Tamaño:	Escala:	Fecha:	Rev.:
MP9.2_BESS BAR_PaT Línea	9.2	02 de 02	A4	S/E	06/2025	00





LEYENDA

BESS BARRUNDIA

VIALES

LÍNEA SOTERRADA 220 KV

VALLADO		
Coordenadas ETRS89,UTM-30N		
Número	Posición X (m)	Posición Y (m)
1	545815,8483	4750858,5149
2	545814,6587	4750923,8872
3	545814,6587	4750928,6996
4	545813,3213	4751034,9566
5	545837,1087	4751036,6978
6	545869,4152	4751037,9809
7	545892,5760	4751038,5498
8	545894,3250	4750896,2023
9	545894,3031	4750862,5343
10	545893,6525	4750854,1696
11	545867,6896	4750855,0487

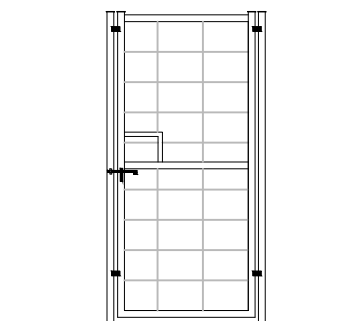
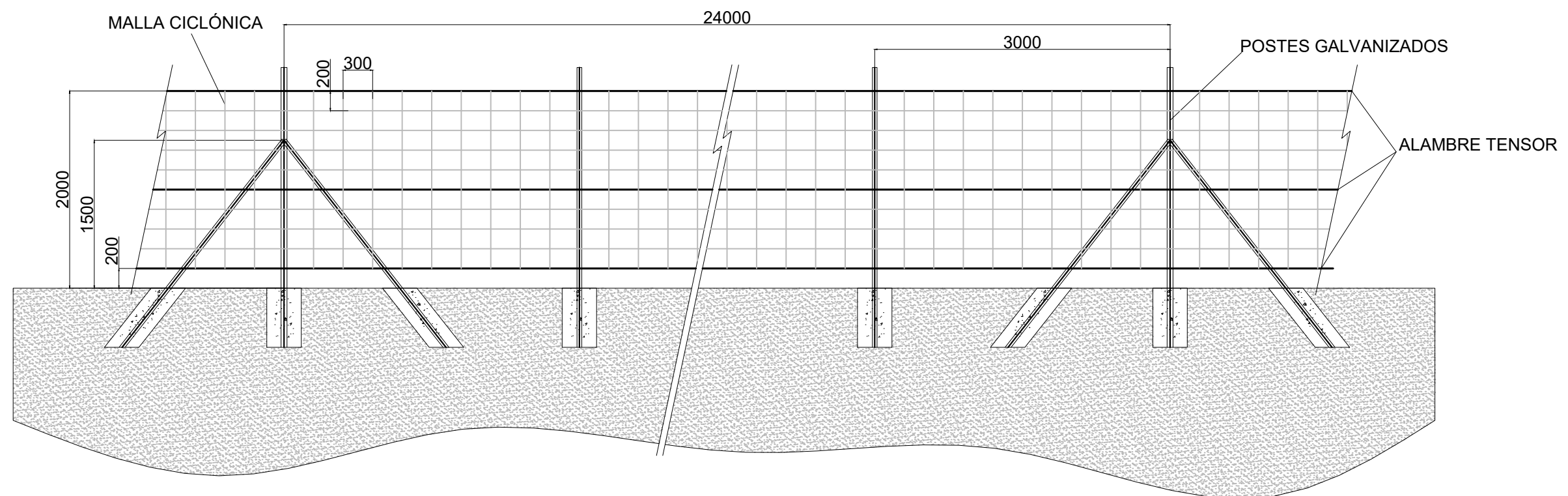
Rev.:	Diseñado:	Aprobado:	Descripción:	Fecha:
00	A.C.C.	F.S.	EDICIÓN INICIAL	06/2025
Estatus: -				

Proyecto:  
BESS STAND ALONE BARRUNDIA  
(26 MW / 120.36 MWh)  
Título del plano:  
CERRAMIENTO

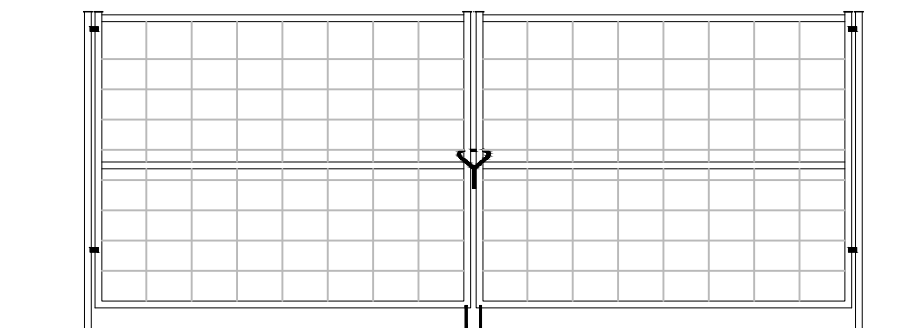
Empresa:  
ABEI GREEN ENERGY,S.L.

Código: MP10.1_BESS BAR_Cerramiento	Nº plano: 10.1	Hoja: 01 de 02	Tamaño: A3	Escala: 1:1000	Fecha: 06/2025	Rev.: 00
--	-------------------	-------------------	---------------	-------------------	-------------------	-------------





PUERTA PARA PERSONAS



PUERTA PARA VEHÍCULOS

Nota: cotas en (mm)

Rev.:	Diseñado:	Aprobado:	Descripción:	Fecha:
00	A.C.C.	F.S.	EDICIÓN INICIAL	06/2025
Estatus: -				



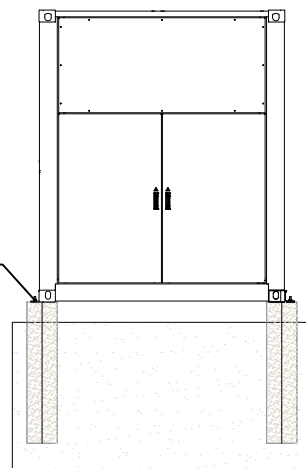
Proyecto: BESS STAND ALONE BARRUNDIA  
(26 MW / 120.36 MWh)

Título del plano:  
CERRAMIENTO EXTERIOR  
DETALLE TIPO

Empresa:  
ABEI GREEN ENERGY, S.L.

Código:	Nº plano:	Hoja:	Tamaño:	Escala:	Fecha:	Rev.:
MP10.2_BESS BAR_Cerramiento	10.2	02 de 02	A3	1:50	06/2025	00

Tuerca de expansión  
M16 integrada



VISTA DERECHA

Abertura de alivio de  
presión

Protección contra  
incendios de gas

Timbre de alarma, alarma sonora y luminosa y  
luz indicadora de liberación de aire

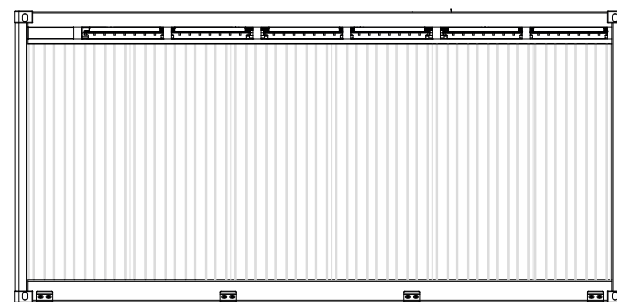
Salida de aire FSS

Entrada de aire FSS

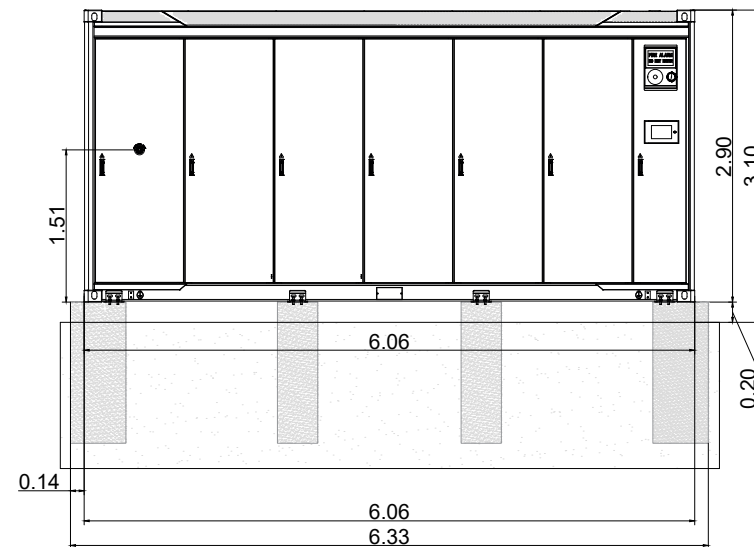
Protección contra  
incendios por agua

Botón de parada de emergencia,  
interruptor de conmutación  
manual y automática

Cilindro de acero extintor  
de incendios

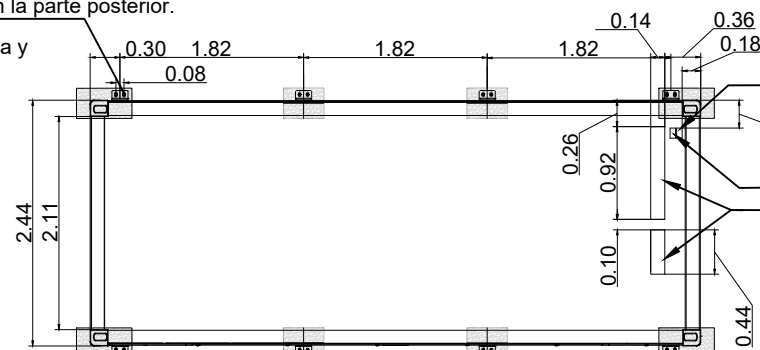


VISTA POSTERIOR



VISTA FRONTAL

Se recomienda fijarlo con pernos. Las tuercas de expansión M16 deben colocarse en 16 posiciones de un gabinete,  
8 en la parte frontal y 8 en la parte posterior.



Fuente de alimentación auxiliar Cables de CA Salida  
Orificio en el piso del contenedor

Cables de comunicación fuera del orificio en el piso del contenedor  
Orificio de salida de cables de CA en el piso del contenedor

CIMENTACIÓN DEL PILAR		CIMENTACIÓN DEL PILAR	
	Vista superior		Vista superior
	A-A B-B		A-A B-B

Rev.:	Diseñado:	Aprobado:	Descripción:	Fecha:
00	A.C.C.	F.S.	EDICIÓN INICIAL	06/2025

Estatus: -



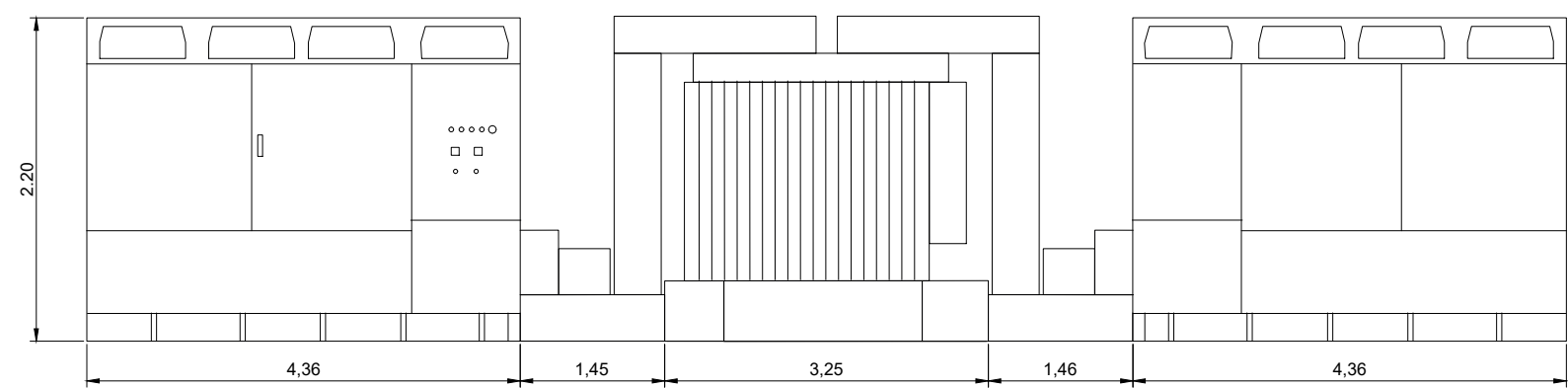
Proyecto: BESS STAND ALONE BARRUNDIA  
(26 MW / 120.36 MWh)

Título del plano:

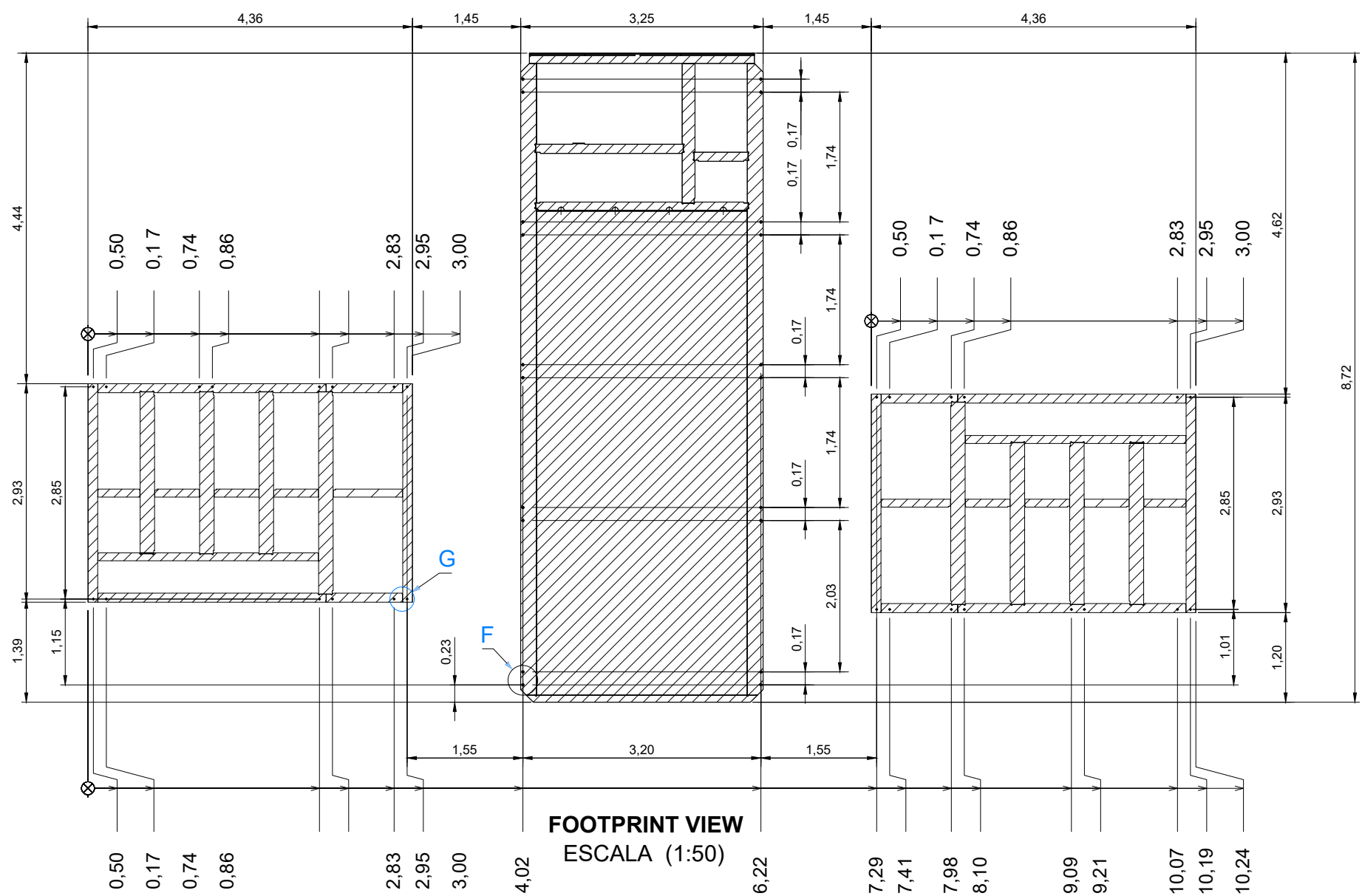
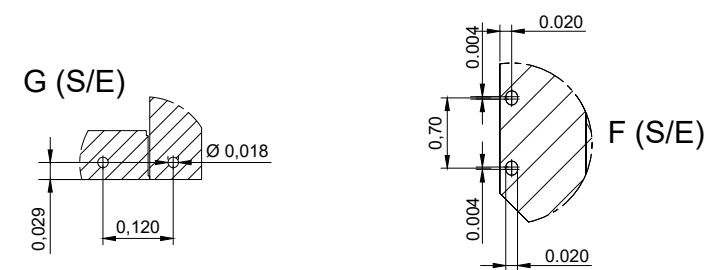
DETALLE CONTENEDOR  
DE BATERÍAS

Empresa: ABEI GREEN ENERGY, S.L.

Código:	Nº plano:	Hoja:	Tamaño:	Escala:	Fecha:	Rev.:
MP11.1_BESS BAR_Detalle Cont.bat	11.1	01 de 01	A3	S/E	06/2025	00



FRONT VIEW  
ESCALA (1:50)



FOOTPRINT VIEW  
ESCALA (1:50)



Rev.:	Diseñado:	Aprobado:	Descripción:	Fecha:
00	A.C.C.	F.S.	EDICIÓN INICIAL	06/2025
Estatus: -				



Proyecto: BESS STAND ALONE BARRUNDIA  
(26 MW / 120.36 MWh)

Título del plano:  
DETALLE POWER STATION

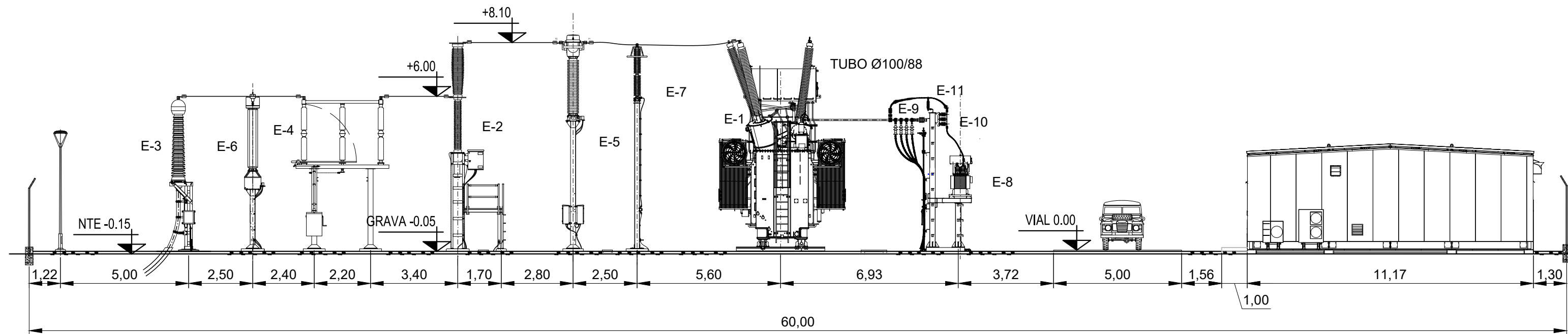
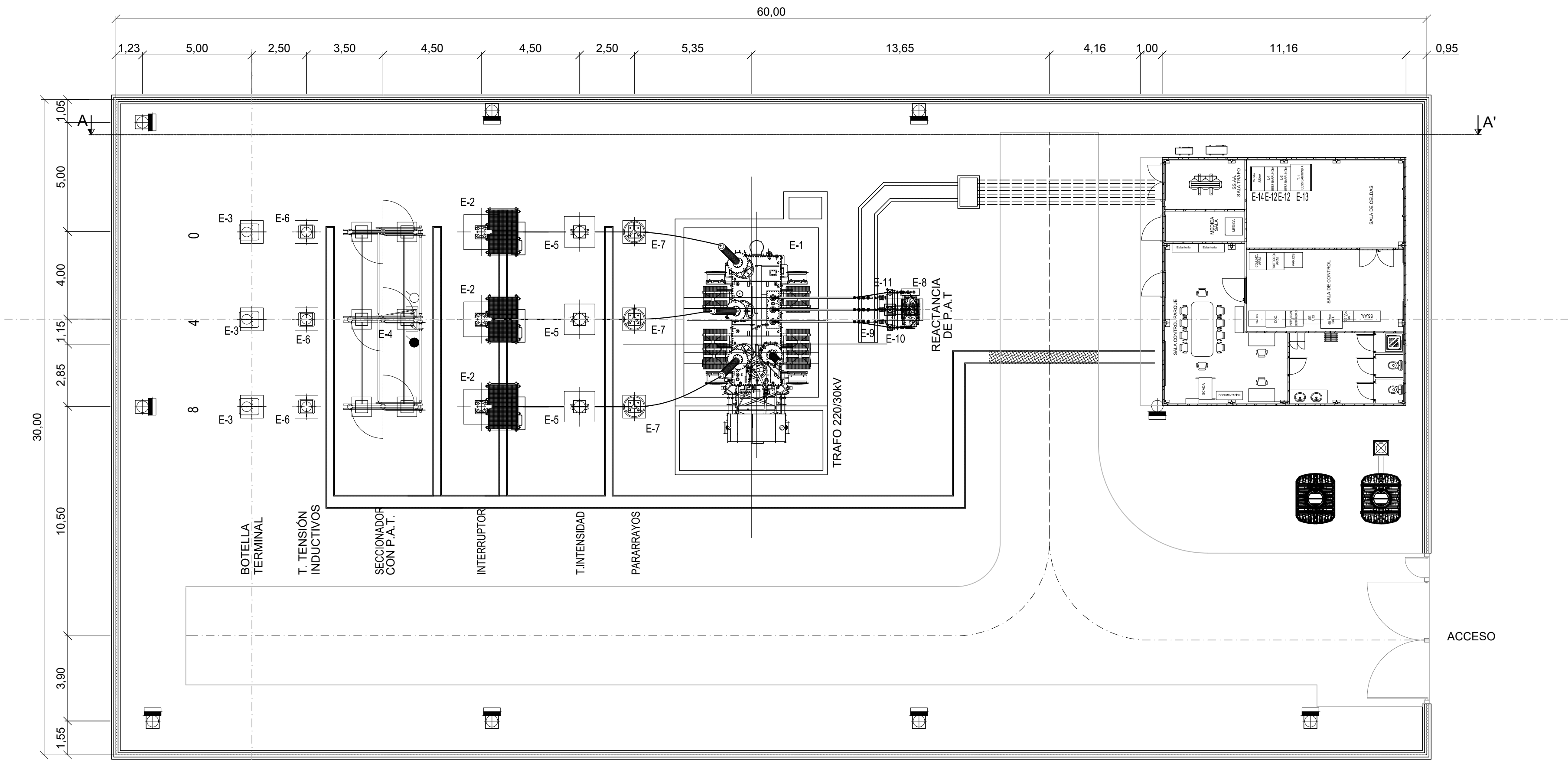
Empresa:  
ABEI GREEN ENERGY, S.L.

Código:	Nº plano:	Hoja:	Tamaño:	Escala:	Fecha:	Rev.:
MP12.1_BESS BAR_Power Sta	12.1	01 de 01	A3	S/E	06/2025	00




RELACION DE APARAMENTA

POS.	CANT.	DENOMINACION
E-1	1	TRANSFORMADOR DE POTENCIA 220/30kV
E-2	1	INTERRUPTOR TRIPOLAR 220kV
E-3	3	BOTELLA TERMINAL 220kV
E-4	1	SECCIONADOR ROTATIVO 220 kV CON PaT
E-5	3	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD
E-6	3	TRAFO DE TENSION INDUCTIVO 220 kV
E-7	3	AUTOVALVULA 220 kV
E-8	1	REACTANCIA
E-9	3	AISLADOR SOPORTE C6-170
E-10	1	SECCIONADOR TRIPOLAR VERTICAL 30kV
E-11	3	AUTOVALVULA 30 kV
E-12	2	CELDA POS. LINEA 30kV
E-13	1	CELDA POS. TRAF0 30 kV
E-14	1	CELDA POS. TSA 30 kV + TT BARRAS

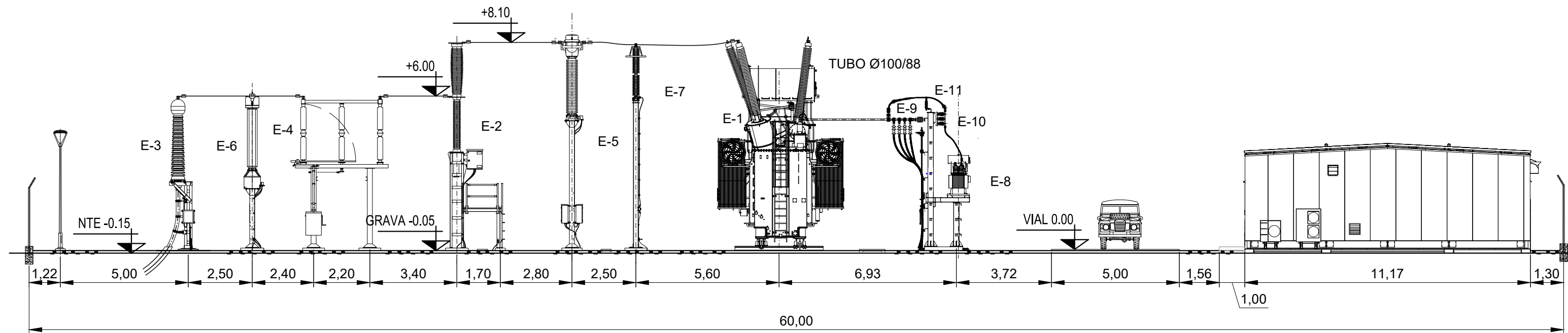
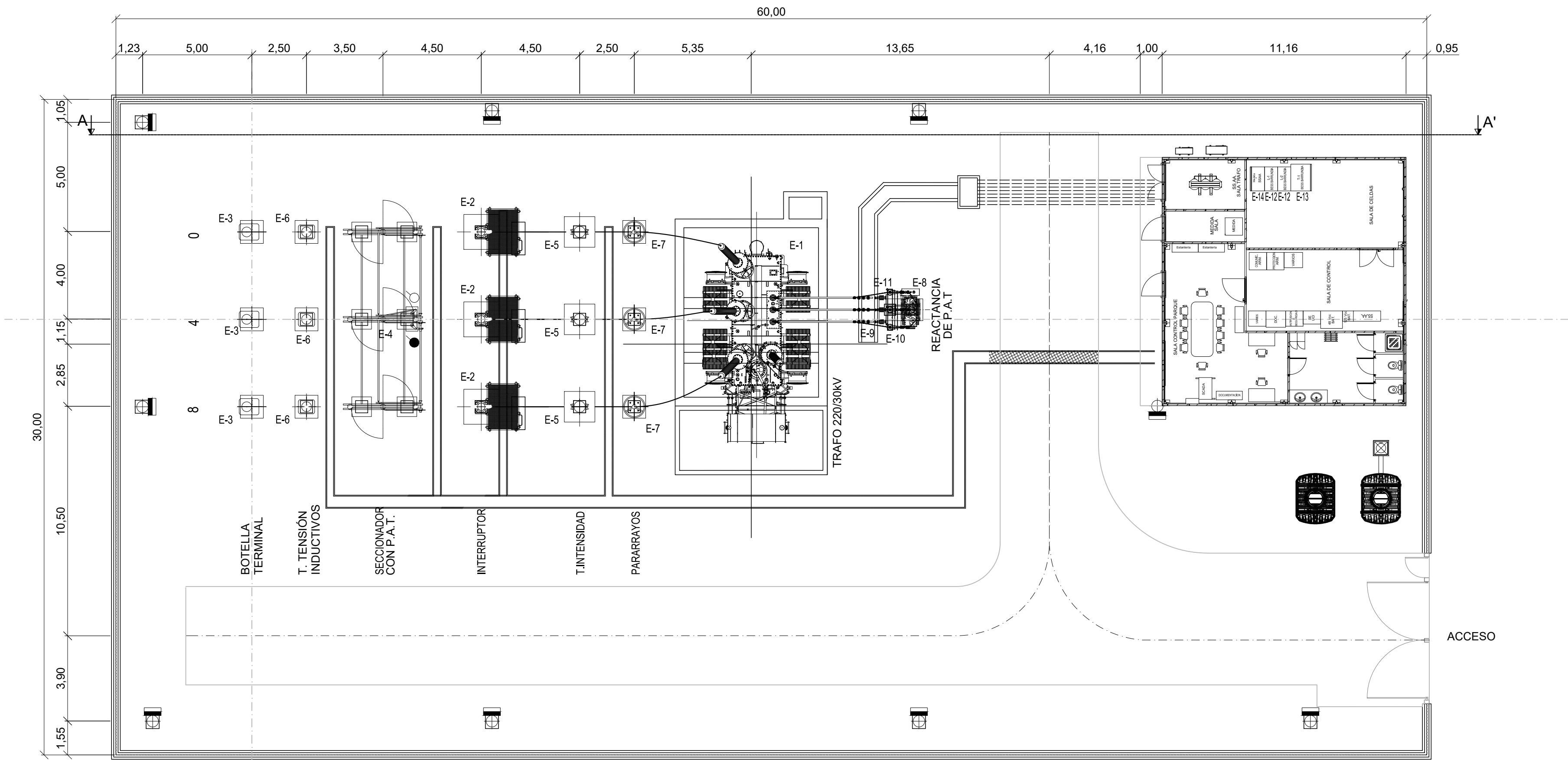


SECCION A-A'

Rev.:   Diseñado:   Aprobado:   Descripción:   Fecha:				
00   A.C.C.   F.S.   EDICIÓN INICIAL   06/2025				
Estatus: -				
		Proyecto: BESS STAND ALONE BARRUNDIA (26 MW / 120.36 MWh) Título del plano: SET ABEI 30/220kV PLANTA Y SECCIÓN		
Empresa: ABEI GREEN ENERGY, S.L.				
Código: WP15.1_BESS ALM_Planta y Sec. SE	Nº plano: 13.1	Hoja: 01 de 02	Tamaño: A1	Fecha: 06/2025
Rev.: 00				

RELACION DE APARAMENTA

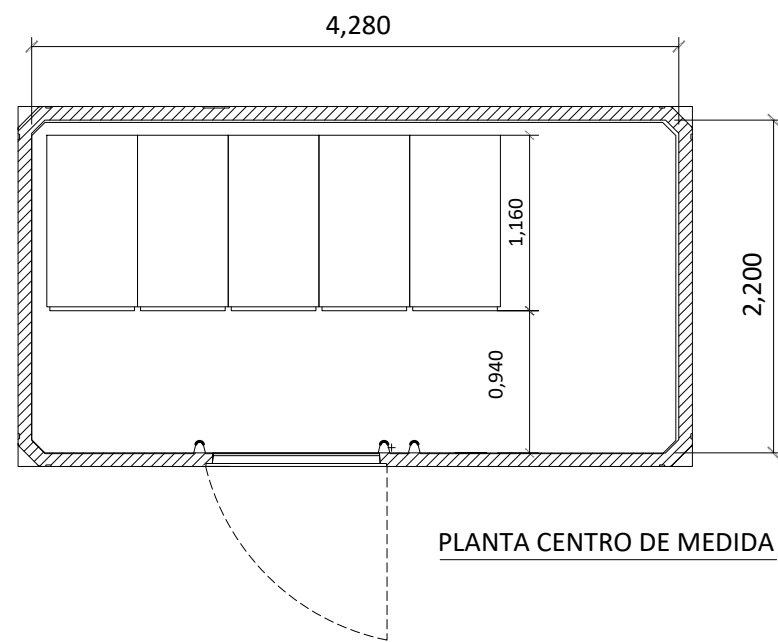
POS.	CANT.	DENOMINACION
E-1	1	TRANSFORMADOR DE POTENCIA 220/30kV
E-2	1	INTERRUPTOR TRIPOLAR 220kV
E-3	3	BOTELLA TERMINAL 220kV
E-4	1	SECCIONADOR ROTATIVO 220 kV CON PaT
E-5	3	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD
E-6	3	TRAFO DE TENSION INDUCTIVO 220 kV
E-7	3	AUTOVALVULA 220 kV
E-8	1	REACTANCIA
E-9	3	AISLADOR SOPORTE C6-170
E-10	1	SECCIONADOR TRIPOLAR VERTICAL 30kV
E-11	3	AUTOVALVULA 30 kV
E-12	2	CELDA POS. LINEA 30kV
E-13	1	CELDA POS. TRAF0 30 kV
E-14	1	CELDA POS. TSA 30 kV + TT BARRAS



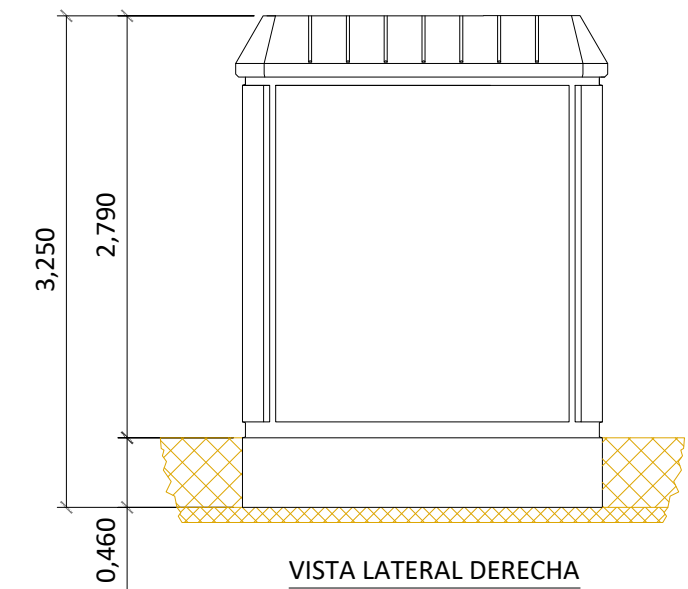
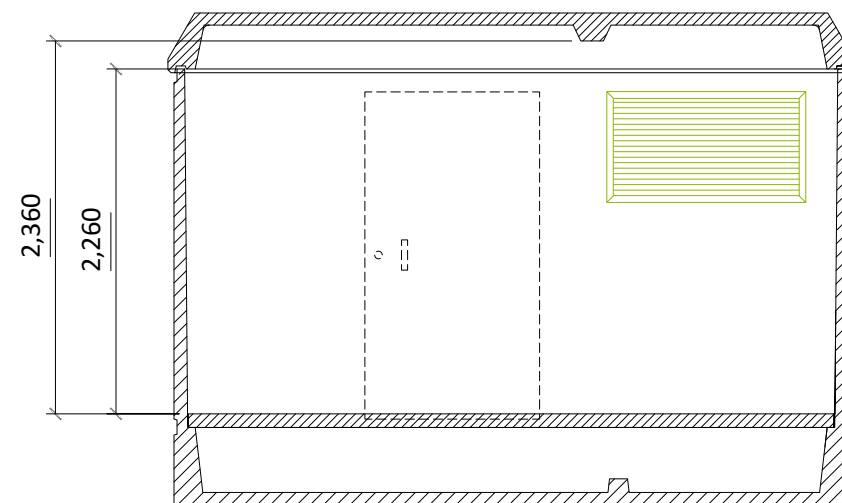
SECCION A-A'

Rev.:	Diseñado:	Aprobado:	Descripción:	Fecha:
00	R.M.L.	F.S.	EDICIÓN INICIAL	06/2025
Estatus: -				
		Proyecto: BESS STAND ALONE BARRUNDIA (26 MW / 120.36 MWh) Título del plano: SET ABEI 30/220 kV PLANTA Y SECCIÓN		
Empresa: ABEI GREEN ENERGY S.L.				
Código: WP15.1_BESS BAR_Planta y Sec.SE	Nº plano: 13.1	Hoja: 01 de 01	Tamaño: A3	Fecha: 06/2025
Rev.: 00		Rev.: 00		

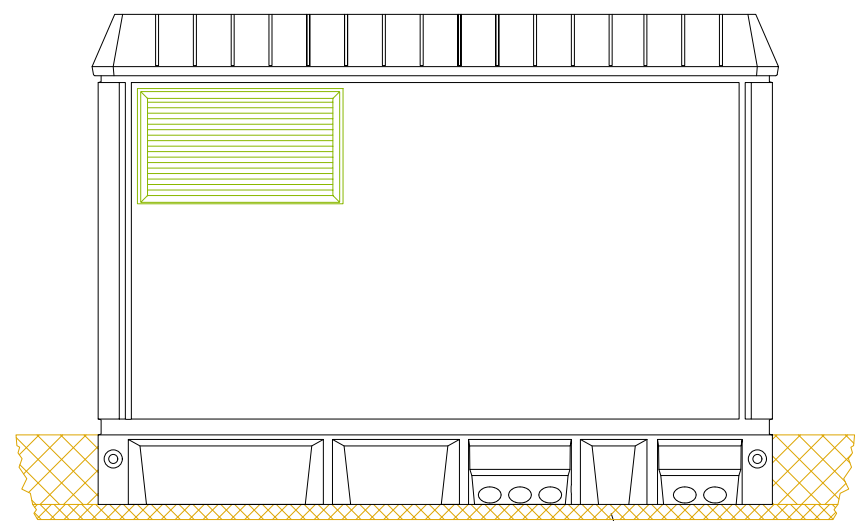




PLANTA CENTRO DE MEDIDA

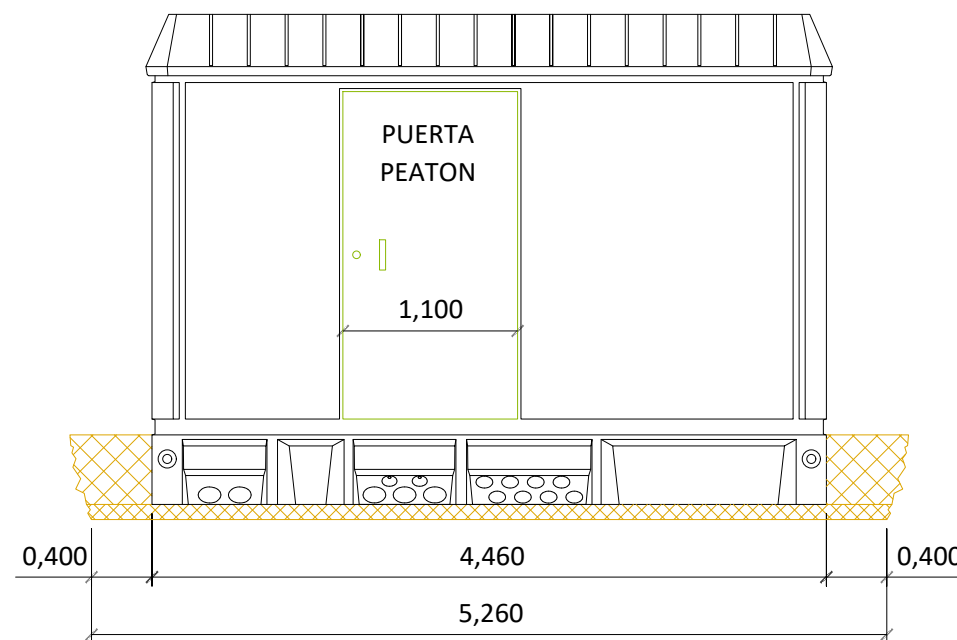


VISTA LATERAL DERECHA

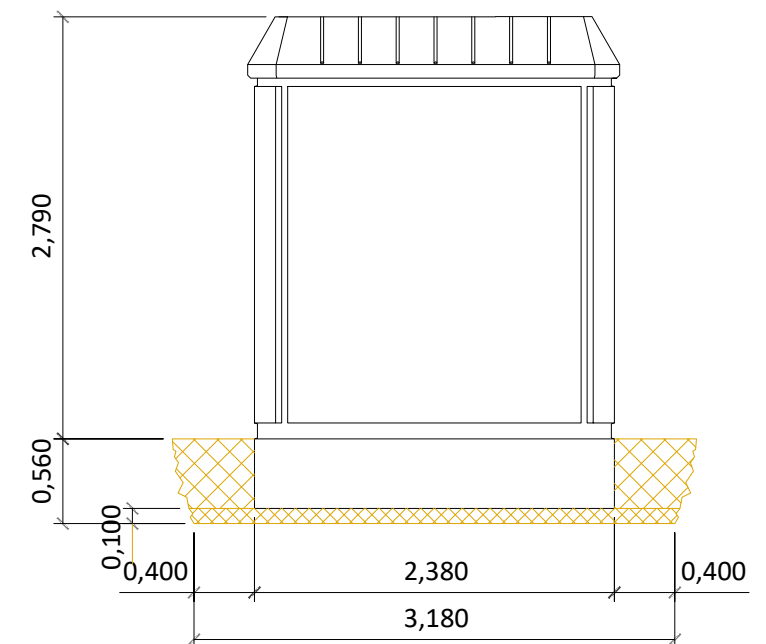


VISTA POSTERIOR

Arena de nivelación



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL IZQUIERDA

Nota: cotas en (mm)

Rev.:	Diseñado:	Aprobado:	Descripción:	Fecha:
00	A.C.C.	F.S.	EDICIÓN INICIAL	06/2025

Estatus: -



Proyecto:  
BESS STAND ALONE BARRUNDIA  
(26 MW / 120.36 MWh)

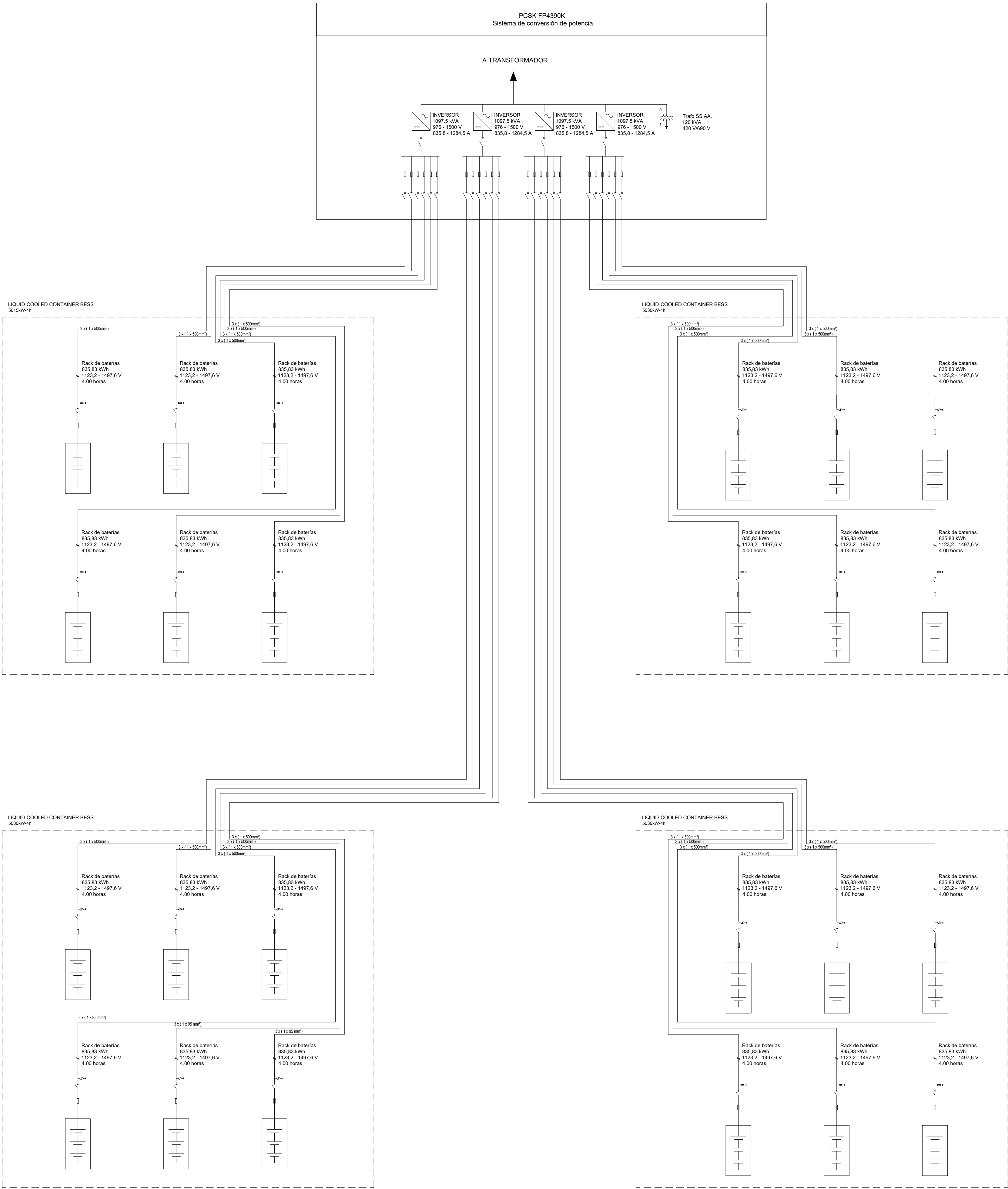
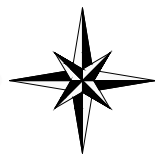
Título del plano:

CENTRO DE MEDIDA  
DETALLE TIPO

Empresa:  
ABEI GREEN ENERGY, S.L.

Código:	Nº plano:	Hoja:	Tamaño:	Escala:	Fecha:	Rev.:
MP14.1_BESS BAR_Planta y Sec. PM	14.1	01 de 01	A3	1:50	06/2025	00





LEYENDA

FUSIBLE

INVERSOR

INTERRUPTOR-SECCIONADOR

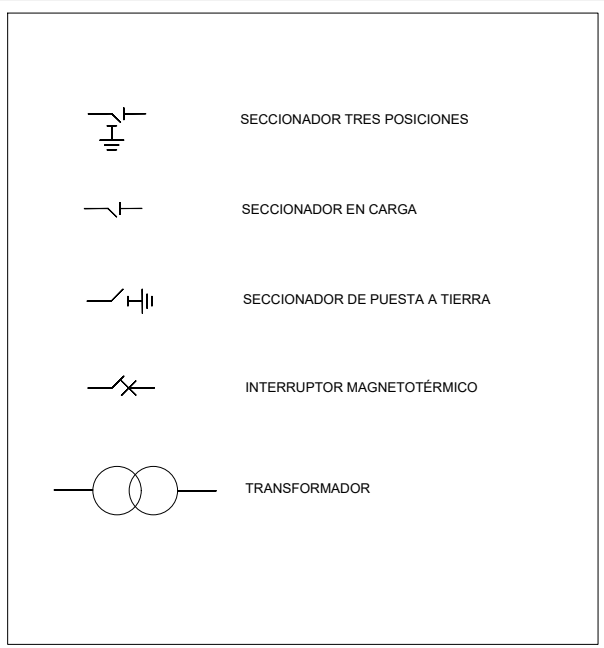
INTERRUPTOR AUTOMÁTICO

BATERÍA

DESCARGADOR SOBRETENSIONES  
TIPO I+II

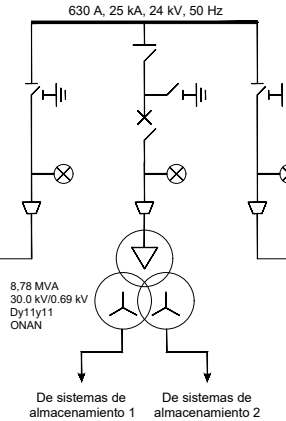
TRANSFORMADOR DE TENSION  
SERVICIOS AUXILIARES

Rev.:	Diseñado:	Aprobado:	Descripción:	Fecha:
00	A.C.C.	F.S.	EDICIÓN INICIAL	06/2025
Estatus: -				
		Proyecto: BESS STAND ALONE BARRUNDIA (26 MW / 120.36 MWh)		
		Título del plano: ESQUEMA UNIFILAR BAJA TENSION		
Empresa: ABEI GREEN ENERGY, S.L.				
Código:	Nº plano:	Hoja:	Tamaño:	Escala:
NP15_1_BESS BAR_Esq. Unif. B	15-1	01 de 01	A1	S/E
				Fecha:
				06/2025
				Rev.:
				00

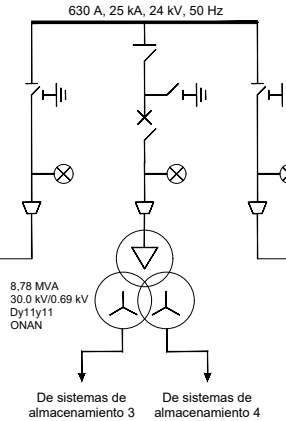


SET ABEI 30/220 kV

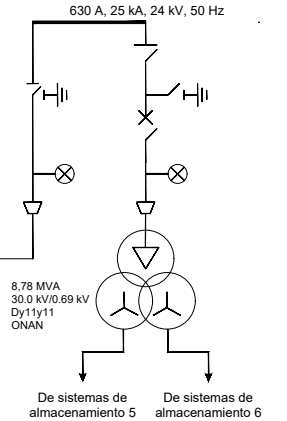
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 1  
Potencia nominal: 8,78 MVA - 8,66 MW  
Duración del ciclo de descarga: 4.00 horas




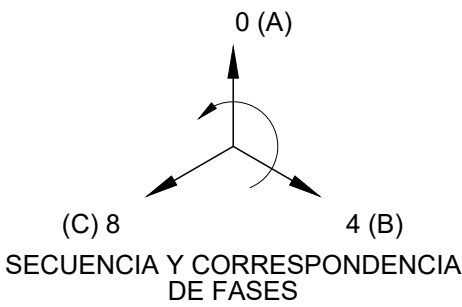
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 2  
Potencia nominal: 8,78 MVA - 8,66 MW  
Duración del ciclo de descarga: 4.00 horas



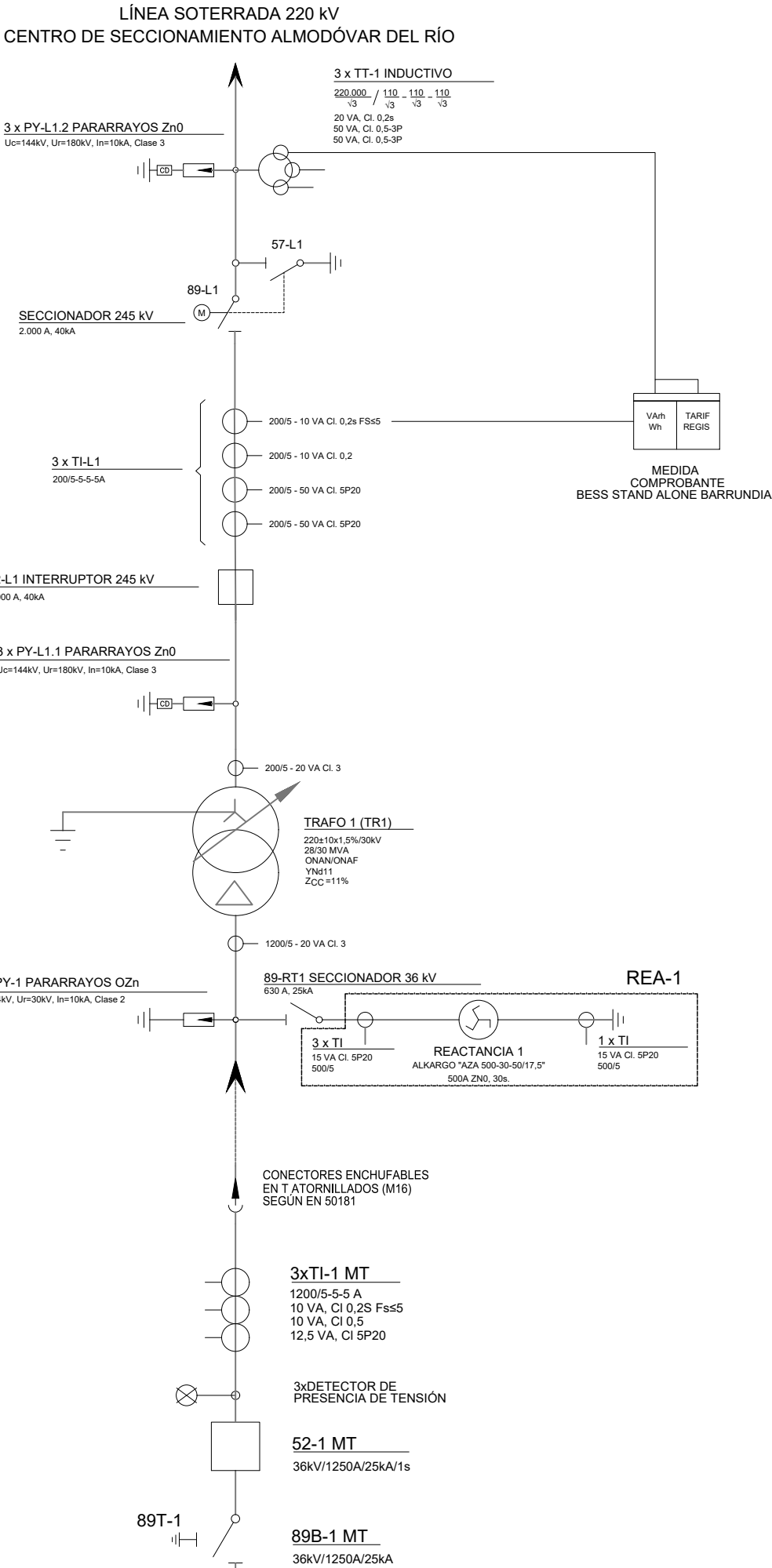
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 3  
Potencia nominal: 8,78 MVA - 8,66 MW  
Duración del ciclo de descarga: 4.00 horas



Rev.:	Diseñado:	Aprobado:	Descripción:	Fecha:		
00	A.C.C.	F.S.	EDICIÓN INICIAL	06/2025		
Estatus: -						
 <b>ABEI</b> GREEN ENERGY S.L. CIF B88564620			Proyecto: BESS STAND ALONE BARRUNDIA (26 MW / 120.36 MWh)			
			Título del plano:  ESQUEMA UNIFILAR MEDIA TENSIÓN			
			Empresa: ABEI GREEN ENERGY, S.L.			
Código: MP16.1 BESS BAR_Esq. Unif. M	Nº plano: 16.1	Hoja: 01 de 01	Tamaño: A3	Escala: S/E	Fecha: 06/2025	Rev.: 00



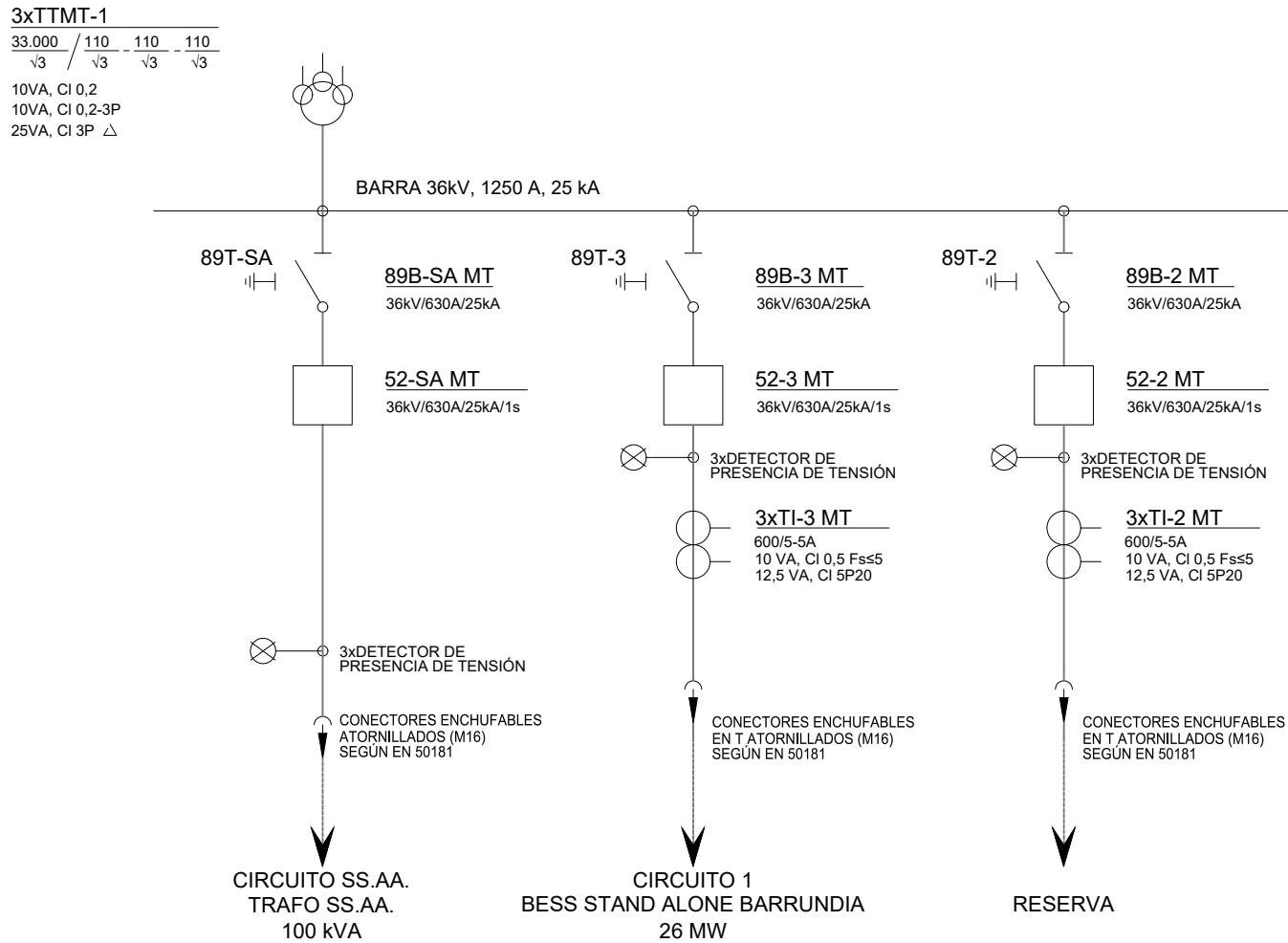
TENSION NOMINAL	kV	30	220
TENSION MAXIMA	kV	36	245
TENSION SOPORTADA NOMINAL A FRECUENCIA INDUSTRIAL	kV	70	460
TENSION SOPORTADA NOMINAL A IMPULSO RAYO	kV	170	1050
INTENSIDAD CORTOCIRCUITO SOPORTADA (1 seg.)	kA	25	50




LISTADO DE APARAMENTA 220 kV		
DENOMINACION	DESCRIPCION	CANTIDAD
PY-X	AUTOVALVULA 220 kV	6
TT-X	TRAFO TENSION INDUCTIVO 220 kV	3
TI-X	TRAFO DE INTENSIDAD 220 kV	3
89-X / 57-X	SECCIONADOR 3 COLUMNAS TRIPOLAR CON PaT	1
52-X	INTERRUPTOR 220 kV TRIPOLAR	1
TR1	TRANSFORMADOR DE POTENCIA 30/220 kV	1


CODIFICACION  
XXX - X  
POSICION — 1 POS. LÍNEA-TRAFO  
CODIGO DE LA APARAMENTA

LISTADO DE APARAMENTA 30 kV		
DENOMINACION	DESCRIPCION	CANTIDAD
	CELDAS 30 kV LINEA	2
	CELDAS 30 kV TRAFO	1
	CELDAS 30 kV SS.AA.	1
PY-1.2	AUTOVALVULA 30 kV	3
89-RT1	SECCIONADOR TRIPOLAR 30 kV	1
REA-1	REACTANCIA PaT 30 kV	1

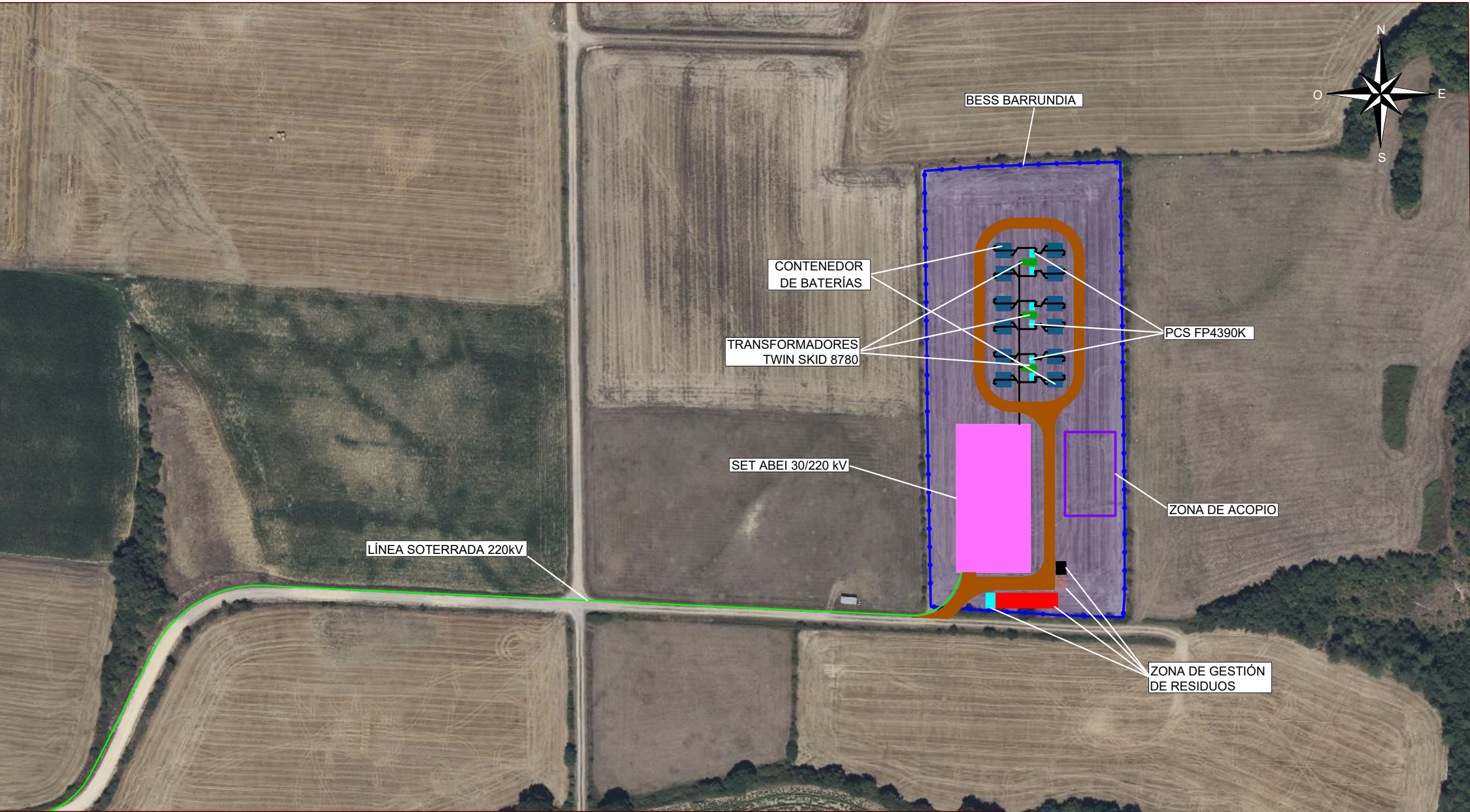


Rev.:	Diseñado:	Aprobado:	Descripción:	Fecha:
00	A.C.C.	F.S.	EDICIÓN INICIAL	06/2025
Estatus: -				
			Proyecto: BESS STAND ALONE BARRUNDIA (26 MW / 120.36 MWh)	
			Título del plano:  SET ABEI 30/220 kV ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO	
Empresa: ABEI GREEN ENERGY, S.L.				
Código:	Nº plano:	Hoja:	Tamaño:	Escala:
MP17.1 BESS BAR_Esq_Uni_Simpl	17.1	01 de 01	A3	S/E
				Fecha:
				06/2025
				Rev.:
				00




**ABEI**  
 GREEN ENERGY S.L.  
 CIF B08564620





LEYENDA

BESS BARRUNDIA

VIALES

CONTENEDOR DE BATERÍAS

TRANSFORMADORES TWIN SKID 8780

PCS FP4390K

SET ABEI 30/220 kV

LÍNEA SOTERRADA 220 kV

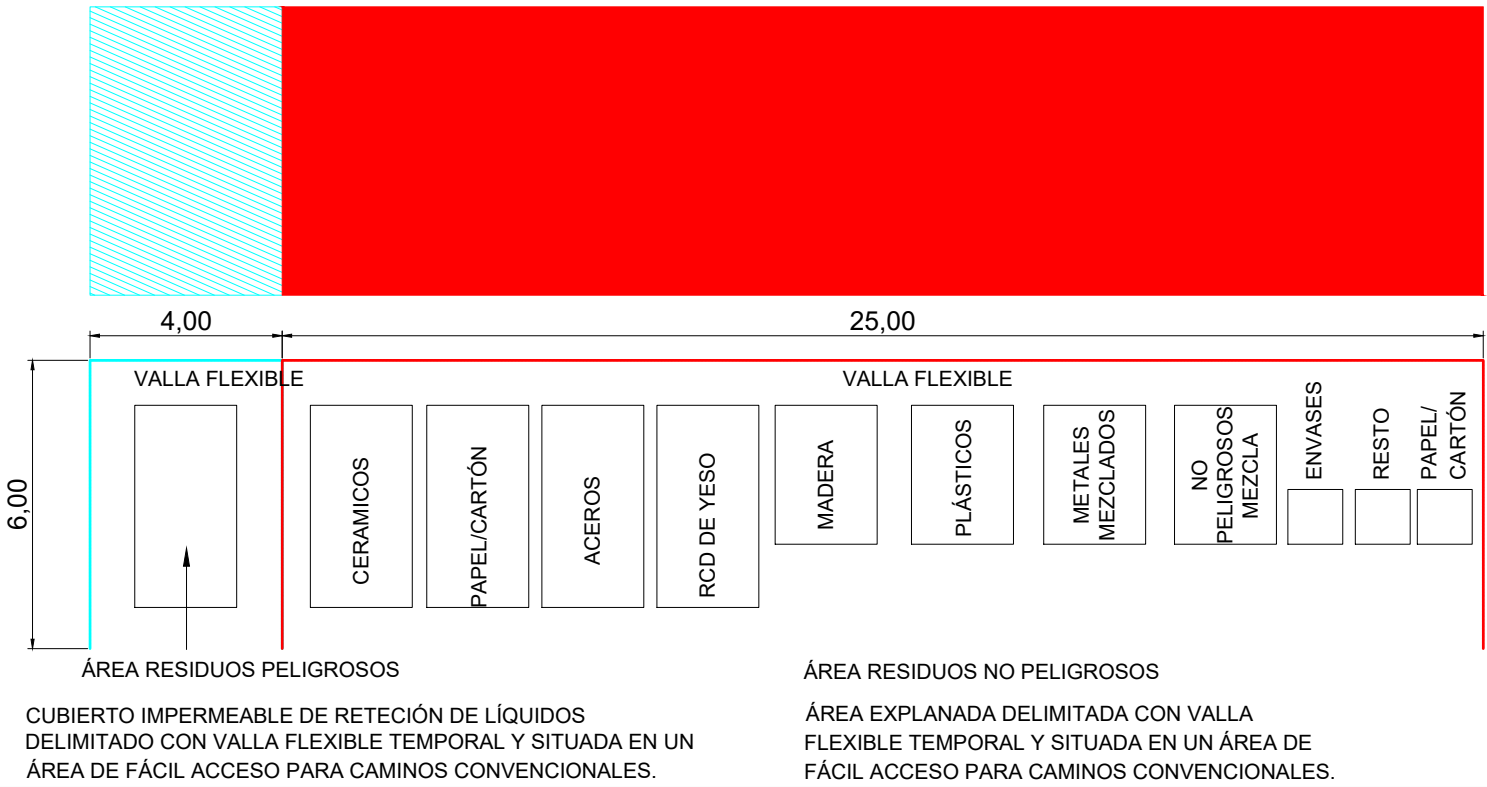
ZONA DE ACOPIO

CONTENEDORES Y/O ACOPIOS DE TIERRAS/ GRAVAS /ARENAS.

ZONA LIMPIEZA CANALETAS HORMIGONERA Y RESTOS HORMIGÓN

ÁREA RESIDUOS PELIGROSOS.

ÁREA RESIDUOS NO PELIGROSOS.



Rev.:	Diseñado:	Aprobado:	Descripción:	Fecha:
00	A.C.C.	F.S.	EDICIÓN INICIAL	06/2025

Estatus: -

ABEI

GREEN ENERGY S.L

CIF B88564620

Proyecto:  
BESS STAND ALONE BARRUNDIA  
(26 MW / 120.36 MWh)

Título del plano:  
PLANTA GENERAL  
GESTIÓN DE RESIDUOS

Empresa:  
ABEI GREEN ENERGY,S.L.

Código:	Nº plano:	Hoja:	Tamaño:	Escala:	Fecha:	Rev.:
MP19.1_BESS BAR_Gest. Resid.	19.1	01 de 01	A3	1:2000	06/2025	00



