

BLOGGERS

ENERGÍAS RENOVABLES S.L.

Proyecto de Ejecución.

***Hibridación de Instalación Fotovoltaica existente
mediante Baterías.***

***Hibridación MER2 mediante nuevo módulo BESS MER2
(11,5 MW/45,14 MWh).***

Término municipal de Mérida (Badajoz).

INDICE GENERAL

MEMORIA DESCRIPTIVA

PLANOS

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

ANEXOS

ANEXO I. PLIEGO DE CONDICIONES

ANEXO II. MEMORÍA DE CÁLCULO

ANEXO III. CRONOGRAMA

ANEXO IV. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

ANEXO V. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

ANEXO VI. PLAN DE DESMANTELAMIENTO

ANEXO VII. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA FABRICANTES

Sevilla, abril de 2026

El Técnico al servicio de la empresa

BLOGGERS

ENERGÍAS RENOVABLES S.L.

Proyecto de Ejecución.

***Hibridación de Instalación Fotovoltaica existente
mediante Baterías.***

***Hibridación MER2 mediante nuevo módulo BESS MER2
(11,5 MW/45,14 MWh).***

Término municipal de Mérida (Badajoz).

Memoria Descriptiva

1	ANTECEDENTES	4
2	OBJETO.....	5
3	EXENCIÓN DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL SEGÚN RD 997/2025	7
4	REGLAMENTOS, LEYES Y NORMAS	8
4.1	MUNICIPALES.....	8
4.2	PRODUCCIÓN ELÉCTRICA	8
4.3	SISTEMA ELÉCTRICO	9
4.4	BATERÍAS	9
4.5	OBRA CIVIL.....	9
4.6	INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN	10
4.7	INSTALACIONES DE ALTA TENSIÓN	10
5	DATOS GENERALES DE LA INSTALACIÓN.....	11
5.1	PETICIONARIO Y PROMOTOR.....	11
5.2	JUSTIFICACIÓN POTENCIA INSTALADA EN BATERÍAS SEGÚN RD 997/2025.....	11
5.3	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN HÍBRIDA.....	12
5.4	LOCALIZACIÓN Y ACCESOS	13
5.5	TERRENOS DISPONIBLES	16
5.6	RESTRICCIONES A LA IMPLANTACIÓN	17
6	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN BESS	18
6.1	DESCRIPCIÓN GENERAL	18
6.2	CONFIGURACIÓN DEL BESS	19
6.3	EQUIPOS PRINCIPALES.....	20
6.3.1	<i>Contenedor de Baterías</i>	<i>20</i>
6.3.2	<i>Convertidor PCS</i>	<i>22</i>
6.3.3	<i>Centro de Transformación</i>	<i>24</i>
6.3.4	<i>Transformador de Servicios Auxiliares.....</i>	<i>29</i>
6.3.5	<i>Protecciones.....</i>	<i>30</i>
6.4	INSTALACIONES DEL SISTEMA BESS	32
6.4.1	<i>Criterios de diseño de la Instalación BT</i>	<i>32</i>
6.4.2	<i>Descripción de Instalaciones en Baja Tensión en CC.....</i>	<i>33</i>
6.4.3	<i>Descripción de Instalaciones en Baja Tensión AC</i>	<i>34</i>
6.4.4	<i>Descripción de la Instalación para SSAA en AC.....</i>	<i>36</i>
6.4.5	<i>Criterios de diseño de la Instalación de Media Tensión.....</i>	<i>37</i>

6.4.6	<i>Descripción de la Instalación de Media Tensión</i>	38
6.4.7	<i>Características de la Instalación de MT</i>	39
6.4.8	<i>Red de Tierras</i>	40
6.5	OBRA CIVIL DEL SISTEMA BESS	41
6.5.1	<i>Accesos</i>	41
6.5.2	<i>Movimientos de Tierras y Adecuación del Terreno</i>	42
6.5.3	<i>Drenajes</i>	42
6.5.4	<i>Zanjas</i>	42
6.5.5	<i>Arquetas</i>	44
6.5.6	<i>Urbanización</i>	44
6.5.7	<i>Cimentación</i>	44
6.6	SISTEMAS DE CONTROL	45
6.6.1	<i>Monitorización</i>	45
6.6.2	<i>Sistema SCADA</i>	47
6.7	SISTEMAS CONTRA INCENDIOS	47
6.7.1	<i>Sistema Contra incendios del Contenedor de Baterías</i>	47
6.8	SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	49
6.9	ARMÓNICOS Y COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA	49
6.10	SISTEMA DE SEGURIDAD Y ANTIINTRUSISMO	49
7	EVACUACIÓN ELÉCTRICA BESS	50
7.1	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EVACUACIÓN	50
7.2	AMPLIACIÓN CENTRO DE SECCIONAMIENTO	52
7.2.1	<i>Cumplimiento del Reglamento (UE) 2024/573</i>	53
8	ORGANISMOS AFECTADOS	55
8.1	AYUNTAMIENTO MÉRIDA	55
9	PLAZO DE EJECUCIÓN	56
10	RESUMEN DEL PRESUPUESTO	57
11	PETICIÓN QUE SE FORMULA A LA ADMINISTRACIÓN COMPETENTE	58

Sevilla, abril de 2026

El Técnico al servicio de la empresa

1 Antecedentes

La Planta Fotovoltaica MER2 con expediente GE-M/75/20, actualmente en funcionamiento, dispone de una potencia instalada de 16,5 MW y una capacidad de acceso de 14 MW, habiendo obtenido Autorización Administrativa de Construcción con fecha de 2 de abril de 2025 y Autorización de Explotación con fecha del 30 de abril del 2025 y cuyo código es AE250069.

Como consecuencia de la creciente necesidad de sistemas de almacenamiento de energía en el sistema eléctrico, y tras la aprobación del Real Decreto 997/2025, por el que se establecen medidas urgentes para el refuerzo del sistema eléctrico, se plantea la incorporación de un sistema de almacenamiento mediante baterías en los terrenos de la planta fotovoltaica. Este sistema tiene como objetivo optimizar la operación y maximizar los ingresos por la venta de energía de la planta, permitiendo además contribuir a la descongestión de la red eléctrica durante las horas de mayor generación solar.

El proyecto denominado BESS MER2, que hibridará la planta fotovoltaica FV MER2, consiste en una instalación de baterías de 11,5 MW de potencia instalada y 45,14 MWh de capacidad de almacenamiento. Esta instalación no modifica la capacidad de acceso de la planta fotovoltaica a la que hibrida y aprovechará la evacuación existente tal como se describe en el presente proyecto.

2 Objeto

El objeto del presente proyecto, en el que se describen las obras necesarias para la implantación de la instalación BESS MER2, de potencia instalada de 11,5 MW, capacidad de almacenamiento de 45,14 MWh y una capacidad de acceso de 14 MW, es solicitar Autorización Administrativa Previa y Autorización Administrativa de Construcción de acuerdo con el Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, cumpliendo con lo establecido en el artículo 53 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico y el Real Decreto 997/2025. La instalación BESS MER2 hibrida a la instalación existente y en operación MER2.

El presente proyecto cumple con lo establecido en 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, aprobado en el Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, y en 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, aprobado en el Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero.

Los subsistemas que conforman la planta descritos en este proyecto y, por lo tanto, están dentro del alcance de este proyecto son:

- Equipos a instalar compuesto por Contenedores BESS, Convertidores, Centros de Transformación, Transformadores Auxiliares, así como los elementos necesarios para ampliar el Centro de Seccionamiento existente.
- Obra civil de las BESS MER2, como es el desbroce superficial, plataforma y movimiento de tierra necesarios, viales interiores y drenajes, cimentación de contenedores de baterías, centros de transformación, zanjas para canalización de instalaciones.
- Instalaciones eléctricas de Baja y Media Tensión requeridas para las BESS MER2, incluso línea subterránea de evacuación en 15 kV hasta el Centro de

Seccionamiento de la Planta Fotovoltaica MER2, instalaciones de comunicación y puesta a tierra.

Para la realización del presente proyecto se ha tomado como referencia la siguiente información:

- Proyecto, Informe de Impacto Ambiental y documentación constructiva de la Planta Fotovoltaica MER2 existente.
- Cartografía catastral disponible para el municipio de Mérida (Badajoz), Dirección General del Catastro.
- Ortofotografía de “máxima actualidad” del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA).
- Consulta del visor online relativo a la Información Geográfica de Referencia de Hidrografía (IGR Hidrografía), obtenida a través del Instituto Geográfico Nacional perteneciente al Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana del Gobierno de España.

3 Exención de evaluación de impacto ambiental según RD 997/2025

La instalación de baterías BESS MER2, que hibrida a la instalación fotovoltaica existente MER2, se sitúa íntegramente dentro de la poligonal que ya fue objeto de evaluación ambiental en el proyecto fotovoltaico original.

En consecuencia, de acuerdo con lo establecido en el Artículo 6 del Real Decreto 997/2025, la instalación **BESS MER2 queda exenta de someterse a un nuevo procedimiento de evaluación de impacto ambiental.**

El cumplimiento de las condiciones establecidas en dicho Real Decreto para acogerse a esta exención se justifica de forma detallada en el documento “**Adenda 1: Informe de exención de evaluación de impacto ambiental**”, que acompaña al presente proyecto.

4 Reglamentos, Leyes y Normas

Para el estudio del presente proyecto se han tenido en cuenta los siguientes Reglamentos, Leyes y Normas:

4.1 Municipales

- Plan General de Ordenación Urbana de Mérida, aprobado definitivamente en el año 2000, y sus posteriores modificaciones.
- Ley 11/2018, de Ordenación Territorial y Urbanística Sostenible de Extremadura

4.2 Producción Eléctrica

- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 1074/2015, de 27 de noviembre, por el que se modifican distintas disposiciones en el sector eléctrico.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de Puntos de Medida de Sistema Eléctrico.
- Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 1544/2011, de 31 de octubre, por el que se establecen los peajes de acceso a las redes de transporte y distribución que deben satisfacer los productores de energía eléctrica.
- Real Decreto-ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico.

4.3 Sistema Eléctrico

- Real Decreto-ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico.
- Real Decreto-ley 2/2013, de 1 de febrero, de medidas urgentes en el sistema eléctrico y en el sector financiero.
- Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- Orden TEC/1281/2019, de 19 de diciembre, por la que se aprueban las instrucciones técnicas complementarias al Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto 997/2025, de 5 de noviembre, por el que se aprueban medidas urgentes para el refuerzo del sistema eléctrico.
- Circular 1/2024, de 27 de septiembre, 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 demanda de energía eléctrica.
- Resolución de 8 de junio de 2025, 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 firme de la demanda a las redes de distribución de electricidad.

4.4 Baterías

- IEC 62619 Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Safety requirements for secondary lithium cells and batteries, for use in industrial applications.
- National Fire Protection Association/NFPA 855 — Standard for the Installation of Energy Storage Systems.

4.5 Obra Civil

- R.D. 314/2006 por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

- Documentos Básicos del CTE aplicables.
- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.
- Orden FOM298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la Norma 5.2-IC sobre drenaje superficial (I.C.).
- EUROCODIGOS EN-1990

4.6 Instalaciones eléctricas de Baja Tensión

- Real Decreto 842/2002 por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias. REBT.
- Requisitos particulares de la compañía suministradora
- Normativa IEC aplicable
- Normativa UNE aplicable
- Normativa aplicable en cuestiones de Seguridad Industrial

4.7 Instalaciones de Alta Tensión

- Real Decreto 337/2014 Por el que se regulan las 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 por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas. ITC-LAT 01 a 09.
- Requisitos particulares de la compañía suministradora
- Recomendaciones UNESA.
- Normativa IEC aplicable
- Normativa UNE aplicable
- Normativa aplicable en cuestiones de Seguridad Industrial

5 Datos Generales de la Instalación

5.1 Peticionario y promotor

Se redacta el presente proyecto por encargo de la empresa BLOGGERS ENERGIAS RENOVABLES S.L. como promotora de las instalaciones:

- DENOMINACIÓN SOCIAL: BLOGGERS ENERGIAS RENOVABLES S.L.
- CIF: B-90397464
- DIRECCIÓN SOCIAL:
- PERSONA DE CONTACTO:

5.2 Justificación Potencia Instalada en baterías según RD 997/2025

El Artículo 5 del Real Decreto 997/2025 define la Potencia Instalada de un sistema de baterías como la menor entre: potencia activa máxima unitarias de las celdas de baterías; potencia activa máxima del inversor; y potencia activa máxima de los transformadores.

En la siguiente tabla se incluyen las potencias instaladas individuales de cada uno de los elementos que conforman la planta según las especificaciones del fabricante (Anexo 07), así como el número de cada uno de los elementos proyectados en la instalación:

	Potencia Activa Máxima (MW)	Número de Elementos
Contenedor BESS (celdas de baterías)	2,508	9
Inversor / Convertidor @40°C	0,213	54
Transformador de los centros de transformación	9,000/3,300	2

Suma de Potencias activas máximas Contenedores BESS (celdas de batería):

$$P_{CONT} = 9 \times 2,508 \text{ MW} = 22,57 \text{ MW}$$

Suma de Potencias activas máximas Inversores / Convertidores:

$$P_{INV} = 54 \times 0,213 \text{ MW} = 11,50 \text{ MW}$$

Suma de Potencias activas máximas Transformadores:

$$P_{TRAFO} = 1 \times 9,000 \text{ MW} + 1 \times 3,300 \text{ MW} = \mathbf{12,30 \text{ MW}}$$

En la siguiente tabla se agrupan las sumas activas máximas de los elementos de la instalación de baterías:

POTENCIAS INSTALADAS DE BESS MER2	
Potencia activa máxima del Contenedor BESS (MW)	22,57
Potencia activa máxima Inversor/convertidor @40°C (MW)	11,50
Potencia activa máxima del Transformador (MW) del CT	12,30
POTENCIA INSTALADA SEGÚN RD 997/2025 (MW)	11,50

Con las potencias expuestas se establece que la **potencia instalada de la nueva instalación BESS MER2 es de 11,50 MW**, siendo esta la menor entre las 3 potencias definidas en el RD 997/2025.

5.3 Descripción de la Instalación Híbrida

La planta fotovoltaica existente FV MER2 se hibrida mediante un nuevo módulo de almacenamiento con baterías llamado BESS MER2 formando una instalación híbrida denominada Hibridación MER2. Al ser una hibridación la nueva instalación aprovechara las infraestructuras de evacuación existentes, sin modificarlas, para evacuar la energía eléctrica almacenada, **nunca superando la potencia de acceso concedida a la planta fotovoltaica existente.**

A continuación, se expone las características de la instalación fotovoltaica existente FV MER2 previas a la hibridación objeto de este proyecto.

CARACTERÍSTICAS PREVIAS A LA HIBRIDACIÓN	
Instalación de generación	FV MER2
Tecnología de la instalación	Fotovoltaica
Tipo de Red a la que se conectará	Distribución
Nudo	SE Merida 15 kV
Potencia Instalada (MW)	16,50
Capacidad de Acceso (MW)	14

Con la instalación del nuevo módulo de baterías BESS MER2, se obtiene una instalación híbrida con las siguientes características:

CARACTERÍSTICAS DE LA HIBRIDACIÓN	
Instalación de generación	Hibridación MER2
Tecnología de la instalación	Híbrida (Fotovoltaica + Baterías)
Tipo de Red a la que se conectará	Distribución
Nudo	SE Merida 15 kV
Potencia Instalada (MW)	28 (16,50 + 11,50)
Capacidad de Acceso (MW)	14
Capacidad de Almacenamiento (MWh)	45,14 (4 horas)
Capacidad de Demanda (MW)	0

Se establece que la nueva Instalación Híbrida “Hibridación MER2” compuesta por un módulo fotovoltaico “FV MER2” (16,50 MW) ya existente y el nuevo módulo de Almacenamiento por baterías “BESS MER2” (11,50 MW/45,14MWh) tiene una potencia instalada de 28 MW y una Capacidad de Acceso de 14 MW.

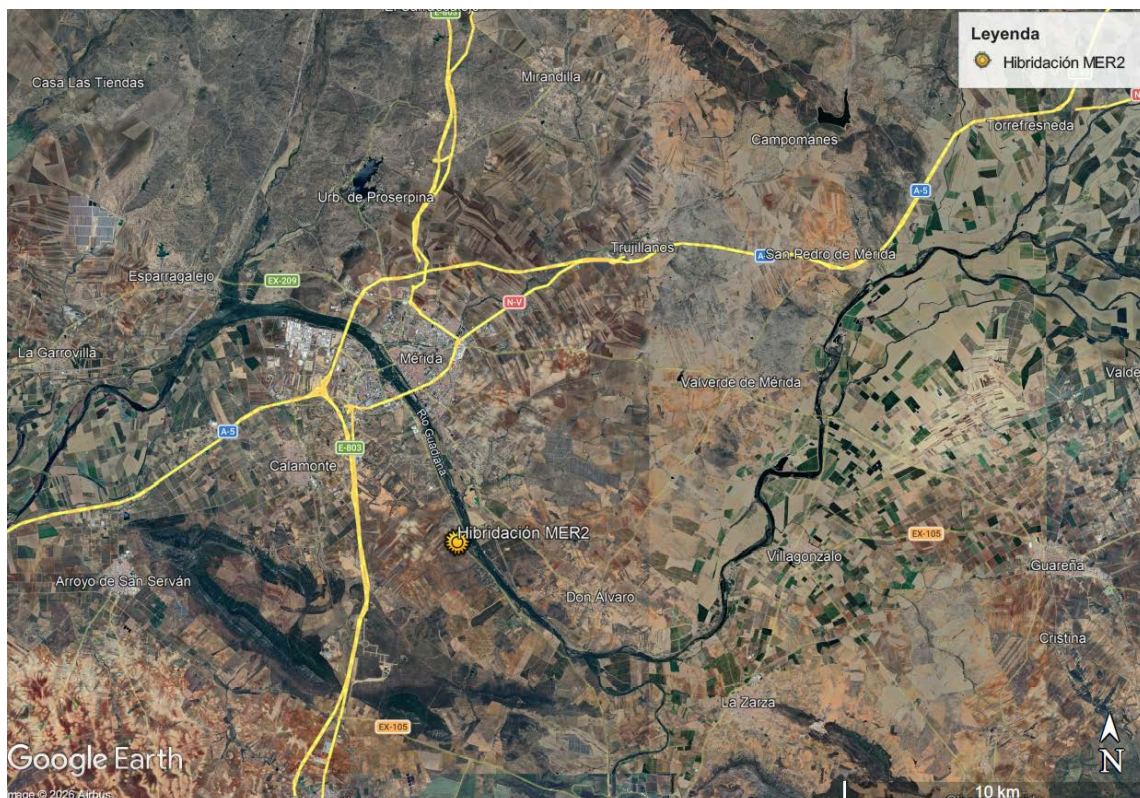
Tal como se indica la Actualización de los permisos de acceso y conexión emitido por e-distribución, con referencia 0001141623, la planta de generación híbrida MER2 tiene concedido un acceso en la Subestación Merida 15 kV.

- Potencia Instalada: Hasta 28,50 MW.
- Potencia de acceso o Inyección máxima a Red: Hasta 14 MW.

Tanto la potencia instalada como la potencia de acceso del proyecto son inferiores o iguales a las máximas marcadas por el permiso de conexión.

5.4 Localización y accesos

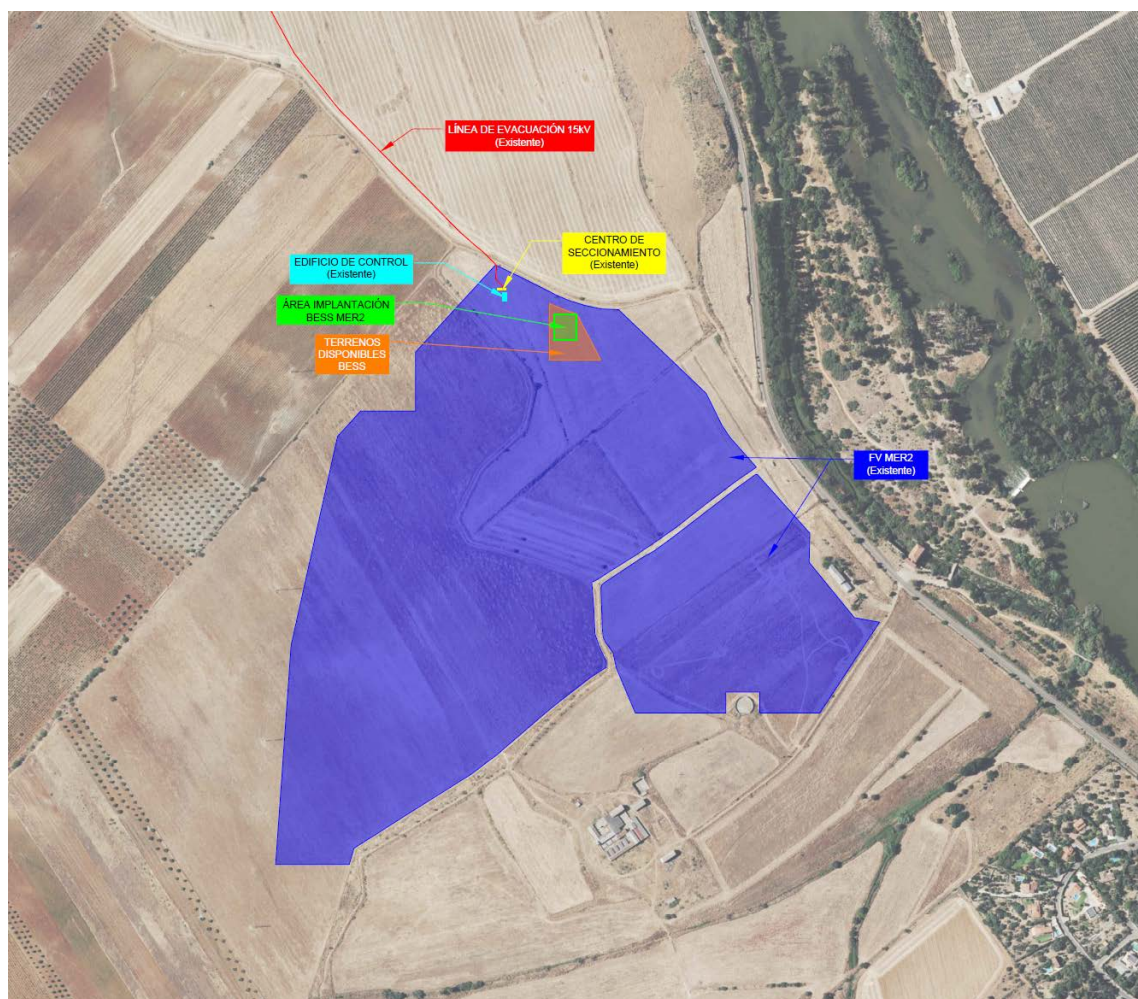
El proyecto se encuentra localizado en el municipio de Mérida, en la provincia de Badajoz, España, aproximadamente a 6 km al S de la localidad de Mérida y a 6 km al SO de la localidad de Calamonte.



Localización Hibridación MER2 (Fuente: Google Earth)

La implantación BESS MER2 se ubicará dentro de los terrenos acotados por las siguientes coordenadas UTM ETRS89 Huso 29:

COORDENADAS TERRENOS DISPONIBLES BESS MER2				
UTM Huso 29 ETRS89			Geográficas	
Punto	X	Y	Longitud	Latitud
A	731894,92	4305112,24	0° 19' 38.2121" W	38° 51' 51.4492" N
B	731894,92	4305190,35	0° 19' 38.1173" W	38° 51' 53.9805" N
C	731899,23	4305188,09	0° 19' 37.9412" W	38° 51' 53.9032" N
D	731918,54	4305180,08	0° 19' 37.1506" W	38° 51' 53.6252" N
E	731932,03	4305175,94	0° 19' 36.5967" W	38° 51' 53.4783" N
F	731965,45	4305112,24	0° 19' 35.2885" W	38° 51' 51.3822" N



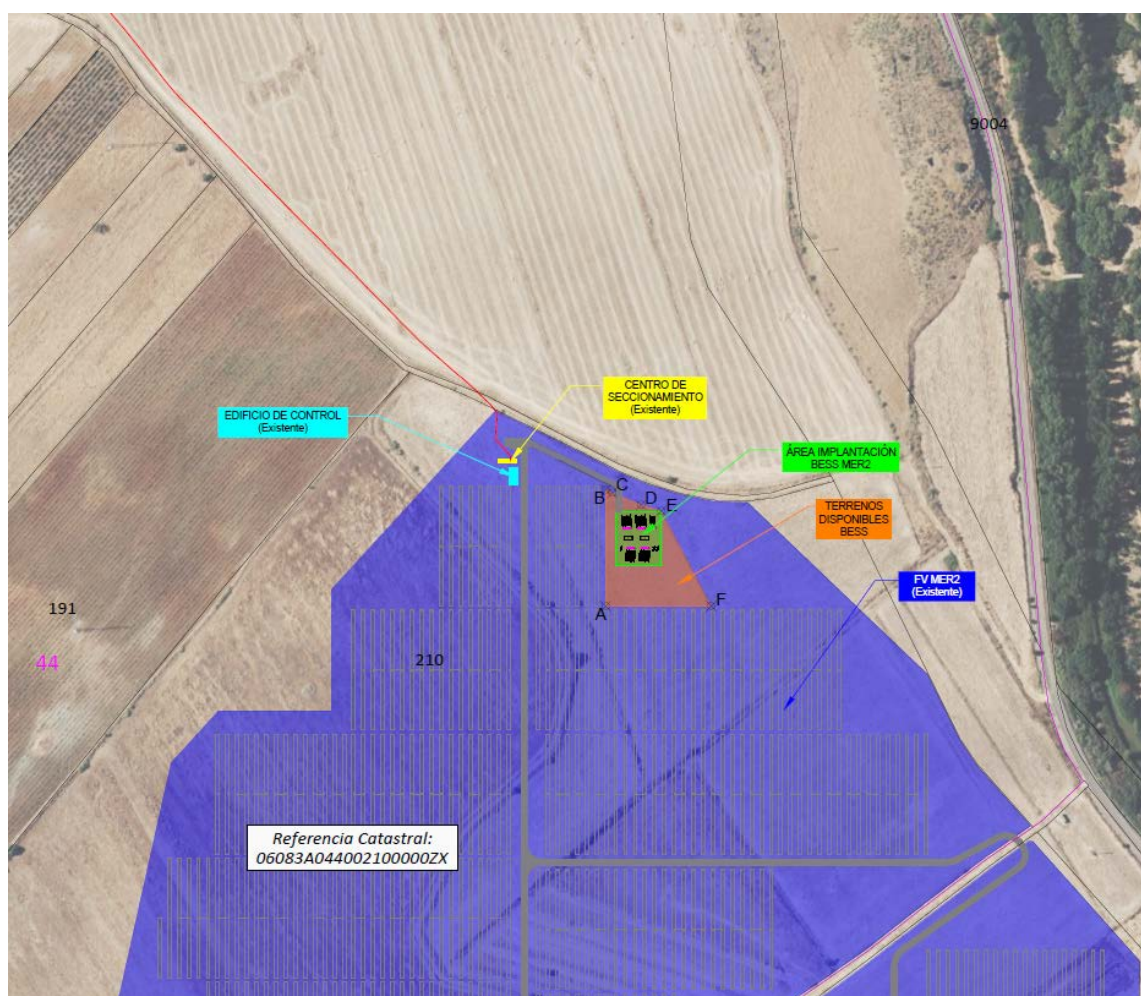
Terrenos BESS MER2

En concreto la instalación de almacenamiento BESS MER2 se ubicará dentro del vallado de la planta fotovoltaica, en los terrenos cercanos al Centro de Seccionamiento existente. **Se accederá a través del acceso existente que da servicio a la planta fotovoltaica FV MER2, utilizando los mismos caminos de acceso y sin necesidad de realizar ninguna modificación a los mismos.**

5.5 Terrenos Disponibles

Las instalaciones correspondientes a las BESS MER2 ocupan las siguientes parcelas catastrales:

ITEM	TERMINO MUNICIPAL	POLIGONO	PARCELA	REFERENCIA CATASTRAL	USO PRINCIPAL
1	Mérida	44	210	06083A044002100000ZX	Agrario



Parcelario catastral

Aunque el espacio disponible es mayor, la superficie total de ocupación de la instalación de baterías será de unos 1100 m².

5.6 Restricciones a la Implantación

La nueva instalación de baterías BESS MER2 se ubica dentro del vallado de la planta fotovoltaica FV MER2, por lo que no se detectan nuevas afecciones a considerar a las ya autorizadas.

La instalación del sistema de baterías BESS se proyecta garantizando el cumplimiento de las limitaciones establecidas durante la tramitación y autorización de la planta fotovoltaica. En este sentido el diseño, ubicación y operación del sistema de almacenamiento BESS respetará los condicionantes ambientales y administrativos recogidos en los permisos previamente obtenidos.

6 Descripción de la Instalación BESS

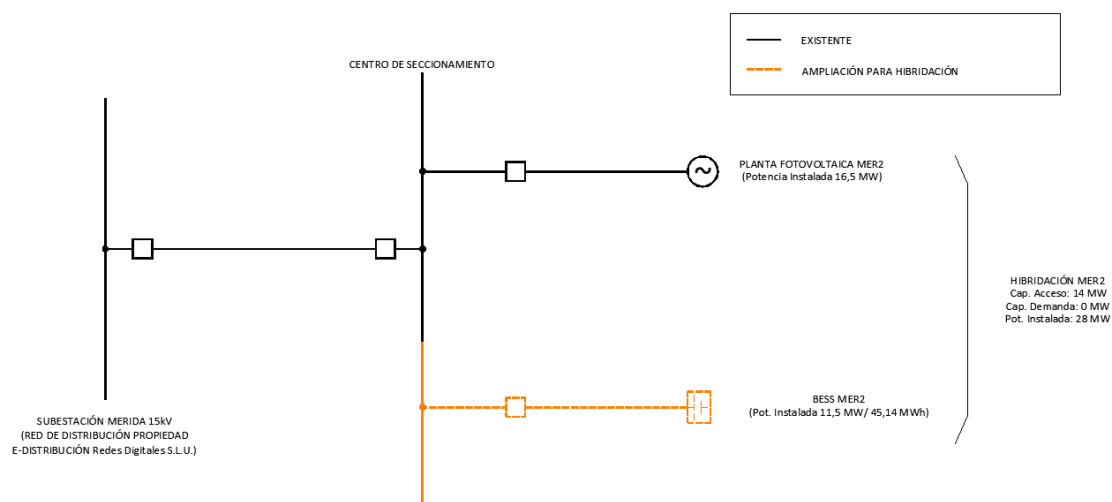
6.1 Descripción General

La instalación BESS MER2 consta de una potencia instalada de 11,5 MW y una capacidad de almacenamiento de 45,14 MWh. La instalación consistirá en 9 contenedores BESS ESS LUNA2000-5015-2S o similar, que mediante 54 convertidores (PCS) LUNA2000-213KTL-H0, o similar, y 2 Centros de Transformación, 1 JUPITER 9000K-H1 y 1 JUPITER 3000K-H1, o similar, serán capaces de almacenar y entregar energía eléctrica.

Las características principales de la instalación son las siguientes:

CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO	
Instalación de Baterías	BESS MER2
Titular	BLOGGERS ENERGIAS RENOVABLES S.L.
CIF	B-90397464
Tecnología de la instalación	Almacenamiento por Baterías de Litio (LFP)
Tipo de Red a la que se conectará	Distribución
Nudo	Mérida
Potencia Instalada (MW)	11,5
Capacidad de Almacenamiento (MWh / h)	45,14 / 4
Capacidad de Acceso (MW)	14
Capacidad de Demanda (MW)	0
Contenedores BESS	9 x HUAWEI ESS LUNA2000-5015-2S (5,015 MWh)
Convertidores (PCS)	54 x HUAWEI LUNA2000-213KTL-H0 (213 kVA @40 °C)
Centros de Transformación (STS)	1 x HUAWEI JUPITER-9000K-H1 1 x HUAWEI JUPITER-3000K-H1
Tensión Sistema MT	15 kV
Provincia	Badajoz
Términos Municipales	Mérida

Se proyecta la ampliación del Centro de Seccionamiento existente y que actualmente da servicio a la planta fotovoltaica FV MER2 mediante una nueva Celda MT que permita la conexión del circuito MT de la instalación BESS MER2. De esta forma, la instalación híbrida evacúa conjuntamente en la SE Merida 15 kV (e-distribucion) mediante las infraestructuras ya existente y tramitada.



Esquema simplificado de las instalaciones

Se garantiza que la instalación Híbrida nunca superará la capacidad de acceso otorgada en la Solicitud de Acceso y Conexión. Este sistema híbrido permitirá desvincular la entrega de energía renovable a la red de la incertidumbre meteorológica, mejorando a la vez la estabilidad del sistema eléctrico.

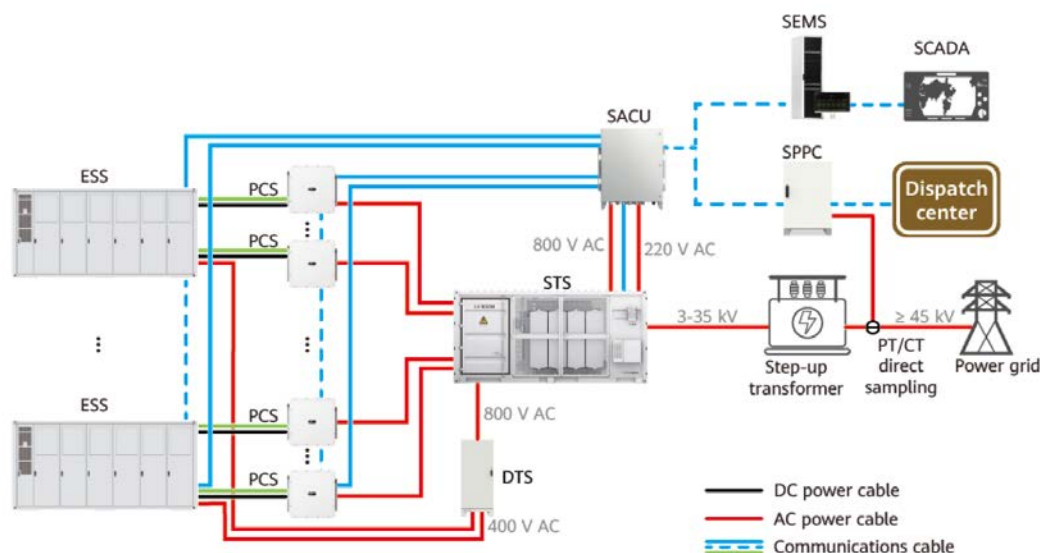
6.2 Configuración del BESS

El sistema de Baterías se compone de un conjunto de elementos (llamados Racks), instalados en contenedores (ESS). Cada contenedor de baterías está asociado a una serie de convertidores (PCS) que convertirán de DC/AC y estarán conectados al transformador BT/MT del centro de transformación (STS).

Se proyecta un (1) circuito MT en 15 kV para evacuar la energía del Sistema de Baterías BESS MER2 hasta la nueva celda MT a instalar en el Centro de Seccionamiento existente de la planta fotovoltaica MER2.

Las infraestructuras serán de tipo "contenerizada" de forma que todos los equipos que conforman cada módulo de baterías se alojan en contenedores de dimensiones estandarizadas, equipados con todos los sistemas de protección y acondicionamiento reglamentarios.

A continuación, se muestra, de forma general, el esquema de funcionamiento del sistema BESS.



Esquema general/control de un módulo de almacenamiento

El sistema completo de almacenamiento de energía está formado por los siguientes equipos principales:

- Nueve (9) contenedores de batería (EES) de 5,015 MWh cada uno.
- Cincuenta y cuatro (54) convertidores (PCS) de 213 kVA cada uno.
- Dos (2) centros de Transformación:
 - o 1 con transformador de 9000 kVA (STS).
 - o 1 con transformador de 3300 kVA (STS).
- Equipos de maniobra y protección.
- Servicios Auxiliares: incluso tres transformadores auxiliares (DTS) de 210 kVA cada uno.
- Sistema de Control y comunicaciones.

6.3 Equipos Principales

6.3.1 Contenedor de Baterías

Las Baterías que componen la instalación serán de tecnología de Litio-ferrofosfato (LFP) y se agruparán en serie y paralelo hasta formar un rack de baterías. Los racks se almacenarán en el interior de contenedores, en concreto cada contenedor agrupa a un

total de 6 racks de baterías. Dicho contenedor dispondrá de todas las medidas de seguridad necesarias, cumpliendo con la norma IEC 62619, para el óptimo funcionamiento de las mismas.

Para el sistema BESS MER2 se ha optado por la instalación de contenedores de Baterías LUNA2000-5015-2S. Estos contenedores están formados por baterías de iones de LFP (litio-ferrostatato), conectadas en serie para lograr el voltaje necesario. Estas baterías se alojarán en el interior de un contenedor el cual dispondrá de todas las medidas de seguridad necesarias, cumpliendo con la norma IEC 62619, para el óptimo funcionamiento de las mismas.

El contenedor que se utilizará en la instalación será el contenedor LUNA2000-5015-2S del fabricante Huawei, o similar.

Las celdas de baterías de 3,2 V se conectan en serie para conformar un paquete de baterías.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES PAQUETE DE BATERIAS	
Material de la Celda	LFP
Número de Celdas	104
Capacidad Nominal	314 Ah / 104,49 kWh
Grado de Protección	IP65
Dimensiones (mm)	785 x 249 x 2135

Para formar un rack es necesario conectar 2 grupos en paralelo de 4 paquetes de baterías en serie, alcanzando una tensión nominal de 1.331,2 Vdc

Para obtener una capacidad total de 5,015 MWh, se disponen 6 racks conectados en paralelo. Las características del equipo se muestran a continuación:

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES LUNA2000-5015-2S	
Tensión Nominal DC (V)	1.331,2
Tensión Máxima DC (V)	1.500
Capacidad de Almacenamiento (kWh)	5.015
Potencia máxima (kW)	2.507,5
Temperatura de Operación	-30°C – 55°C
Grado de Protección	IP55
Dimensiones (mm)	6.058 x 2.896 x 2.438



Contenedor de Baterías LUNA2000-5015-2S

6.3.2 Convertidor PCS

A cada contenedor se le asociará un convertidor por rack, por lo que por cada contenedor existirán 6 convertidores (PCS) que serán los encargados de convertir la corriente continua en corriente alterna cuando las baterías estén en proceso de descarga o la corriente alterna en corriente continua cuando las baterías se encuentren en procesos de carga.

Para este proyecto se utilizará el modelo **LUNA2000-213KTL-H0** del fabricante Huawei, o similar.

Para la conversión DC/AC, su funcionamiento consiste en realizar conmutaciones controladas de componentes semiconductores para conseguir una forma de onda cuadrada de ancho variable adaptada a la forma de señal que deseemos a la salida. Esta

señal se filtrará para eliminar las componentes armónicas de frecuencia superiores a la red.

Además, el convertidor-rectificador permitirá la conversión AC/DC, que se encargará de, en una primera etapa, adaptar el voltaje con un rectificador de onda para que circule la carga en el mismo sentido en los dos semiciclos del voltaje AC entrante. Seguidamente, se utilizará un filtro para eliminar el rizado y obtener un voltaje DC constante.

Las características del equipo se muestran a continuación:

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL CONVERTIDOR LUNA2000-213KTL-H0	
Valores de Entrada (DC)	
Rango de tensiones de operación (V)	800 – 1500
Tensión máxima (V)	1500
Corriente máxima (A)	218,5
Valores de Salida (AC)	
Potencia Nominal @ 40°C (kVA)	213 kVA
Tensión Nominal (V)	800
Corriente Máxima (A)	170,6
General	
Dimensiones (mm)	875 x 865 x 365
Temperatura de Operación	-25°C – 60°C
Grado de Protección	IP66



Convertidor PCS LUNA2000-213KTL-H0

6.3.3 Centro de Transformación

Los Centros de Transformación considerados para el proyecto BESS será modelo **Huawei**, o similar, que cumpla con toda la reglamentación española e internacional.

Los Centros de transformación agruparán los siguientes equipos principales:

- 1 Transformador de Potencia de:
 - o 9000 kVA de 0,8/15 kV.
 - o 3300 kVA de 0,8/15 kV.
- Celdas de Media Tensión
- Cuadros de agrupación de baja tensión
- Cuadro Auxiliar de BT
- UPS Local
- Cuadro de Monitorización
- Transformador de servicios auxiliares (instalado junto al CT)

Existirán un total de:

- 1 Centro de Transformación JUPITER-9000K-H1 Tipo A con transformador de 9.000 kVA, que agrupa:
 - o 7 contenedores y 42 convertidores.
- 1 Centro de Transformación JUPITER-3300K-H1 Tipo B con transformador de 3.300 kVA, que agrupa:
 - o 2 contenedores y 12 convertidores.



Centro de Transformación JUPITER-9000K-H1/JUPITER-3000K-H1

Las características principales son:

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL CT JUPITER-9000K-H1	
Entrada	
Máximo de Entradas AC BT	60
Tensión Nominal (V)	800
General	
Dimensiones (mm)	6.058 x 2.896 x 2.438
Temperatura de Operación	-25°C – 60°C
Grado de Protección	IP54

El fabricante del centro de transformación, Huawei o similar, deberá acreditar el cumplimiento de las normativas vigentes en cuanto a Campos Magnéticos, ruidos y sistemas de extinción de incendio en los Centros de Transformación y en los Contenedores BESS. En el Anexo de Cálculo se justifica el Centro de Transformación en cuanto al Enclavamiento Mecánico para el acceso al transformador y Campos Magnéticos.

Así mismo, el fabricante del Centro de Transformación deberá acreditar la existencia de un interruptor general de corte omnipolar a la salida del inversor. Si no fuera así, deberá instalarse dicho elemento para cumplir con lo descrito en la norma.

A continuación, se describen con más detalle los componentes principales de los centros de transformación.

6.3.3.1 Transformador de potencia

El transformador de potencia es el equipo encargado de adaptar la energía eléctrica de salida de los equipos convertidores a los niveles de tensión de la red de media tensión a la que se conecta la infraestructura cuando las baterías estén en proceso de descarga, o adaptar la energía eléctrica de nivel de MT a un nivel de tensión que se encuentre dentro del rango de trabajo de los convertidores cuando las baterías se encuentren en proceso de carga.

El transformador será de tipo trifásico de tres devanados para 9.000 kVA y de dos devanados para 3.300 kVA. Los devanados de baja tensión tendrán una configuración en estrella; mientras que el arrollamiento de media tensión se conectará en delta.

Los transformadores a emplear en esta instalación se tendrán las siguientes características:

- Potencia Nominal: 9.000/3.300 kVA @40°C ONAN
- Aislamiento: Encapsulado en Aceite
- Grupo de Conexión: Dy11y11 para el de 9.000 kVA y Dy11 para el de 3.300 kVA
- Impedancia: 11,5 % $\pm$ 10,0% para el de 9.000 kVA y 7,8% $\pm$ 10,0% para el de 3.300 kVA
- Tensión de primario: 3x15.000V
- Tensión del secundario: 3x800V

6.3.3.2 Celdas de Media Tensión

Las celdas de Media Tensión empleadas que componen los centros de transformación del proyecto serán del tipo compacta con corte **mediante gas de origen natural** (Libre de SF₆), formadas por un conjunto de dos (2) celdas de línea, una de entrada y otra de salida, y una (1) celdas de protección con interruptor automático para el transformador.



Celda MT

La aparamenta de MT será de tipo compacta de hasta 24kV, con las siguientes características:

- Tensión asignada: 24 kV
- Frecuencia asignada: 50 Hz
- Corriente nominal barras: 630 A
- Tensión de impulso tipo rayo: 125 kV
- Tensión ensayo a frecuencia industrial: 50 kV
- Corriente admisible corta duración 3seg: 20 kA
- Corriente admisible valor de cresta: 50 kA

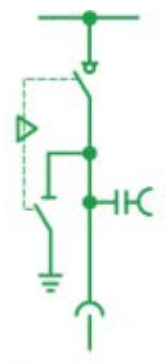
Los diferentes compartimentos que conforman las celdas de media tensión se describen a continuación:

Llegada de línea: La unidad de llegada de línea proporciona busbars verticales para unir directamente el cable entrante con las barras colectoras ubicadas en la parte superior.



Unidad de Llegada de línea

Salida de línea: La unidad de salida de línea está compuesta por un interruptor-seccionador y un seccionador de puesta a tierra. El interruptor-seccionador está compuesto por tres polos montados en una estructura de acero y conectados a un eje común, que está conectado a la unidad de control.



Unidad de Llegada de línea

Protección de Transformador: La unidad de protección del transformador está compuesta por un interruptor automático en vacío conectado en serie con un seccionador de tres posiciones, que permite el corte y la puesta a tierra de la línea. El interruptor está compuesto por tres polos montados en una estructura de acero y conectados a un eje común, que está conectado a la unidad de control.



Unidad de protección del transformador

Por lo tanto, en función de la situación en la que se encuentre el centro de transformación, estará compuesto por:

- Centro de Transformación en un extremo: Estará formada por 1 unidad de salida de línea + 1 unidad de protección de transformador.
- Centro de Transformación intermedio: estará formado por 1 posición de entrada de línea + 1 posición de salida de línea + 1 (o 2) unidad de protección de transformador.

6.3.4 Transformador de Servicios Auxiliares

Para garantizar los servicios auxiliares de los contenedores de baterías se utilizan transformadores auxiliares distribuidos, cada uno de ellos asociados a centros de transformación.

Se proponen utilizar los transformadores auxiliares del fabricante Huawei, DTS-200K-D0, que repartidos a lo largo de la planta cada uno de ellos dará servicio a un máximo de 4 contenedores de baterías.

Los principales servicios auxiliares que se alimentarán desde estos transformadores serán el sistema de climatización para mantener la temperatura óptima de las celdas de baterías, sistemas de alimentación de control, gestión de baterías, protección contra incendios y ventilación.



Transformador de Distribución DTS-200K-D0

Las características del equipo se muestran a continuación:

CARACTERISTICAS PRINCIPALES DTS-200K-D0	
Potencia AC	210 kVA @ 400 Vac
Tensión Nominal de Entrada (V)	800
Corriente máxima de entrada (A)	151,6
Tensión Nominal de Salida (V)	400 (3P)
Aislamiento	Seco
Refrigeración	AF
Taps	$\pm 2 \times 2,5\%$
Grupo de Conexión	Dyn11yn11
Temperatura de Operación	-30°C – 55°C
Grado de Protección	IP55
Dimensiones (mm)	900 x 2.100 x 1.200

6.3.5 Protecciones

Los elementos de protección indicados en este apartado son los mínimos recomendados, las protecciones definidas finalmente por los fabricantes deberán asegurar el funcionamiento seguro y confiable de los equipos, cumpliendo con toda la normativa de aplicación.

6.3.5.1 Protecciones en Media Tensión

En las celdas de los Centros de Transformación se instalarán elementos de protección frente a sobretensiones y cortocircuitos. En concreto, la celda de protección del transformador dispondrá de un interruptor automático con funciones de sobreintensidad.

Adicionalmente en el Centro de Seccionamiento existente, en concreto en la celda de evacuación hacia la subestación de e-distribución, existe actualmente un interruptor automático que protege a la instalación fotovoltaica frente a sobreintensidad, así como a mínima y máxima tensión y máxima y mínimo frecuencia, existiendo además un sistema de teledisparo. Puesto que la instalación BESS MER2 evacuará a través de este Centro de Seccionamiento, estos elementos protegerán conjuntamente a la instalación fotovoltaica existente y a la nueva instalación de baterías.

6.3.5.2 Elementos principales de control y protección eléctrica a nivel de rack

Los contenedores de baterías están formados por conjuntos de Racks en paralelos, cada uno de ellos tendrán al menos los siguientes elementos de protección y control:

- Protección contra sobrecarga: El sistema de gestión de Baterías (BMS) actúa sobre el contactor de desconexión del rack. En caso de sobrecarga el BMS de cada rack actúa también sobre la consigna de intensidad de carga-descarga del convertidor, convertidor.
- Protección contra cortocircuito dentro del rack.
- Protección contra cortocircuito interno de celda: Este evento puede dar lugar a una reacción exotérmica que daría lugar al venteo de la celda. En caso de producirse este evento sería detectado inmediatamente por el BMS de cada rack, que monitoriza la tensión de cada celda y la temperatura de cada módulo (cada módulo está equipado con una unidad electrónica que actúa como interfaz analógica con las celdas y de comunicación digital con el propio BMS). En caso de detección de subtensión en cualquiera de las celdas se produce la desconexión inmediata del rack.

- Protección de mínima tensión: La tensión de cada celda no debe bajar en ningún caso por debajo de una tensión umbral. Por debajo de este nivel de tensión las celdas sufren un deterioro irreparable. La tensión es vigilada por el equipamiento electrónico a nivel de módulo, que lo reporta al BMS.
- Protección de sobretensión: A partir de un nivel de tensión de celda determinado, debe evitarse continuar con la carga. El BMS (unidad de rack) toma las acciones pertinentes antes de llegar al valor límite, tales como la activación circuito de balance de voltaje, dar orden al convertidor para limitar intensidad de carga o finalmente la desconexión del rack.

6.3.5.3 Elementos principales de protección eléctrica a nivel de Contenedor BESS

Los elementos mínimos de protección que deben de existir en cada contenedor de baterías son:

- Protección contra cortocircuito del circuito DC BES a convertidor: los fusibles de cada uno de los ramales y capacidad de corte especialmente dimensionada las condiciones de funcionamiento particulares. Estos fusibles protegen también la etapa DC del convertidor.
- Seccionador de corte en carga a la salida del rack.

6.3.5.4 Elementos de protección en el CT

- Interruptor automático a la entrada AC BT de cada convertidor PCS.
- Interruptor automático a la entrada del transformador de MT.
- Protección por equipo propios del transformador (sobre corriente, incremento de presión, protección térmica).

6.4 Instalaciones del Sistema BESS

6.4.1 Criterios de diseño de la Instalación BT

Existirá una parte de la instalación de Baja Tensión que será en corriente continua y otra que será en corriente alterna:

- Instalación corriente continua: Desde los Rack ubicados en el contenedor BES hasta las entradas CC del Convertidor.
- Instalación corriente alterna: Desde la salida de los convertidores hasta las entradas AC del Centro de Transformación y los Servicios Auxiliares.

El diseño de la instalación de baja tensión se realizará basándose en los siguientes criterios básicos:

- Tensiones de operación 1.500 Vcc y 0,6/1 kVac
- Máxima caída de tensión Rack-Convertidor (PCS) <0,5%.
- Máxima caída de tensión Convertidor (PCS)-CT <0,5%.
- Para dimensionar conductores por corriente admisible, las intensidades de cálculo se maximizarán un 25%.
- Para el dimensionamiento de los conductores se supondrá que la temperatura del terreno es de 25°C y la resistividad del terreno 2 K·m/W.
- Tipo de Instalación:
 - o Circuito Rack a Convertidor: irán directamente enterrados en zanja salvo en los cruces con caminos o paso de vehículos que irán bajo tubo.
 - o Circuito de Convertidor a CT: irán directamente enterrados en zanja salvo en los cruces con caminos o paso de vehículos que irán bajo tubo.

6.4.2 Descripción de Instalaciones en Baja Tensión en CC

Se define como instalación en Corriente Continua en Baja Tensión CC a todo el sistema que conecta desde los contenedores de Baterías hasta la entrada de los equipos convertidores.

El sistema tendrá una tensión nominal de 1.500 Vcc.

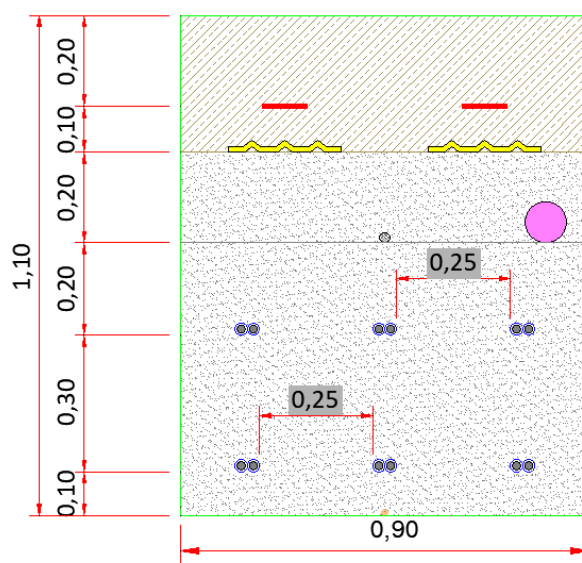
El conductor empleado será el siguiente:

- | | |
|-----------------|-------------------------------|
| - Denominación: | RZ1-K |
| - Conductor: | Aluminio semirrígido, clase 2 |
| - Sección: | 240 mm ² |

- Aislamiento: Polietileno reticulado (XLPE)
- Cubierta exterior: Policloruro de vinilo acrílico (PVC Flexible)
- Voltaje: 0,6/1 kV 1,8 kV DC

La conexión desde los Rack del contenedor BESS hasta el convertidor se realizará mediante conductor directamente enterrado en zanja, salvo en cruces con caminos. Los conductores se instalarán una profundidad máxima de 1 metro y mantendrán una separación de 0,25 m entre cada circuito.

Se aprovechará la canalización de Baja Tensión CC para además de los conductores, se tenderán los circuitos de comunicación y el conductor de puesta a tierra. A continuación, se muestra un ejemplo de zanja tipo:



Sección de zanja tipo BT DC

6.4.3 Descripción de Instalaciones en Baja Tensión AC

Se define como instalación en Corriente Alterna en Baja Tensión AC como todo el sistema que conecta desde los convertidores hasta la entrada de las bornas de BT del transformador de potencia.

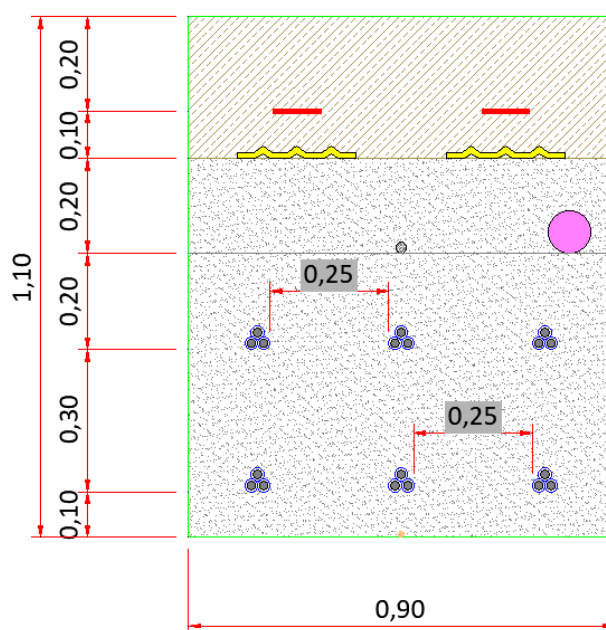
Este sistema será trifásico de tensión nominal 800 V y 50 Hz.

El conductor empleado será el siguiente:

- Denominación: RV-K
- Sección: 240 mm²
- Conductor: Aluminio semirrígido clase 2
- Aislamiento: Polietileno reticulado (XLPE)
- Cubierta exterior: Policloruro de vinilo (PVC)
- Intensidad máxima (Según UNE-HD 60364-5-52):
 - o 240 mm²: 290 A
- Radio de curvatura min. x5 diámetro cable
- Tensión: 1.500V

La conexión desde los convertidores hasta el Centro de Transformación correspondiente se realizará mediante conductor enterrado directamente en zanja, salvo en los cruzamientos. Los conductores se instalarán una profundidad máxima de 1 metro y mantendrán una separación de 0,25 m entre cada circuito.

Se aprovechará la canalización de Baja Tensión AC para además de los conductores, se tenderán los circuitos de comunicación y el conductor de puesta a tierra, si fuese necesario. A continuación, se muestra un ejemplo de zanja tipo:



Zanja ejemplo para instalación de BT AC

6.4.4 Descripción de la Instalación para SSAA en AC

Se define la instalación para SSAA en AC como todo sistema que conecte el Centro de Transformación con el Transformador de Servicios Auxiliares (DTS) y este con los diferentes contenedores de baterías y sus cuadros de SSAA. A continuación, definiremos el conductor empleado en ambos tramos.

6.4.4.1 Tramo SSAA Centro de Transformación - DTS

Para el tramo entre el Centro de Transformación y el DTS el sistema será trifásico de tensión nominal 800 V y 50 Hz.

El conductor empleado será el siguiente:

- Denominación: RV-K
- Sección: 150 mm²
- Conductor: Aluminio semirrígido clase 2
- Aislamiento: Polietileno reticulado (XLPE)
- Cubierta exterior: Policloruro de vinilo (PVC)
- Intensidad máxima (Según UNE-HD 60364-5-52):
 - o 150 mm²: 220 A
- Radio de curvatura min. x5 diámetro cable
- Tensión: 1.500V

La conexión desde el Centro de Transformación hasta el DTS correspondiente se realizará mediante conductor directamente enterrado en zanja, salvo en cruces con caminos. Los conductores se instalarán una profundidad máxima de 0,75 metro y mantendrán una separación de 0,125 m entre cada circuito.

6.4.4.2 Tramo SSAA DTS – Contenedor Baterías ESS

Para el tramo entre el DTS y los contenedores de baterías el sistema tendrá una tensión nominal de 400 V.

El conductor empleado será el siguiente:

- Denominación: RV-K
- Sección: 50 mm²
- Conductor: Cobre clase 5
- Aislamiento: Polietileno reticulado (XLPE)
- Cubierta exterior: Policloruro de vinilo (PVC)
- Intensidad máxima (Según UNE-HD 60364-5-52):
 - o 150 mm²: 135 A
- Radio de curvatura min. x5 diámetro cable
- Tensión: 1.500V

La conexión desde el DTS hasta el correspondiente cuadro de SSAA del contenedor se realizará conductores bajo tubo.

El resto de instalaciones de Servicios Auxiliares en el interior del CT y de los contenedores de baterías vendrán preinstaladas por el fabricante de los equipos, cumpliendo toda la normativa nacional e internacional asociada a los mismos.

6.4.5 Criterios de diseño de la Instalación de Media Tensión

La instalación de MT es la encargada de la interconexión de los Centros de Transformación de la instalación de baterías entre sí y la conexión de éstos con la nueva celda a instalar en el Centro de Seccionamiento existente.

Se emplearán Centros de Transformación para adecuar el nivel de tensión de evacuación del Sistema BESS a 15 kV.

El diseño de la instalación de media tensión se realizará basándose en los siguientes criterios básicos:

- Tensiones de operación 15 kV.
- Tensión máxima del sistema: 17,5 kV.
- Tensión de aislamiento del cableado: 12/20 kV.

- Máxima caída de tensión acumulada entre los Centros de Transformación y el Centro de Seccionamiento <1% a potencia nominal.
- La intensidad máxima que circula por cada tramo del sistema de Media Tensión será menor al 90% de la intensidad de admisible del conductor actualizada para el tipo de instalación.
- Para el dimensionamiento de los conductores se supondrá que la temperatura del terreno es de 25 °C y la resistividad del terreno 2 K·m/W.
- La máxima duración de defecto considerada será de 1 segundo, tiempo antes del cual deberán entrar en funcionamiento las protecciones.
- Tipo de Instalación:
 - o Como norma general los circuitos se tenderán en tresbolillo, directamente enterrados. Cuando se instalen más de un circuito en la misma zanja se respetará un total de 40 cm entre circuitos.
 - o Bajo caminos los circuitos irán enterrados bajo tubo y embebidos en un prisma de hormigón. Cuando se instalen más de un circuito en la misma zanja se respetará un total de 40 cm entre circuitos.

6.4.6 Descripción de la Instalación de Media Tensión

En la planta habrá dos tipos de Centro de Transformación los cuales se definen a continuación:

- CT Tipo A:
 - o Potencia del Transformador: 9.000 kVA
 - o Convertidores (PCS) Asociados: 42 (236,4 kVA @30 °C)
 - o Potencia de convertidores: 9,93 MVA
- CT Tipo B:
 - o Potencia del Transformador: 3.300 kVA
 - o Convertidores (PCS) Asociados: 12 (236,4 kVA @30 °C)
 - o Potencia de convertidores: 2,84 MVA

Existirá un único circuito de Media Tensión, que conectará el Centro de transformación con el Centro de Seccionamiento existente:

- Circuito MT BESS 1

- o Secuencia de Interconexión: CT-1.1-C1 / CT-1.2-C1 / Centro de Seccionamiento
- o Potencia máxima: 12,77 MVA/11,50 MW
- o Conductor: RH5Z-1 3x2x400mm² y RH5Z-1 3x1x630 mm²
- o Longitud:
 - Interconexión CT-1.1-C1 / CT-1.2-C1: 13 m
 - Interconexión CT-1.2-C1 / Centro de Seccionamiento: 126 m

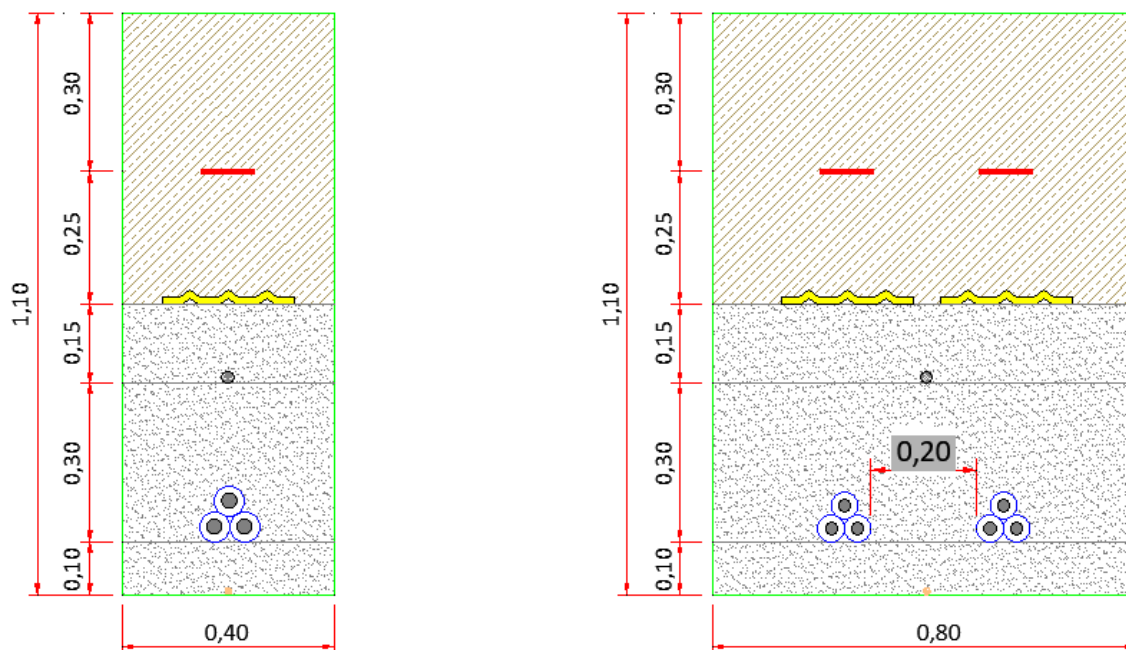
Los conductores de media tensión a utilizar tienen las siguientes características:

Tensión asignada:	12/20kV
N.º Fases:	3
Material Conductor:	Aluminio Clase 2
Envoltante del conductor:	Poliolefina termoplástica
Aislamiento:	XLPE
Pantalla:	Radial con cinta de aluminio
Denominación:	RH5Z1
Sección:	400 mm ²
• Intensidad (Según ITC LAT-06):	445 A
• Resistencia esperada:	0,10 Ohm/km
• Peso aproximado:	2.500 kg/km
Sección:	630 mm ²
• Intensidad (Según ITC LAT-06):	575 A
• Resistencia esperada:	0,063 Ohm/km
• Peso aproximado:	3.300 kg/km

6.4.7 Características de la Instalación de MT

La instalación se ejecutará subterránea, a una profundidad de 1 metro de la superficie del suelo. En función del paso de la zanja se instalarán los circuitos directamente enterrados o bajo tubo. El trazado será rectilíneo, con referencias de paralelismo y perpendicularidad a los elementos constructivos que define la topología de la planta de baterías.

Se aprovechará la canalización de MT para además de los conductores, se tenderán los circuitos de comunicación y el conductor de protección.



Sección de zanja tipo MT

6.4.8 Red de Tierras

Se instalarán una red de tierras enterrada para proteger las instalaciones. El diseño de ésta debe considerar que el sistema tenga las características apropiadas para despejar las corrientes de faltas esperadas, de forma que se obtengan niveles seguros de potencial de paso y contacto. Esta red de tierras se conectará con la existente en la subestación, formando un electrodo equipotencial con ésta.

Se cumplirán las disposiciones recogidas en la ITC-RAT-13.

6.4.8.1 Características del Sistema

Tal y como viene recogido en la ITC-RAT-13, se pondrán a tierra las partes metálicas de una instalación que no estén en tensión normalmente pero que puedan estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas, etc. Según marca la norma ITC-BT 18, todas las instalaciones se conectarán a una única red de tierra.

La puesta a tierra de los Contenedores y de los Centros de Transformación estará formada por un anillo de conductor de cobre desnudo de $1 \times 50 \text{ mm}^2$ y por picas de 16 mm de diámetro y 2 metros de longitud. Se aprovecha la apertura de las canalizaciones subterránea para tender el anillo de cobre desnudo de $1 \times 50 \text{ mm}^2$ donde se conectarán todas las picas de tierra y que se tenderá perimetral al contenedor o CT. Dicho electrodo perimetral se ejecutará así a una profundidad aproximada de 0,8 m. Estas puestas a tierra de los elementos estarán unidas a la puesta a tierra general de la planta, tendida sobre las zanjas eléctricas de la planta y formada también por cable de cobre desnudo de 50 mm^2 , formando así la tierra general de la instalación.

El cable desnudo se tenderá tanto sobre las zanjas de baja como de media tensión.

Toda la conexión de la red subterránea se realizará mediante soldadura aluminotermia (tipo Cadwell).

Se propone la utilización de una capa de 10 cm de espesor de grava superficial para los perímetros de las cimentaciones, tanto de centros de transformación como contenedores BESS, mejorando las tensiones de paso y contacto.

En etapas previas a la construcción, cuando se disponga de las medidas de resistividad eléctricas del terreno, deberá realizarse un diseño detallado incluyendo zanjas exclusivas para cable de tierra si fuera necesario.

6.5 Obra Civil del Sistema BESS

6.5.1 Accesos

Para el acceso a las áreas de baterías se utilizarán nuevos tramos que conecten la zona de BESS con la red de caminos internos de la planta fotovoltaica.

La sección de este nuevo camino estará conformada por 20 cm de zahorra artificial sobre 20 cm de subbase apoyados sobre el terreno natural, previo saneamiento y cajado del terreno vegetal. La anchura de la vía será de 4 metros.

6.5.2 Movimientos de Tierras y Adecuación del Terreno

Se realizará un desbroce de toda el área de implantación de la zona de baterías en un espesor variable eliminando la capa de tierra vegetal existente.

Se adecuará y nivelará el terreno ocupado por la zona de almacenamiento de baterías. Los rellenos cumplirán con los criterios mínimos marcados en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (P.G.3) conformados por una coronación de 40 cm de espesor ejecutada en 2 capas de 20 cm de suelos clasificados como adecuados compactados al 100 % del P.M. y una última capa de zahorra artificial de 20 cm de espesor compactada al 100% del P.M.

La sección de plataforma sirve como rodadura para vehículos dentro de la misma, no habiendo necesidad de definir trazado interno de caminos.

6.5.3 Drenajes

La red exterior de drenaje consistirá en una cuneta revestida perimetral en cabeza y pie de los taludes de la zona de baterías que conducirá las aguas hacia un punto de desagüe natural o con el sistema de drenaje existente de la planta fotovoltaica.

Para facilitar la recogida de aguas del drenaje interior se dispondrá un tubo colector o soluciones similares que canalicen las aguas hacia el exterior dándoles salida por el punto bajo desagüe natural de la zona de baterías.

6.5.4 Zanjas

Las instalaciones de baja tensión en corriente continua (DC) entre las baterías y los convertidores irán instaladas en zanja directamente enterradas o bajo tubo cuando existan cruzamientos.

La instalación de baja tensión en corriente alterna (AC) entre convertidores y los centros de transformación irán directamente enterradas, salvo en cruzamientos que irán bajo tubo.

Los circuitos de media tensión se canalizarán directamente enterrados en zanja y entubados cuando existan cruzamientos.

6.5.4.1 Baja Tensión

Las dimensiones de las zanjas de Baja Tensión tendrán una profundidad máxima de 1,10 m de profundidad y de 0,40 a 0,90 m anchura.

Además de los circuitos, en dichas zanjas se instalará los cables de datos y la red de puesta a tierra.

Disponen de cama de arena de 10 cm de espesor y relleno con la misma arena hasta superar con holgura la generatriz superior del tubo para comunicaciones, punto en donde se localizarán las cintas de señalización. Desde este punto hasta el terreno natural, relleno con el material procedente de la propia excavación y, si fuera necesario coronada por la capa superficial de grava.

6.5.4.2 Media Tensión

La zanja de Media Tensión tiene una anchura de 0,40 a 0,80 m. La profundidad total de la zanja es de 1,10 m.

En todas las zanjas se instalará la red de comunicaciones y el conductor de puesta a tierra.

Los circuitos irán tendidos sobre una cama de arena de 10 cm de espesor y relleno con la misma arena hasta superar con holgura la generatriz superior del cable de comunicaciones, punto en el que se coloca una protección de PVC para los circuitos. El resto de la zanja se rellenará con material procedente de la propia excavación.

Cuando la zanja discurra bajo caminos los cables se alojarán dentro de tubos corrugados de doble pared de polietileno de alta densidad (PEAD) embebidos en un prisma de hormigón. Sobre este prisma se colocarán las placas plásticas de señalización y las capas de terraplén, subbase o base correspondiente de la sección tipo del camino

6.5.5 Arquetas

Las arquetas serán del tipo hormigón prefabricado o modular de polipropileno con marco y tapa metálica de 400 kg/cm² según UNE-EN-124.

Las arquetas serán independientes para cada instalación, por lo tanto, se utilizarán tres tipos diferentes de arquetas: para circuitos de Baja Tensión, para circuitos de Media Tensión y para Comunicación.

6.5.6 Urbanización

La totalidad de la plataforma irá cubierta por una capa de zahorra artificial de 20 cm de espesor, como coronación de plataforma definida en el apartado 6.5.2.

Esta terminación realiza las funciones de capa de rodadura para vehículos dentro de la misma, no habiendo necesidad de definir trazado interno de caminos.

El perímetro alrededor de las cimentaciones de todos los contenedores y de los centros de transformación y contenedores BESS, se cubrirá con una capa de grava 20/40 de 10 cm de espesor que tiene una misión drenante (impide la formación de charcos puntuales de agua) y aislante (es un material que favorece el resultado del estudio de tensiones de paso y contacto).

La anchura de este perímetro será de 1 metro como mínimo y se contendrá y separará del resto de la plataforma con bordillo recto de hormigón prefabricado o similar.

6.5.7 Cimentación

Las cimentaciones de los distintos elementos se resolverán con zapatas aisladas o zapatas corridas de hormigón en masa o armado, según proceda.

Los contenedores de las baterías y la estructura que alojará los convertidores apoyarán sobre 2 zapatas corridas de longitud y anchura variable sobresaliendo un mínimo de 0,5 m sobre el nivel del terreno explanado, sobre las cuales se fijarán los elementos necesarios para el acoplamiento de la estructura.

Los Centros de Transformación se cimentarán sobre pilares de hormigón armado unidos mediante losa inferior de hormigón armado, y estarán dotadas de depósito de recogida de aceite.

El resto de elementos se resolverán mediante zapatas aisladas de hormigón en masa.

6.6 Sistemas de Control

El sistema de control de la instalación BESS MER2 deberá integrarse en el sistema de control de la Planta Fotovoltaica MER2, actualmente en operación, garantizando su compatibilidad y operatividad.

6.6.1 Monitorización

Se realizará una monitorización de las variables de generación en los siguientes niveles:

- Primer Nivel: Rack de baterías y PCS
- Segundo Nivel: Anillo ESS
- Tercer Nivel: SACU
- Cuarto nivel: Sistema de Control

6.6.1.1 Primer Nivel: Rack de baterías y PCS

Los racks de baterías de los diferentes contenedores se comunican con el PCS mediante cable de comunicación tipo CAN. Esta comunicación permite controlar la carga/descarga de la batería y monitorizar su estado en tiempo real.

6.6.1.2 Segundo Nivel: Anillo ESS

Para la comunicación con el SACU (Smart Array Controller) es necesario formar diferentes anillos de comunicación. Un SACU se podrá conectar por fibra con hasta 8 contenedores de baterías y 3 anillos de FE (Fast Ethernet) que cada uno podrá albergar hasta 16 PCS. Cada Centro de Transformación o STS se comunicará con el SACU mediante FE o RS485.

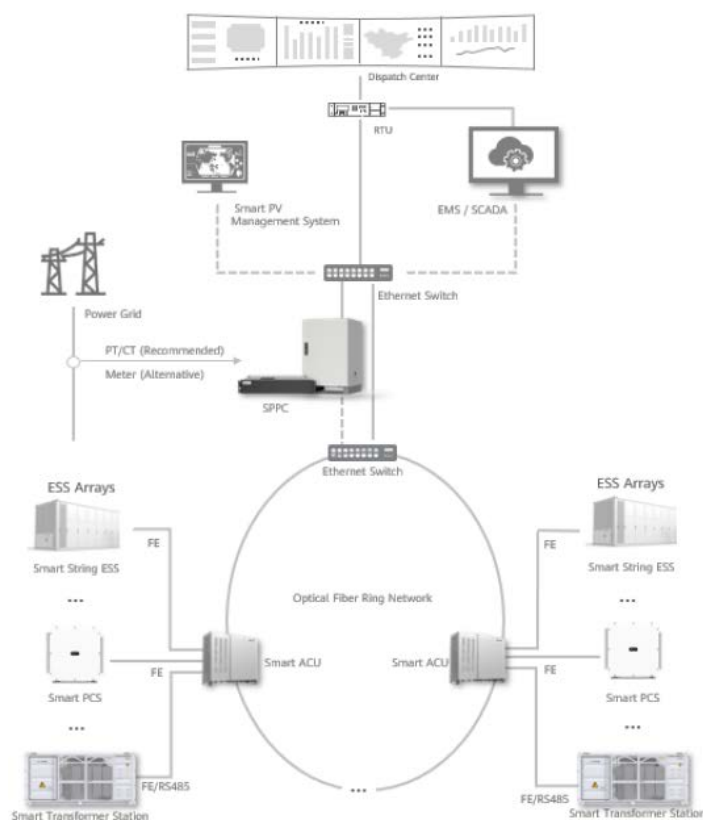
La distribución en anillos hace que haya redundancia en la comunicación y el sistema sea más robusto ante un fallo en algún equipo de comunicación.

6.6.1.3 Tercer Nivel: SACU

El encargado de comunicar y coordinar los diferentes equipos con el PPC es el SACU. El SACU concentrará toda la comunicación de dispositivos del campo como se ha descrito en el nivel anterior.

6.6.1.4 Cuarto Nivel: Sistema de Control Planta Fotovoltaica MER2

Los servidores que recogen toda la información de las se ubicarán en las instalaciones del Sistema de Control de la Planta Fotovoltaica. El servicio de monitorización incluye un software de gestión y un archivo histórico con la base de datos adquiridos en el campo.



Arquitectura de Comunicación

6.6.2 Sistema SCADA

Todas las comunicaciones se centralizarán en el sistema SCADA existente de la Planta Fotovoltaica, que funcionará como un sistema maestro que permitirá procesado, análisis y gestión de ambas instalaciones, así como de ambos Power Plant Controller (PPC). De esta forma se podrá controlar y visualizar las variables de la instalación híbrida a través de dicho sistema.

6.7 Sistemas Contraincendios

A lo largo de la instalación BESS se dispondrán extintores móviles de polvo químico ABC y carretones de botellas de CO2 en las cercanías de los Centros de Transformación.

Adicionalmente, se incluirá un sistema de extinción automático para los equipos de las baterías, ubicado en el interior de los contenedores que se describe en el siguiente apartado.

6.7.1 Sistema Contraincendios del Contenedor de Baterías

El sistema contra incendios en su totalidad forma parte del contenedor de baterías, tanto los equipos de detección de incendios, los equipos de extinción de incendios, así como los elementos auxiliares y de control que lo integran. **Se certificará el sistema contra incendio antes de la puesta en marcha de la instalación,** incluyéndose dentro de la Declaración de Conformidad del fabricante.

Todos los componentes individuales de dicho sistema (detección, extinción, alarma y prevención de explosión) llevan marcado CE y estarán homologados conforme la norma EN-54.

Los principales elementos que componen el sistema contra incendio son:

- Sensor de Gas Combustible
- Compuerta de Aire Motorizada
- Panel de Control Contraincendios
- Cilindro de Extinción

- Detector de Calor
- Detector de Humo
- Sirena/Luz de Alarma de Incendio
- Dispositivos de supresión de Incendios por Gas

Cada contenedor de baterías incorpora un sistema centralizado de detección y extinción de incendios por gas. El sistema está compuesto por un panel de control de alarma contra incendios (FACP), detectores de humo y temperatura (2 unidades de cada tipo ubicados en el interior del compartimento de baterías), pulsador manual de alarma y dispositivo manual de activación, todos ellos situados en el exterior del contenedor. El agente extintor empleado es NOVEC 1230 (FK-5-1-12), almacenado en un cilindro de 38 litros con una carga de 32 kg, conectado a una tubería principal (DN20) con tres boquillas de descarga distribuidas en el interior del compartimento de baterías.

El sistema opera en dos niveles de alarma. El primer nivel se activa cuando cualquier detector de humo o temperatura detecta una señal de fuego, o cuando se pulsa manualmente el pulsador de alarma, generando una alerta temprana sin activar la descarga. El segundo nivel, que desencadena la extinción, se activa cuando dos o más detectores detectan simultáneamente una señal de fuego, cuando un detector y el pulsador manual se activan conjuntamente, o cuando se pulsa el dispositivo de activación manual de emergencia.

Ante una alarma de nivel 2, el FACP inicia una cuenta atrás configurable (no superior a 30 segundos), durante la cual se activa la sirena de alarma y se desconectan los sistemas auxiliares no contraincendios (unidad de refrigeración líquida y sistema de extracción de gases). Al finalizar la cuenta atrás, se actúa sobre la válvula solenoide del cilindro, liberando el agente NOVEC 1230 a través de las boquillas de descarga hacia el interior del compartimento de baterías, confirmándose la descarga mediante el indicador luminoso exterior.

Todos los fabricantes de contenedores de baterías disponen de sistemas de protección contra incendios integrados de fábrica en el propio contenedor. Estos sistemas forman parte del diseño del equipo y se suministran completamente instalados y configurados

por el fabricante, por lo que no es necesario realizar modificaciones ni actualizaciones adicionales en campo durante la instalación del contenedor.

6.8 Sistema de refrigeración

Los contenedores de las baterías tendrán un sistema de refrigeración capaz de controlar el aumento de temperatura que producen las baterías durante su funcionamiento y así evitar una degradación prematura.

Para ello, se realizará un enfriamiento forzado con aire, además, los módulos estarán ventilados. De esta forma, el sistema de refrigeración, instalado en el techo, será capaz de acondicionar aire para arrojarlo a los racks de baterías. Los controles integrados de este sistema estarán previstos en el sistema de control, de forma que el ventilador se encenderá o apagará automáticamente cuando así lo necesite el sistema, consiguiendo así que las baterías funcionen en el rango de temperatura idóneo.

6.9 Armónicos y Compatibilidad Electromagnética

Los equipos cumplen con la normativa referente a armónicos y compatibilidad electromagnética cumpliendo con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011.

6.10 Sistema de Seguridad y Antiintrusismo

La nueva instalación BESS MER2 se ubica dentro del vallado de la planta fotovoltaica existente FV MER2, por lo que **no se contemplan nuevos sistemas de seguridad y antiintrusismo adicionales a los ya instalados** en el vallado perimetral de la instalación fotovoltaica.

7 Evacuación Eléctrica BESS

7.1 Descripción General de la Evacuación

La planta fotovoltaica FV MER2, actualmente existente, tiene permiso de conexión en la subestación Merida 15 kV (e-distribución) y su evacuación se realiza tal y como se describe a continuación:

- El sistema colector de Media Tensión 15 kV recoge los Centros de Transformación y se conecta al Centro de Seccionamiento en los terrenos de la planta mediante una celda de línea.
- En el Centro de Seccionamiento se realiza la medida de la planta y se evacua la energía mediante una línea aerosubterránea de media tensión hasta la SE de Distribución Merida. Esta línea existente tiene las siguientes características:

O Tramos Subterráneos:

- | | |
|-------------------|-------------------------------|
| ▪ Conductor: | Aluminio semirrígido, clase 2 |
| ▪ Sección: | 630 mm ² |
| ▪ Configuración: | 3x2x630 |
| ▪ Aislamiento: | Polietileno reticulado (XLPE) |
| ▪ Longitud Total: | 3.265,44 metros |
| ▪ Tensión: | 15 kV |

O Tramos Aéreos:

- | | |
|-------------------|-----------------|
| ▪ Conductor: | LA-280 Gull |
| ▪ Configuración: | Simplex |
| ▪ Longitud Total: | 1.125,94 metros |
| ▪ Tensión: | 15 kV |

El Sistema BESS MER2 aprovechará la instalación existente de evacuación de la planta fotovoltaica MER2, la cual ya está en operación. La única modificación que se define para permitir la evacuación conjunta es la de ampliar el embarrado de celdas existentes del

Centro de Seccionamiento con una nueva celda, de mismas características de las ya instaladas, tal y como se explica en el siguiente apartado.

El Centro de Transformación de BESS MER2 se encuentra a apenas 130 metros del Centro de Seccionamiento de la planta fotovoltaica MER2, al que acometerá el circuito 15 kV hasta la nueva celda a instalar. Las características de dicha línea, así como del conductor a emplear se describen en el apartado 6.4.6 del presente documento.

Dicha zanja de media tensión se ubica en la totalidad del trazado en el interior de la planta fotovoltaica, tal como se aprecia en la siguiente imagen:



Zanja MT hasta Centro de Seccionamiento

Las coordenadas de la zanja de Media Tensión entre las BESS y el Centro de Seccionamiento se incluyen en la siguiente tabla:

COORDENADAS LÍNEA MT - BESS MER2		
UTM Huso 29 ETRS89		
Punto	X	Y
1	731828	4305209
2	731828	4305218
3	731845	4305218
4	731900	4305190
5	731900	4305158
6	731907	4305158

Al ser una hibridación, la planta fotovoltaica y el Sistema BESS comparten la misma capacidad de acceso, 14 MW, y en ningún caso se superará esa potencia. La evacuación fue dimensionada para poder evacuar dicha capacidad de acceso, por lo tanto, se justifica la no necesidad de modificación de la evacuación existente hasta la SE de Distribución Merida 15 kV.

7.2 Ampliación Centro de Seccionamiento

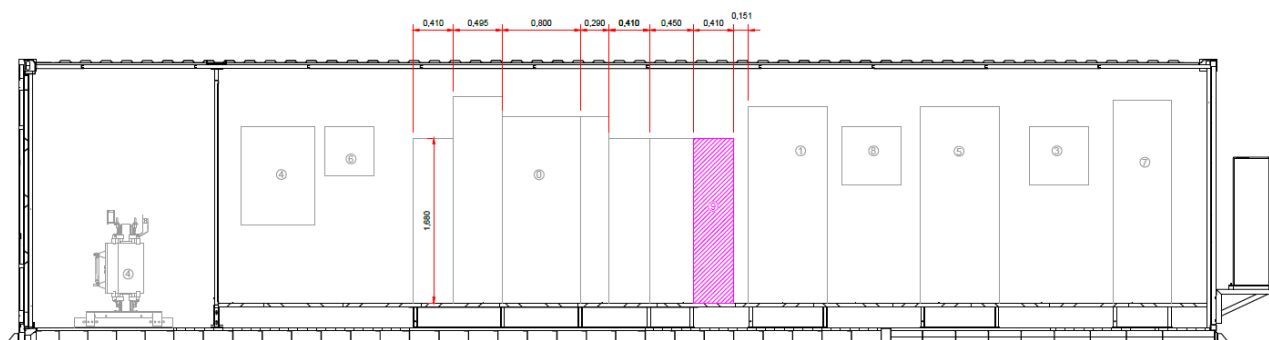
El Centro de Seccionamiento existente se ampliará con una nueva celda MT, de iguales características y dimensiones de las existentes, que permitirá la conexión de la instalación BESS MER2 al embarrado 15 kV del CS. A través de este embarrado se permite la evacuación conjunta de la instalación híbrida utilizando la línea subterránea existente que conecta con la subestación SE Merida 15 kV.

Las principales características de la nueva celda a instalar son las siguientes:

- Tensión asignada: 24 kV
- Frecuencia asignada: 50 Hz
- Corriente nominal barras: 630 A
- Gas: SF₆
- Tensión de impulso tipo rayo: 25 kV

- Tensión ensayo a frecuencia industrial: 50 kV
- Corriente admisible corta duración 3seg: 20 kA
- Corriente admisible valor de cresta: 52,5 kA

Esta celda deberá tener las mismas características eléctricas y constructivas que las celdas existentes y deberá ser compatible para la conexión con el embarrado existente.



Ampliación del CS existente con nueva Celda MT

7.2.1 Cumplimiento del Reglamento (UE) 2024/573

Según el artículo 13, apartado 9 del Reglamento (UE) 2024/575 se prohíbe el uso de SF₆ a partir del 1 de enero de 2026 para aparamenta eléctrica de hasta 24 kV.

La limitación dimensional del Centro de Seccionamiento existente, así como el espacio disponible para la ampliación prevista, impiden la instalación de una celda de media tensión libre de SF₆. Este tipo de celdas presenta, por lo general, dimensiones superiores a las de la aparamenta GIS convencional con SF₆, y además requeriría la incorporación de un módulo o celda de transición entre tecnología SF₆ y tecnología libre de SF₆ para permitir la interconexión con el embarrado existente.

La implantación de dichos equipos no resulta viable en el emplazamiento actual debido a las restricciones físicas del centro, por lo que su instalación **obligaría a la sustitución completa de la aparamenta existente** para garantizar la compatibilidad entre equipos.

En consecuencia, y de acuerdo con lo establecido en el apartado 15 del Reglamento (UE) 2024/573, donde se indica que “el apartado 9 no se aplicará cuando los dispositivos para

ampliar la aparamenta eléctrica existente (...) no sean compatibles con la aparamenta eléctrica existente, y el uso de dichos dispositivos obligue a la sustitución de toda la aparamenta", se concluye que la ampliación mediante equipos libres de SF₆ no es técnicamente viable en este caso.

Por todo lo anterior, y **dado que no es posible garantizar la compatibilidad entre una celda libre de SF₆ y la aparamenta actualmente instalada**, se justifica la utilización de **una nueva celda con tecnología SF₆ de características equivalentes a las existentes**, asegurando así la continuidad del sistema, la compatibilidad con el embarrado actual y la correcta integración de la ampliación prevista.

8 Organismos Afectados

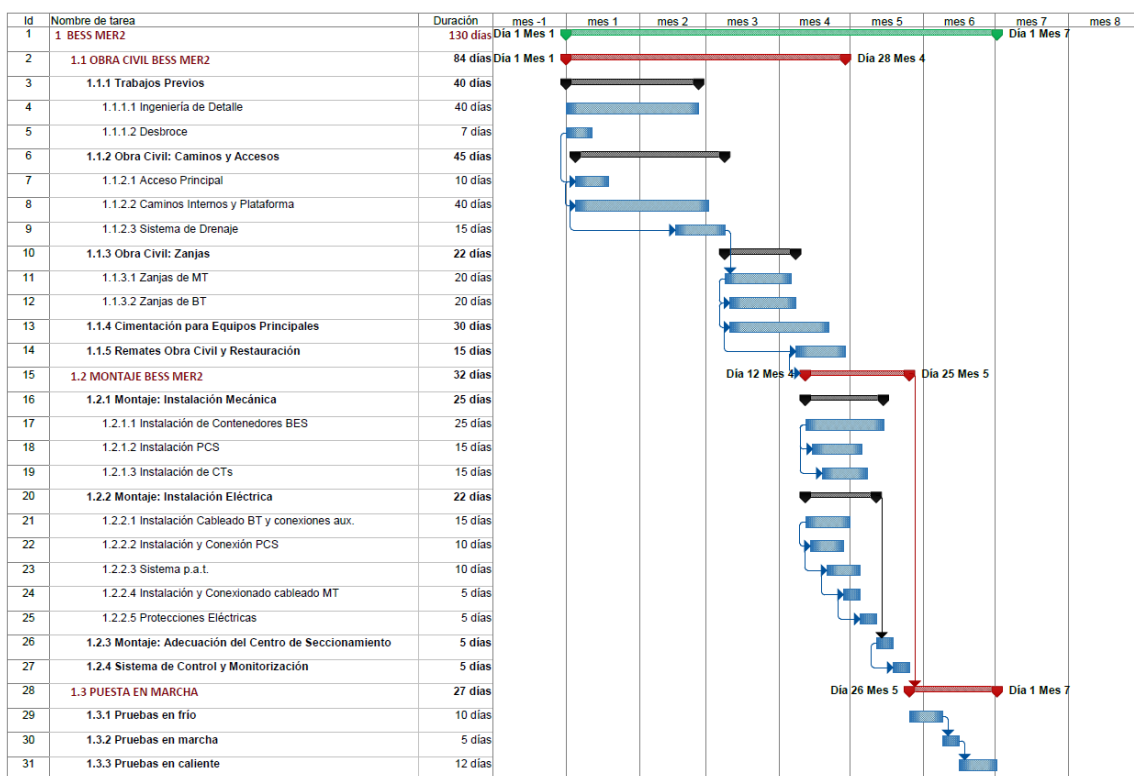
El proyecto se realizará en su totalidad dentro de los terrenos de la planta fotovoltaica, por lo que se establece que la nueva instalación no provoca nuevas afecciones a ningún organismo.

8.1 Ayuntamiento Mérida

La instalación se ubica en el término municipal de Mérida, provincia de Badajoz. En el diseño de la instalación se han respetado todas las normas municipales de aplicación.

9 Plazo de Ejecución

El plazo de ejecución previsto para la realización de todas las obras que componen el sistema BESS MER2 será de 6 meses (0,5 años) contados a partir de la firma del acta de replanteo inicial y distribuido de acuerdo al siguiente cronograma:



Cronograma BESS MER2

10 Resumen del Presupuesto

El presupuesto de ejecución material total de las obras previstas asciende a la cantidad de CINCO MILLONES NOVECIENTOS SESENTA Y SIETE MIL SEISCIENTOS NOVENTA Y NUEVE EUROS CON CUARENTA Y SIETE CENTIMOS (5.967.699,47 €) con el desglose que se detalla en el documento correspondiente.

Se incluye a continuación un resumen de los principales capítulos del presupuesto:

Presupuesto de Ejecución Material

Sistemas de Baterías MER2

Capítulo 1: Acondicionamiento del Terreno	37.188,62 €
Capítulo 2: Obra Civil	144.696,61 €
Subcapítulo 2.1: Obra Civil Planta BESS	133.150,00 €
Subcapítulo 2.2: Obra Civil Instalación Eléctrica	11.546,61 €
Capítulo 3: Suministro Equipos y Componentes	5.380.846,62 €
Subcapítulo 3.1: Suministro Infraestructura de Almacenamiento	5.238.132,50 €
Subcapítulo 3.2: Suministro de Instalación Baja Tensión	17.634,83 €
Subcapítulo 3.3: Suministro de Instalación Media Tensión	5.380,77 €
Subcapítulo 3.4: Suministro de Instalación de Red de Tierras	12.833,88 €
Subcapítulo 3.5: Suministro Sistema de Monitorización	51.864,64 €
Subcapítulo 3.6: Suministro Equipos Ampliación Centro de Seccionamiento	55.000,00 €
Capítulo 4: Instalación y montaje Equipos y Componentes	291.659,82 €
Subcapítulo 4.1: Instalación Infraestructura de Almacenamiento	275.691,18 €
Subcapítulo 4.2: Instalación y Conexión Baja Tensión	7.343,50 €
Subcapítulo 4.3: Instalación y montaje de Instalación Media Tensión	242,49 €
Subcapítulo 4.4: Instalación y montaje de Instalación de Red de Tierras	675,47 €
Subcapítulo 4.5: Instalación y montaje Sistema de Monitorización	1.596,07 €
Subcapítulo 4.6: Instalación de Equipos Ampliación Centro de Seccionamiento	6.111,11 €

Presupuesto Ejecución Material BESS MER2: 5.854.391,68 €

Varios

Capítulo 1: Plan de Vigilancia Ambiental	21.480,00 €
Capítulo 2: Seguridad y Salud y Gestión de Residuos	91.827,79 €

Total Presupuesto Ejecución Material: 5.967.699,47 €

11 Petición que se formula a la Administración Competente

A la vista de todo lo anteriormente expuesto en los apartados precedentes, se solicita de los Organismos Competentes de la Administración la concesión de los beneficios que por Ley pudiesen corresponder, así como las autorizaciones y/o permisos necesarios para la ejecución de las obras.

BLOGGERS

ENERGÍAS RENOVABLES S.L.

Proyecto de Ejecución.

***Hibridación de Instalación Fotovoltaica existente
mediante Baterías.***

***Hibridación MER2 mediante nuevo módulo BESS MER2
(11,5 MW/45,14 MWh).***

Término municipal de Mérida (Badajoz).

Planos



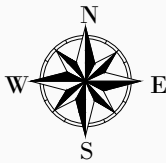
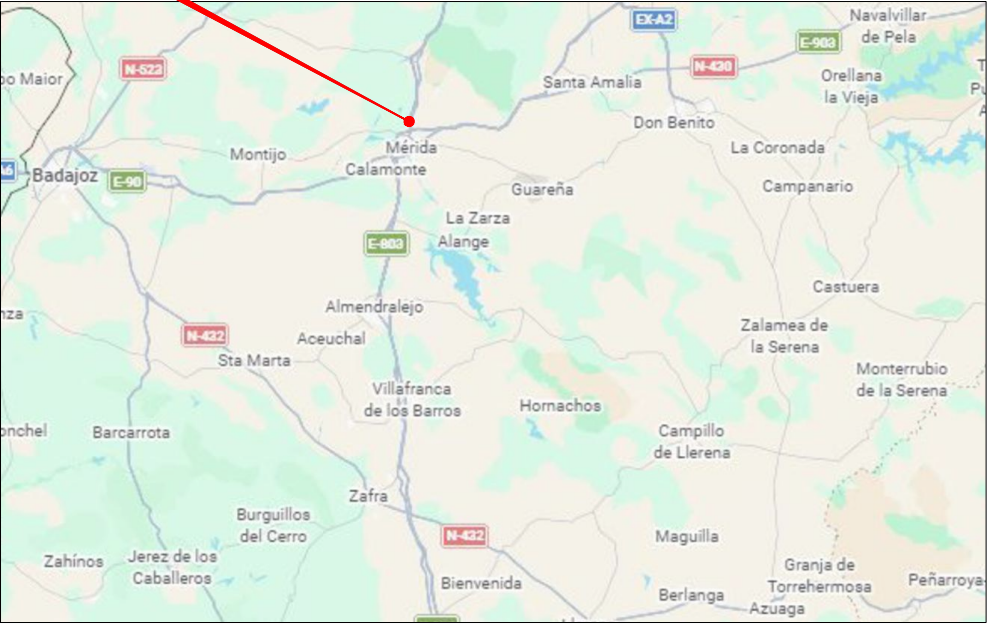
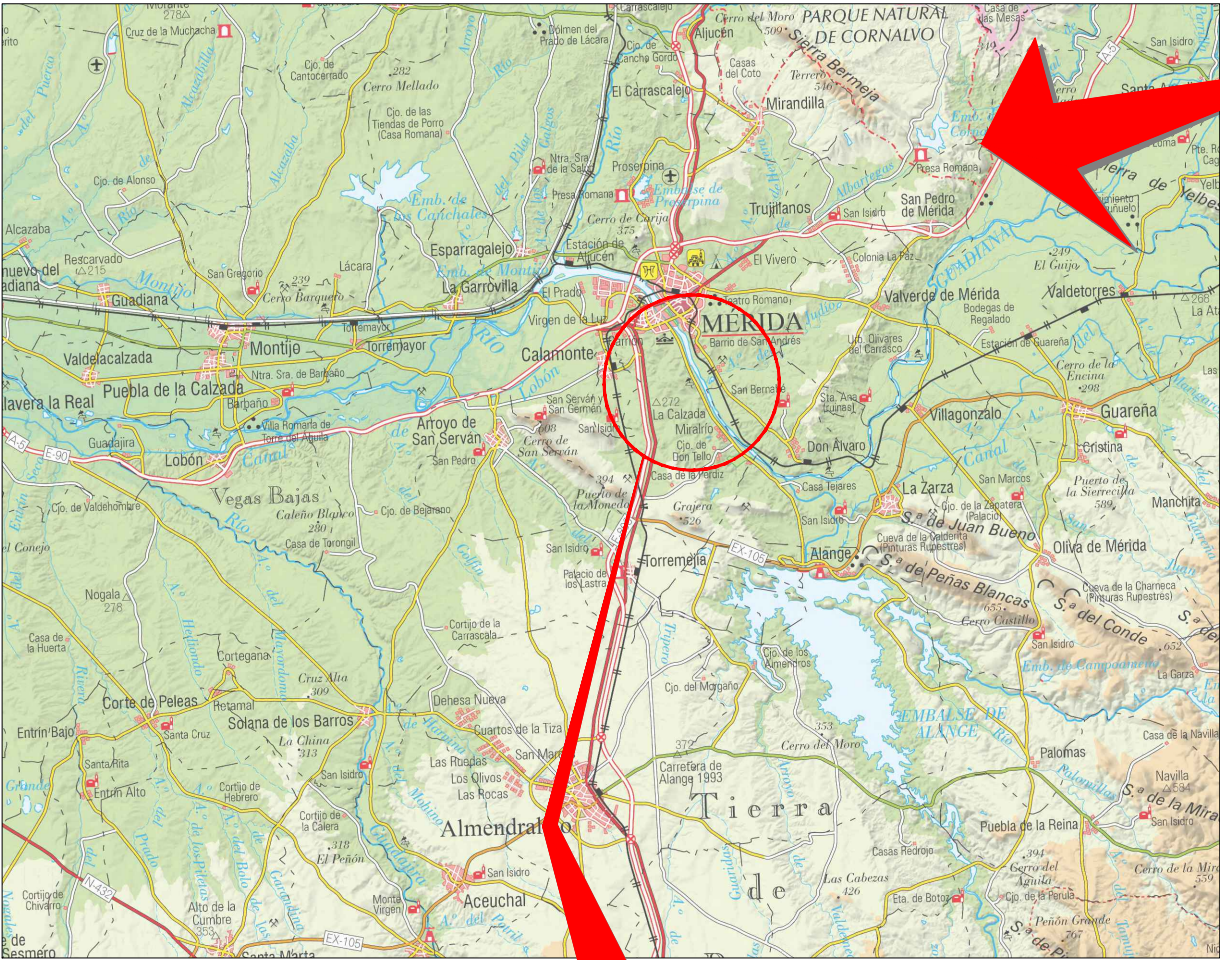
JVS/MAC/IBF_abril2026_ Rev.0

Índice de Planos

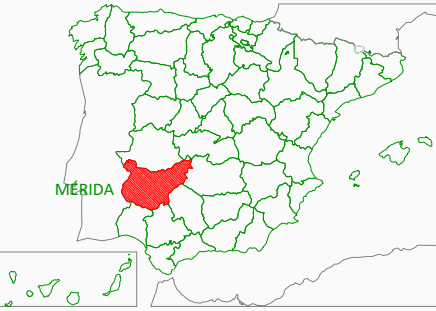
- BAMR2-PE-01.- Localización.*
- BAMR2-PE-02.- Planta General.*
- BAMR2-PE-03.- Planta General Alzados.*
- BAMR2-PE-04.- Urbanización*
- BAMR2-PE-05.- Detalles Obra Civil*
- BAMR2-PE-06.- Trazado de Zanjas en MT*
- BAMR2-PE-07.- Trazado de Zanjas en BT*
- BAMR2-PE-08 - Esquema Unifilar MT*
- BAMR2-PE-09.- Esquema Unifilar BT*
- BAMR2-PE-10.- Detalles Obra Eléctrica*
- BAMR2-PE-11.- Contenedor Baterías. Planta y Alzado*
- BAMR2-PE-12.- Convertidor PCS. Planta y Alzado*
- BAMR2-PE-13.- Centro de Transformación. Planta y Alzado*
- BAMR2-PE-14.- Plano Puesta a Tierra*
- BAMR2-PE-15.- Trazado de Comunicaciones*
- BAMR2-PE-16.- Interconexión. Ampliación Centro de Seccionamiento*
- BAMR2-PE-17.- Interconexión. Unifilar*

Sevilla, abril de 2026

El Técnico al servicio de la empresa



MAPA DE ESPAÑA

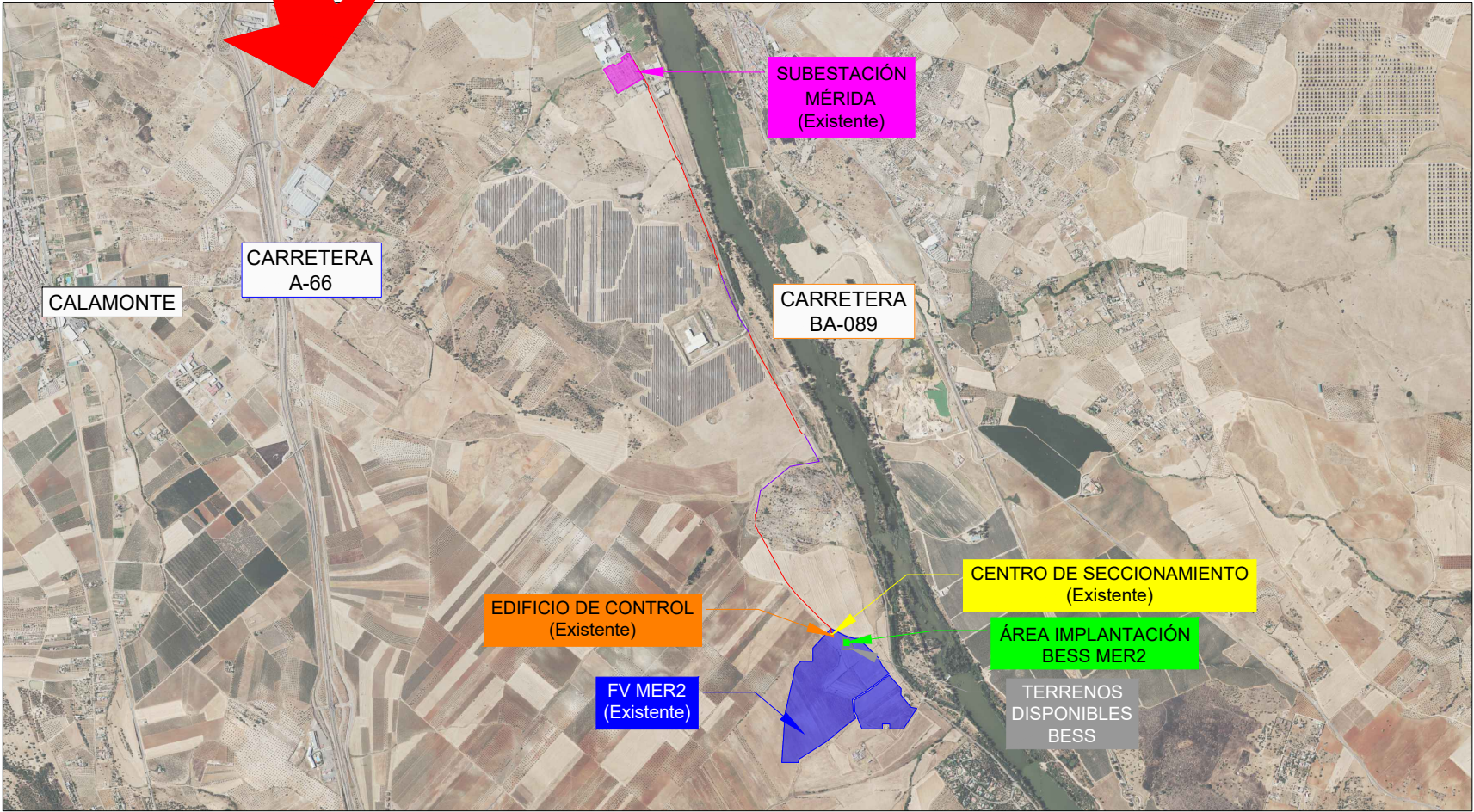


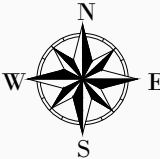
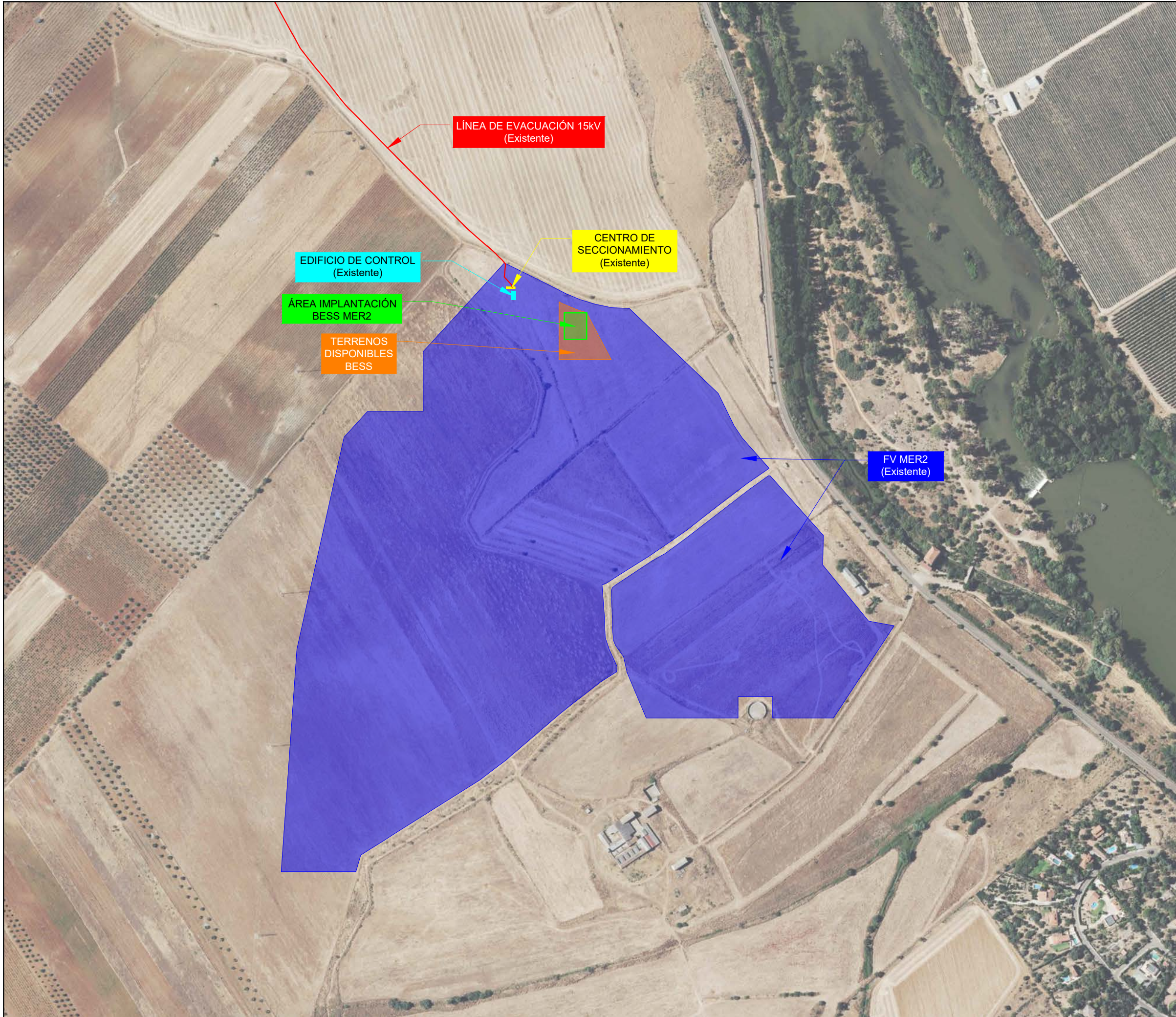
UTM
ETRS89
HUSO 29

CUADRO DE INFORMACIÓN

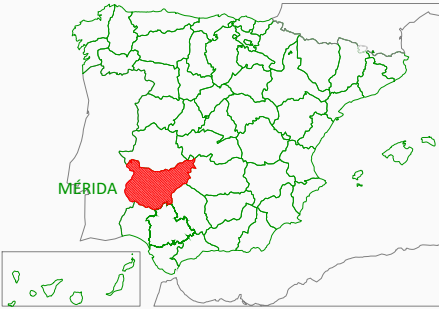
LEYENDA

- FV MER2 (Existente)
- Línea Subterránea 15kV (Existente)
- Línea Aérea 15kV (Existente)
- Área Implantación BESS MER2
- Centro de Seccionamiento (Existente)
- Edificio de Control (Existente)
- Subestación Mérida (Existente)
- Terrenos disponibles BESS





MAPA DE ESPAÑA

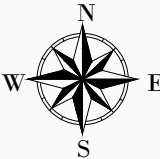
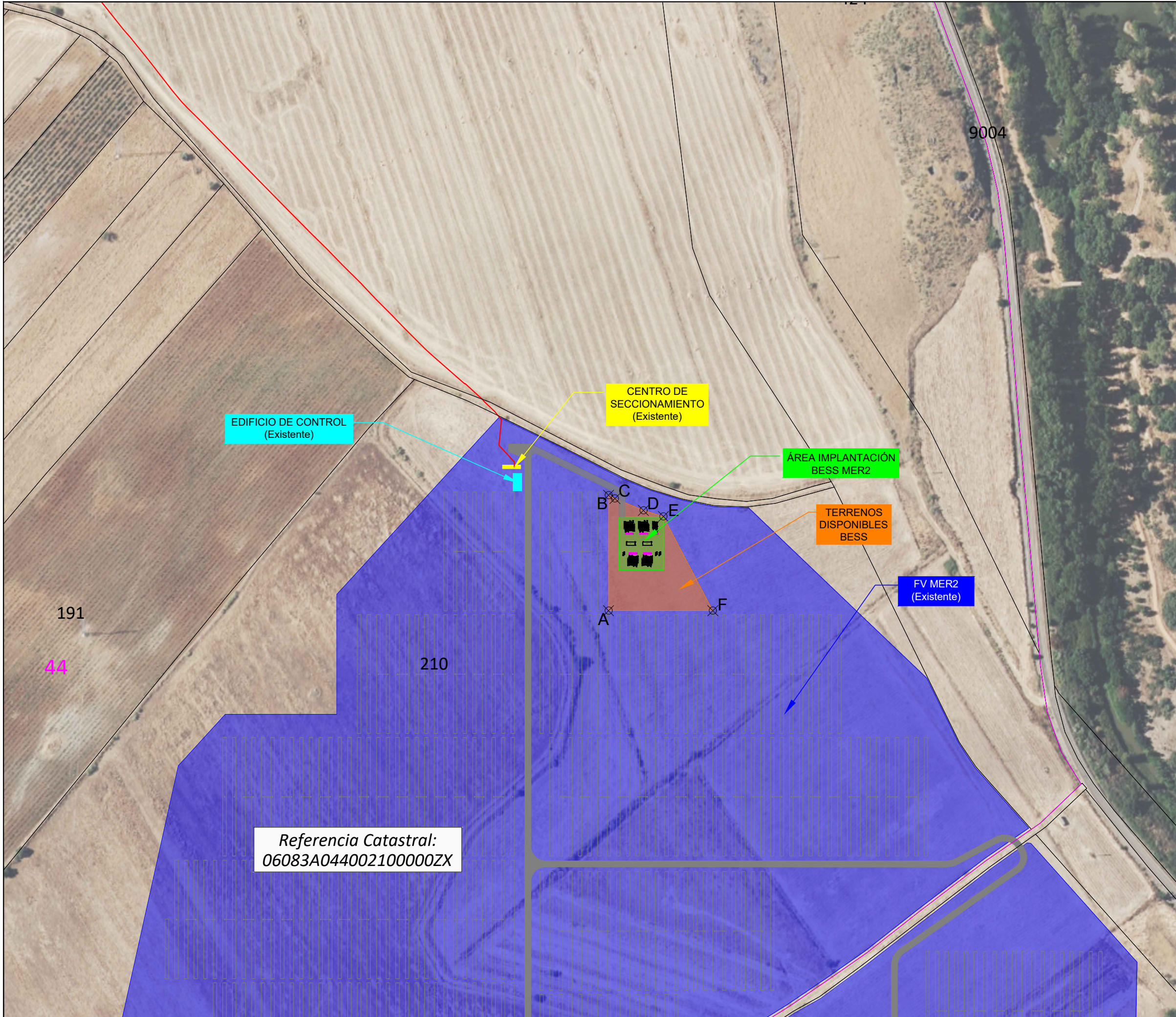


UTM
ETRS89
HUSO 29

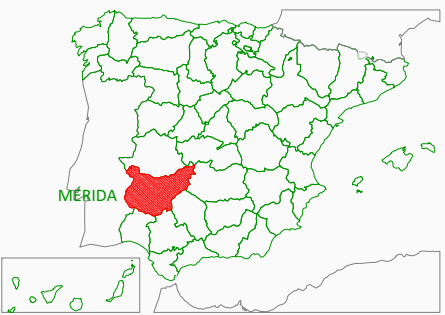
CUADRO DE INFORMACIÓN

LEYENDA

- FV MER2 (Existente)
- Línea de Evacuación 15kV (Existente)
- Área Implantación BESS MER2
- Centro de Seccionamiento (Existente)
- Edificio de Control (Existente)
- Terrenos disponibles BESS



MAPA DE ESPAÑA



UTM
ETRS89
HUSO 29

CUADRO DE INFORMACIÓN

LEYENDA

- Línea de Evacuación 15kV (Existente)
- Área Implantación BESS MER2
- Centro de Seccionamiento (Existente)
- Edificio de Control (Existente)
- Terrenos disponibles BESS

LEYENDA

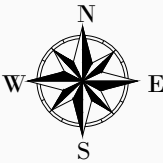
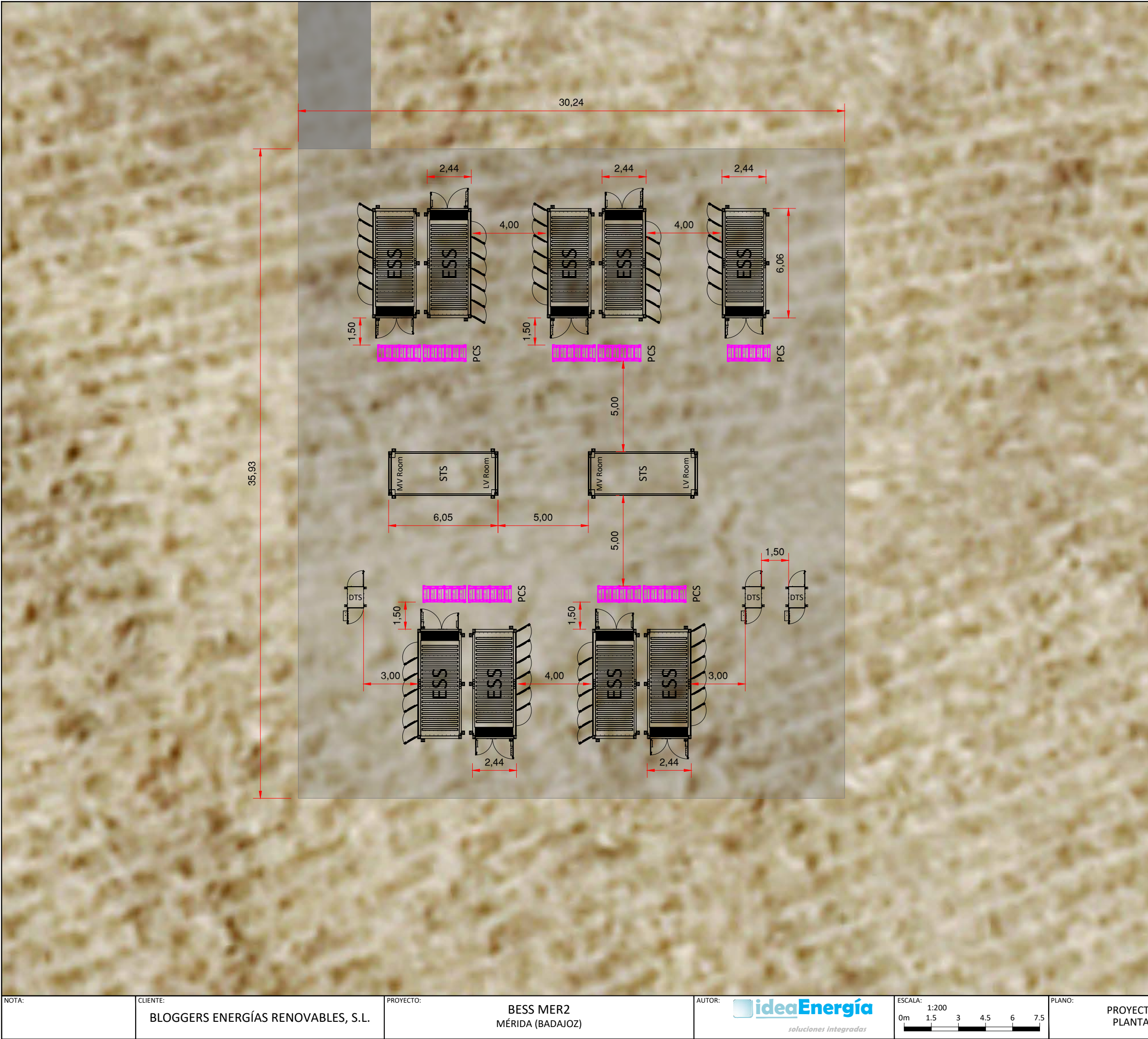
- Parcela Catastral
- Polígono Catastral

COORDENADAS TERRENOS DISPONIBLES BESS
MER2 UTM Huso 29 ETRS89

Punto	X	Y
A	731.894,92	4.305.112,24
B	731.894,92	4.305.190,35
C	731.899,23	4.305.188,09
D	731.918,54	4.305.180,08
E	731.932,03	4.305.175,94
F	731.965,45	4.305.112,24

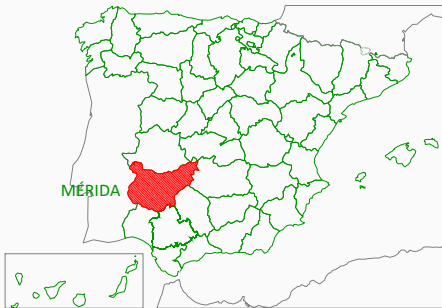
PARCELA DE INSTALACIÓN

POLÍGONO	PARCELA	TÉRMINO MUNICIPAL
44	210	MÉRIDA



MAPA DE ESPAÑA

UTM
ETRS89
HUSO 29



CUADRO DE INFORMACIÓN

LEYENDA

-  Contenedor BESS
-  Centro de Transformación (STS)
-  Power Conversion System (PCS)
-  DTS

BESS MER2	
Potencia Instalada	11,5 MW
Capacidad de Acceso de Generación	14 MW
Capacidad de Demanda	0 MW
Energía	45,14 MWh
Hibridación	Con FV MER2 (Cap. Acceso 14 MW)
Contenedores BESS	9 x ESS LUNA2000-5015-2S (9 x 5,015 MWh)
Power Conversion System (PCS)	54 x LUNA2000-213KTL-H0 (54 x 213 kVA @40°)
Centros de Transformación (STS)	1 x JUPITER-9000K-H1 1 x JUPITER-3000K-H1

NOTA:

CLIENTE:
BLOGGERS ENERGÍAS RENOVABLES, S.L.

PROYECTO:
BESS MER2
MÉRIDA (BADAJOZ)

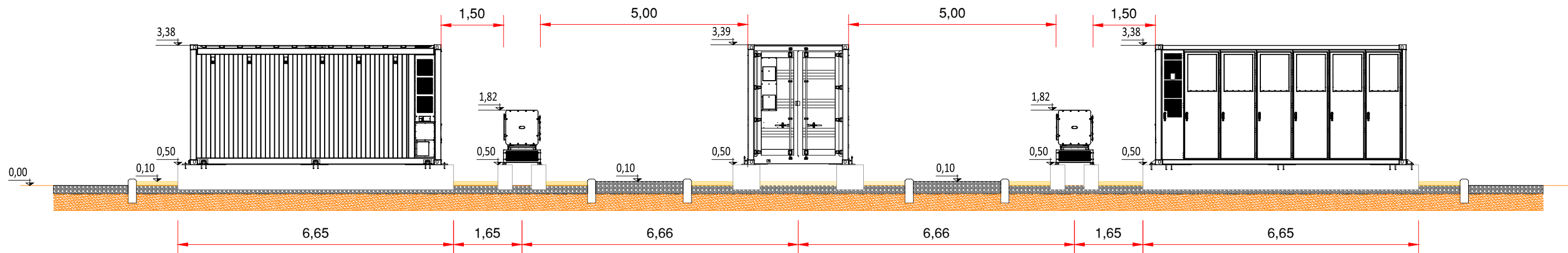
AUTOR:

soluciones integradas

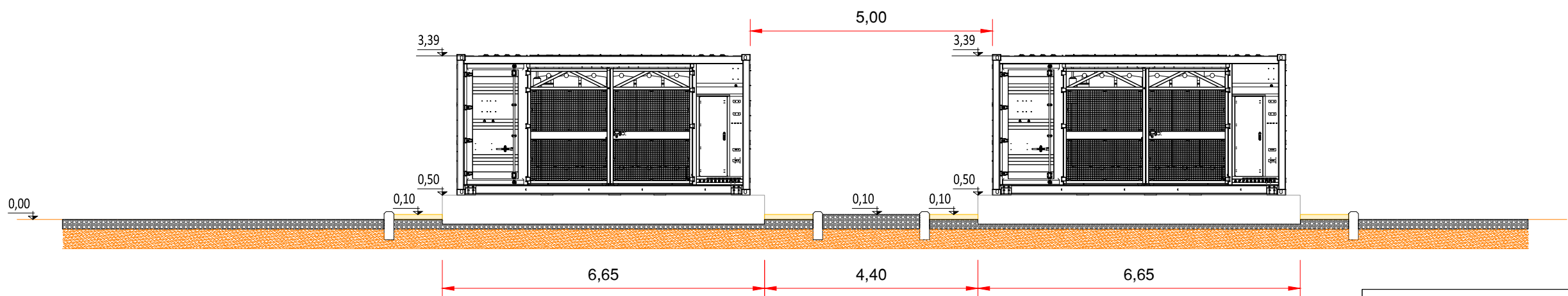
ESCALA:
1:200
0m 1.5 3 4.5 6 7.5

PLANO:
PROYECTO DE EJECUCIÓN
PLANTA GENERAL BESS

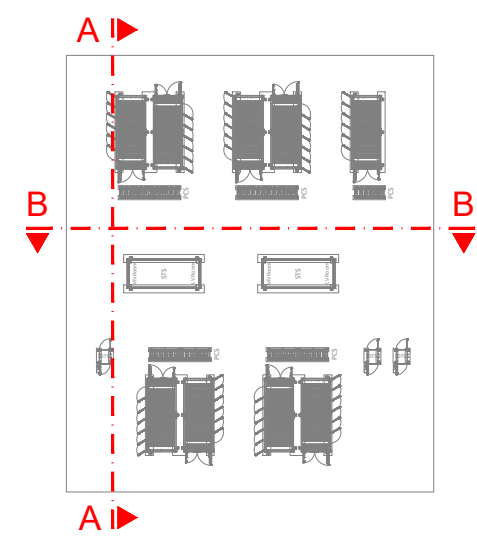
FECHA:	ABRIL-2026	Nº:	BAMR2-PE-02	Rev	0
DIBUJADO:	A.J.O.V	FORMATO:	A3		
REVISADO:	R.S.J.	PAG.	03 DE 03		

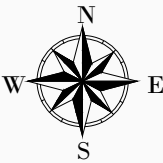
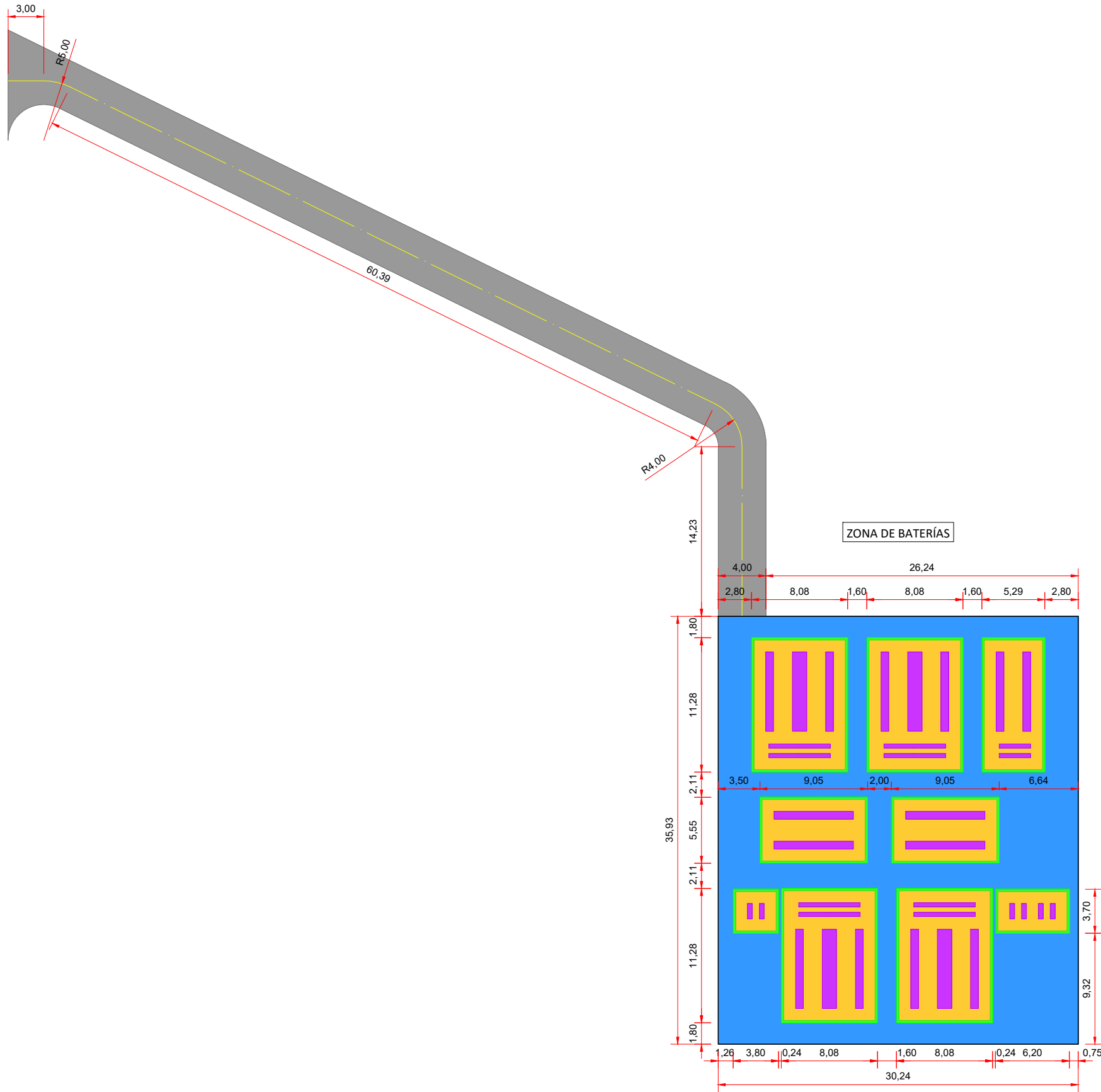


VISTA "A"

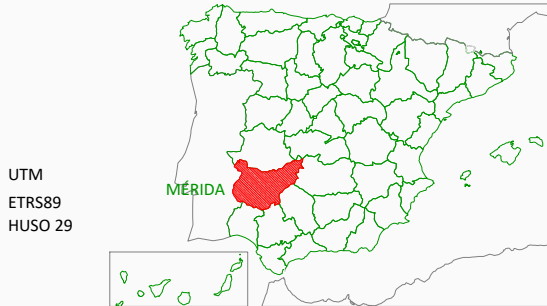


VISTA "B"





MAPA DE ESPAÑA



CUADRO DE INFORMACIÓN

LEYENDA

- Plataforma BESS
- Zahorra artificial compactada
- Vial de Acceso
- Cimentación
- Grava 20/40
- Bordillo

NOTA:

CLIENTE:
BLOGGERS ENERGÍAS RENOVABLES, S.L.

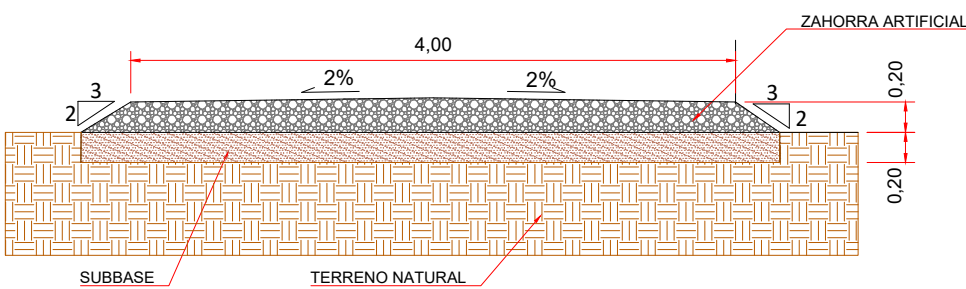
PROYECTO:
BESS MER2
MÉRIDA (BADAJOZ)

AUTOR:
 ideaEnergía
soluciones integradas

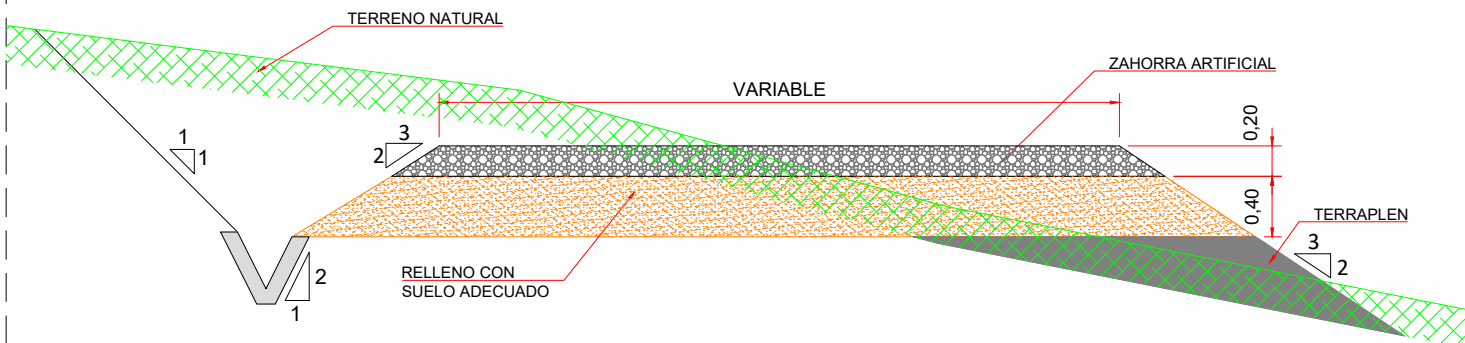
ESCALA:
1:400
0m 4 8 12 16

PLANO:
PROYECTO DE EJECUCIÓN
URBANIZACIÓN BESS

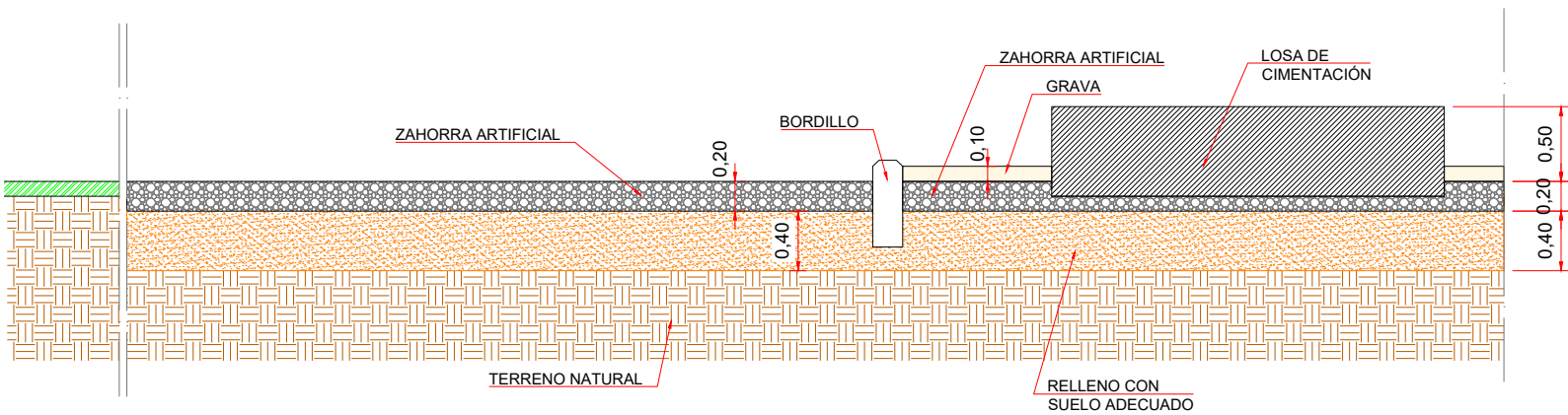
FECHA: ABRIL-2026	Nº: BAMR2-PE-04	Rev 0
DIBUJADO: A.J.O.V	FORMATO: A3	
REVISADO: R.S.J.	PAG. 01 DE 01	



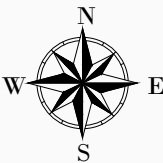
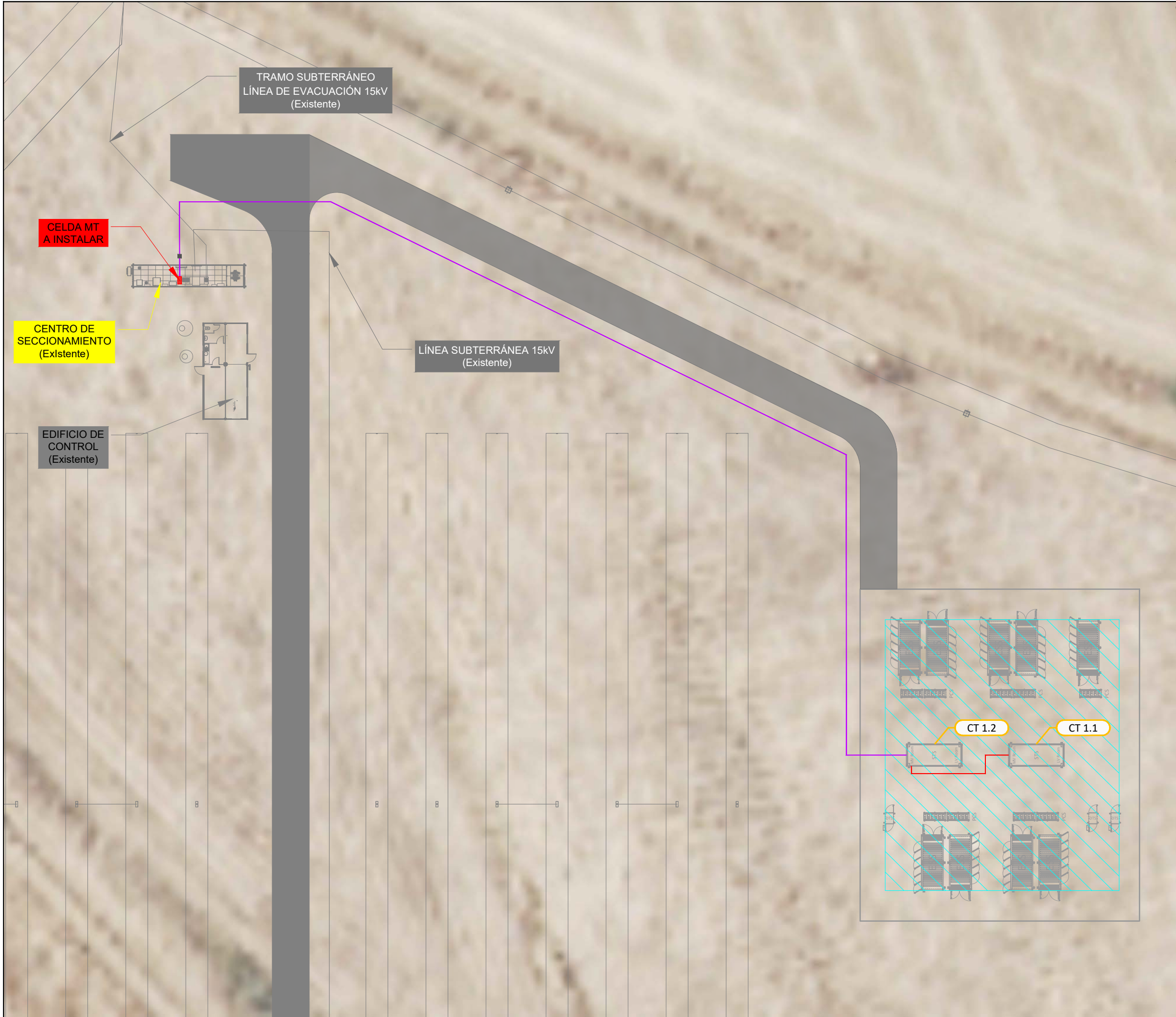
SECCIÓN TIPO VIAL DE ACCESO



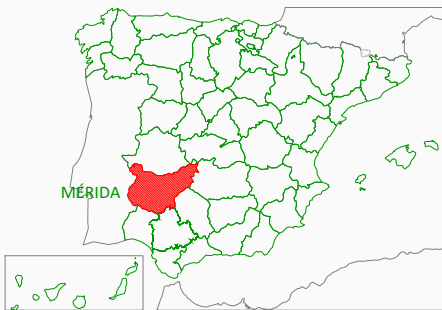
SECCIÓN TIPO PLATAFORMA



SECCIÓN TIPO URBANIZACIÓN



MAPA DE ESPAÑA

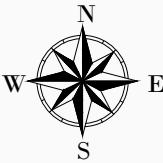


UTM
ETRS89
HUSO 29

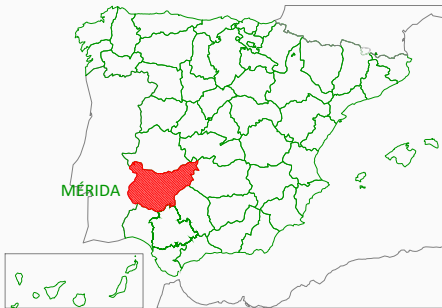
CUADRO DE INFORMACIÓN

LEYENDA

- Zanja de 1 Terna
- Zanja de 2 Terna
- Arqueta
- Celda MT a Instalar
- Subplanta 1 - 11,50 MW
- Contenedor BESS
- Centro de Transformación (STS)
- Power Conversion System (PCS)
- DTS



MAPA DE ESPAÑA



UTM
ETRS89
HUSO 29

CUADRO DE INFORMACIÓN

LEYENDA

- Zanja de 1 Terna
- Zanja de 2 Terna
- Arqueta
- Celda MT a Instalar
- Subplanta 1 - 11,50 MW
- Contenedor BESS
- Centro de Transformación (STS)
- Power Conversion System (PCS)
- DTS

COORDENADAS LÍNEA DE CONEXIÓN MT

UTM Huso 29 ETRS89

Punto	X	Y
1	731.828	4.305.209
2	731.828	4.305.218
3	731.845	4.305.218
4	731.900	4.305.190
5	731.900	4.305.158
6	731.907	4.305.158

NOTA:

CLIENTE:

BLOGGERS ENERGÍAS RENOVABLES, S.L.

PROYECTO:

BESS MER2
MÉRIDA (BADAJOZ)

AUTOR:



ESCALA:



PLANO:

PROYECTO DE EJECUCIÓN
LÍNEA DE CONEXIÓN DE MEDIA TENSIÓN

FECHA:

ABRIL-2026

Nº:

BAMR2-PE-06

Rev

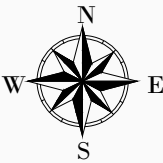
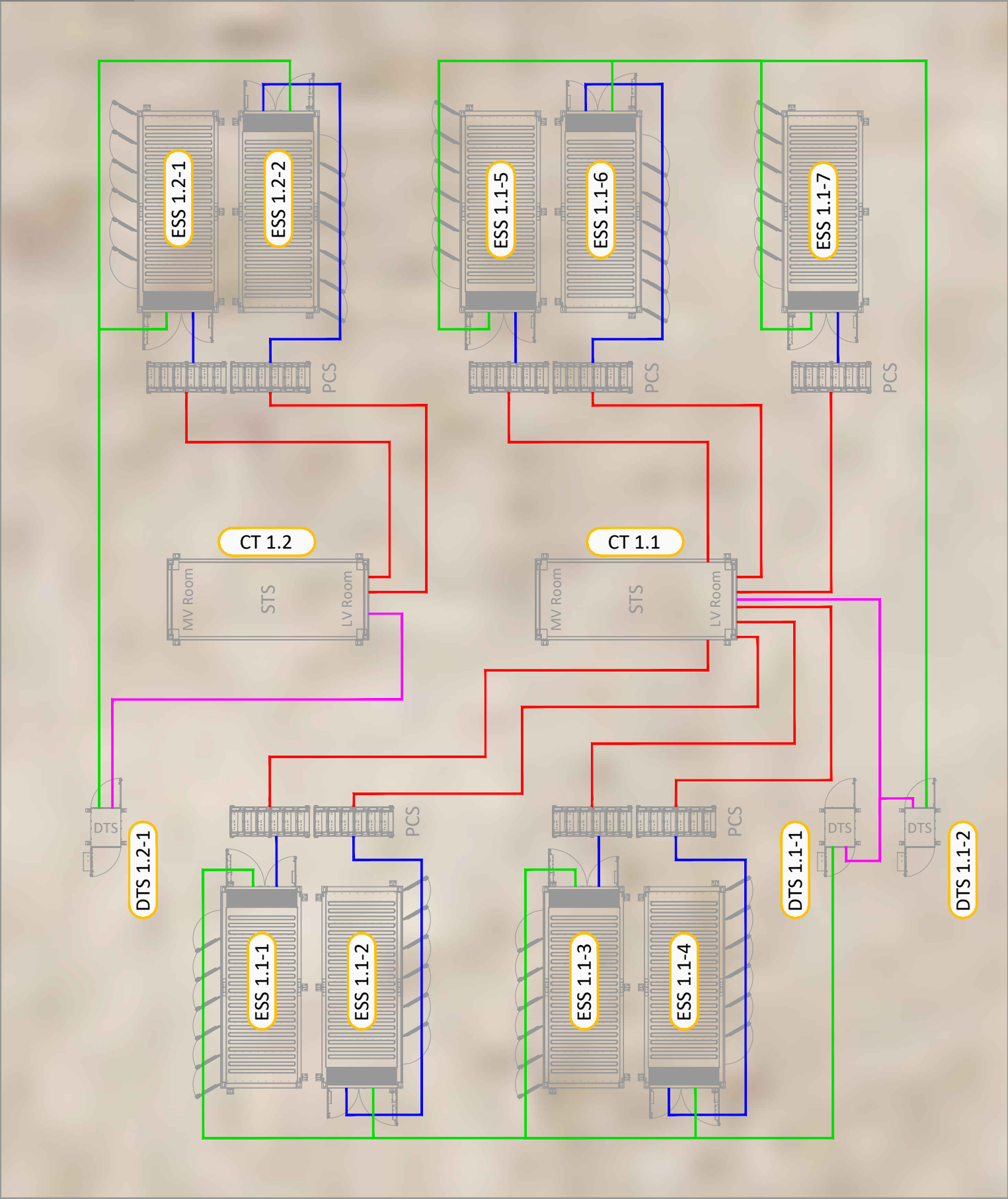
0

DIBUJADO: A.J.O.V

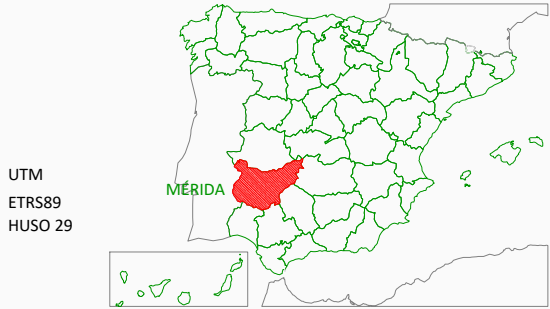
FORMATO: A3

REVISADO: R.S.J.

PAG. 02 DE 02



MAPA DE ESPAÑA

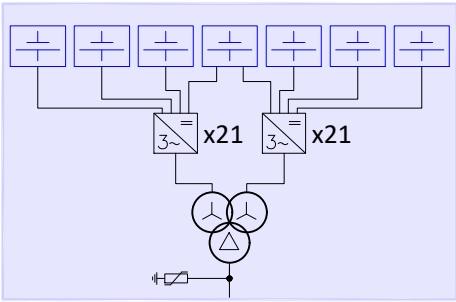


CUADRO DE INFORMACIÓN

LEYENDA

- Zanja BT AC DTS-ESS
- Zanja BT AC CT-DTS
- Zanja BT AC PCS-CT
- Zanja BT DC ESS-PCS
- Contenedor BESS
- Centro de Transformación (STS)
- Power Conversion System (PCS)
- DTS

BLOQUE BASE SISTEMA BATERÍAS TIPO A

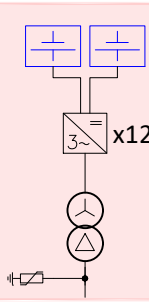


Contenedores Bateria
(7 Unidades)
Pn = 17.552,5 kW
Capacidad = 35.105 kWh

42 Convertidores PCS
x 213 kVA (@40°C)
Pn = 8.946 kW

Transformador CT- (1 Unidad)
Pn = 9.000 kVA
Un= 15/0,800 kV, Dy11y11
Z% = 11,5, X/R = 8,5

BLOQUE BASE SISTEMA BATERÍAS TIPO B

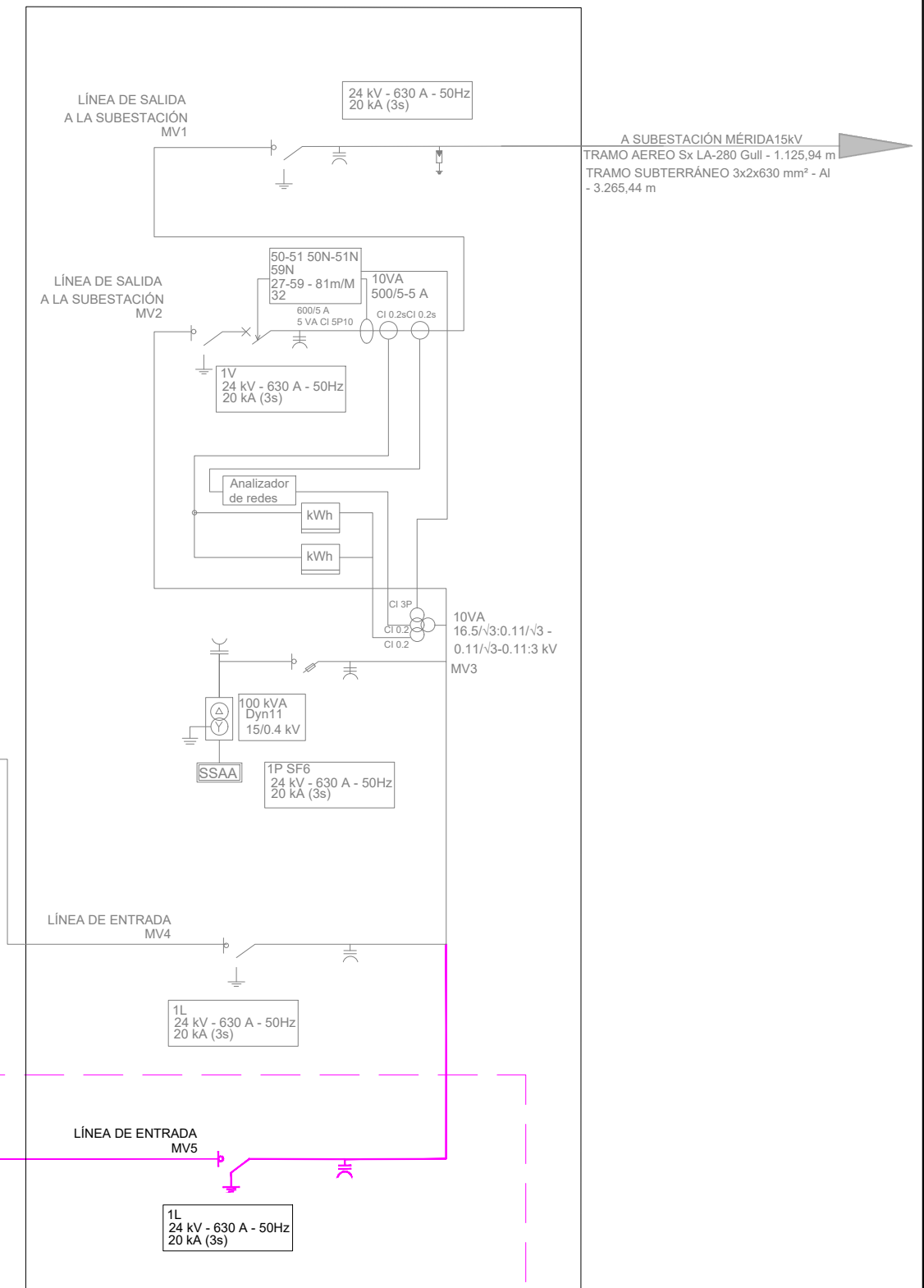


Contenedores Bateria
(2 Unidades)
Pn = 5.015 kW
Capacidad = 10.030 kWh

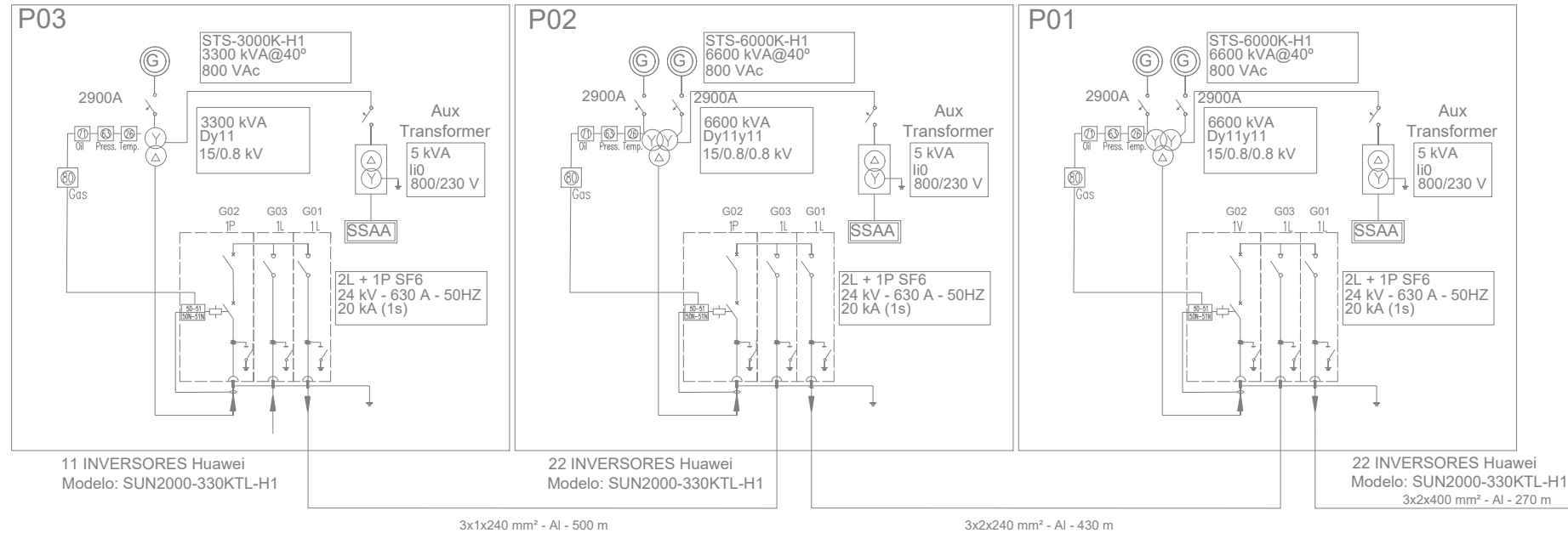
12 Convertidores PCS
x 213 kVA (@40°C)
Pn = 2.556 kW

Transformador CT- (1 Unidad)
Pn = 3.300 kVA
Un= 15/0,800 kV, Dy11
Z% = 7,8 X/R = 8,5

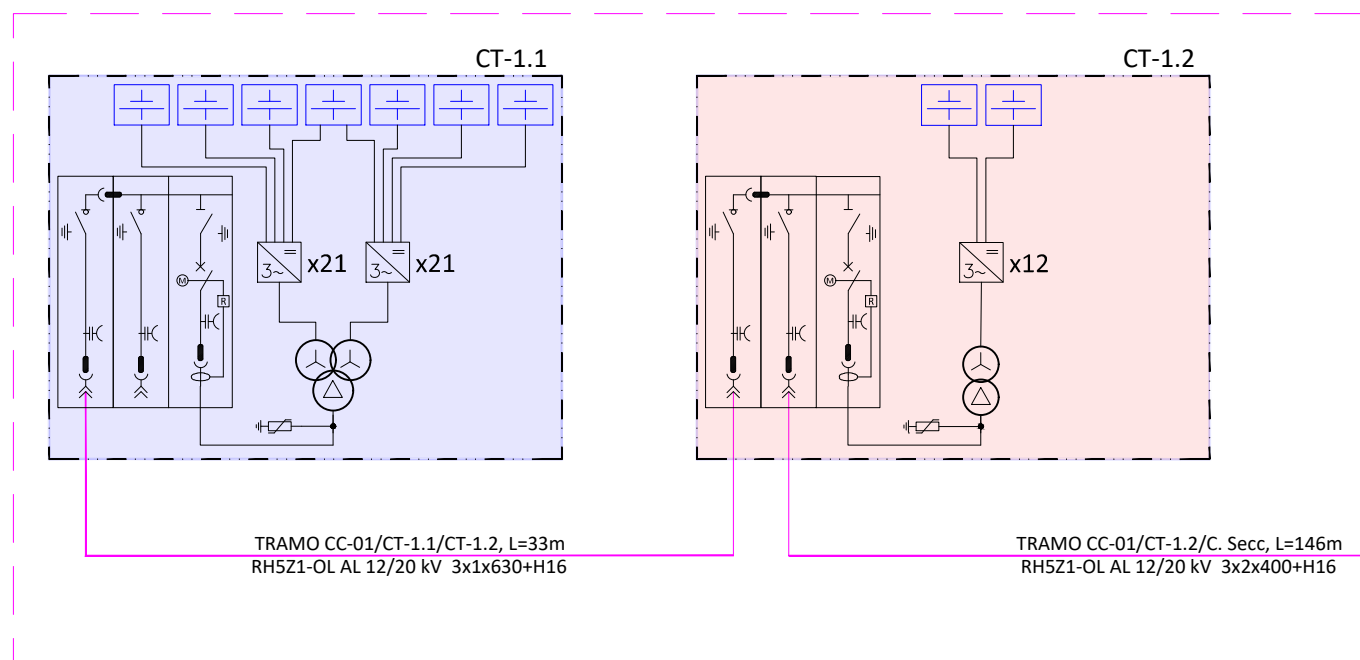
CENTRO DE SECCIONAMIENTO Y CONTROL CS
CELDAS 24 kV, 630 A , 20kA

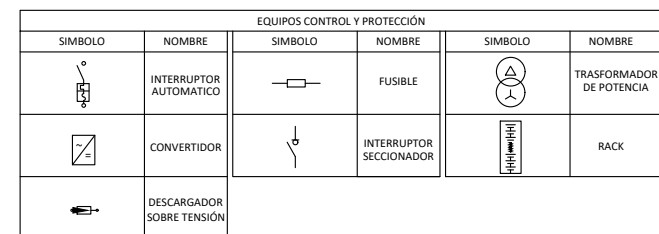


PLANTA MER 2

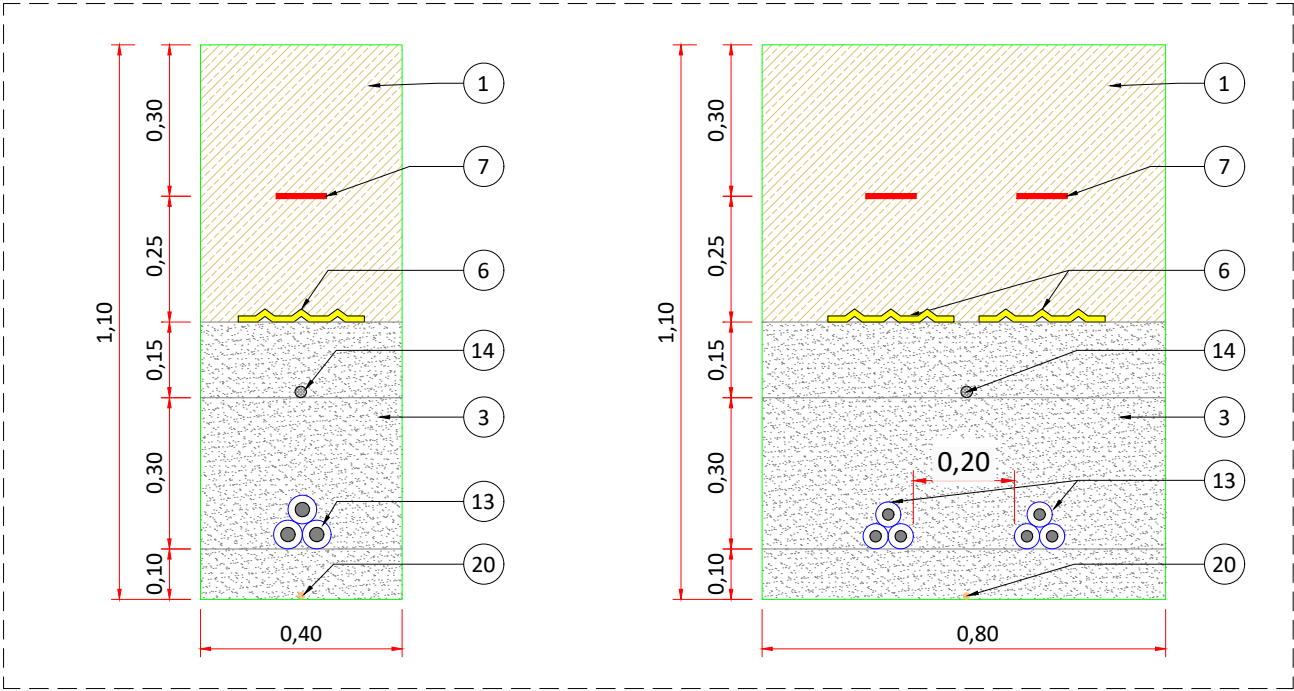


HIBRIDACIÓN MEDIANTE NUEVO MÓDULO DE BATERÍAS "BESS MER 2"

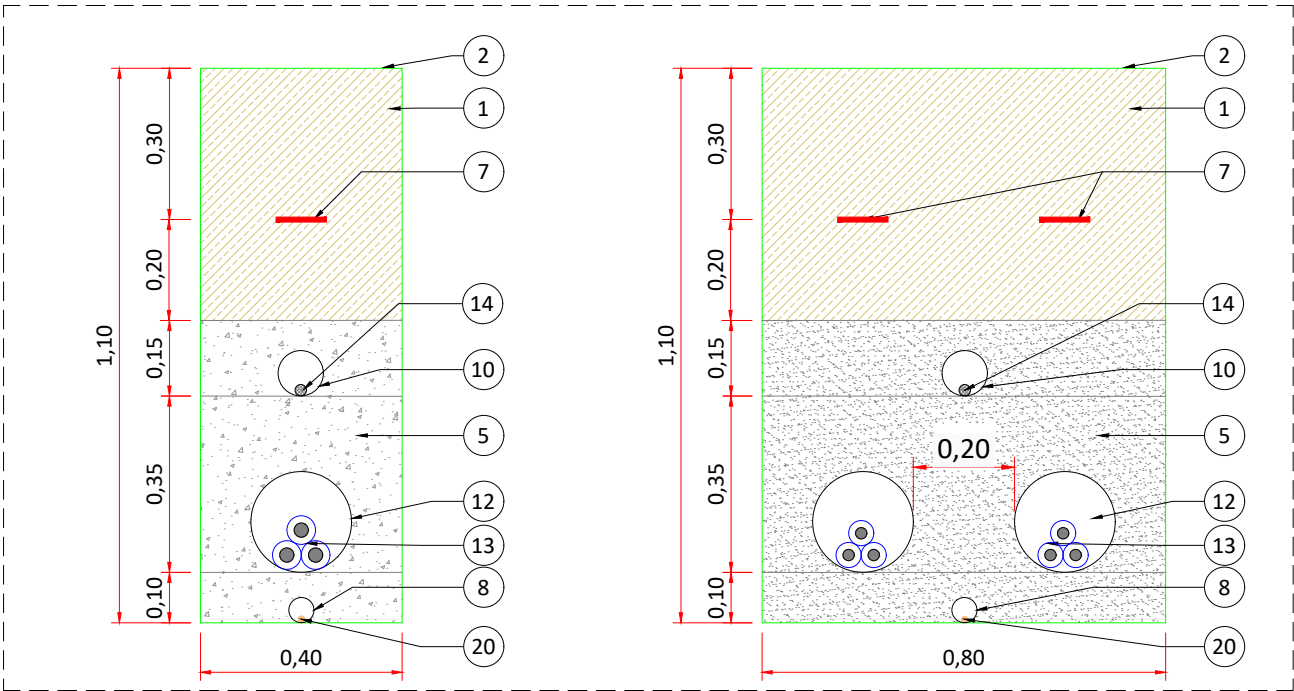




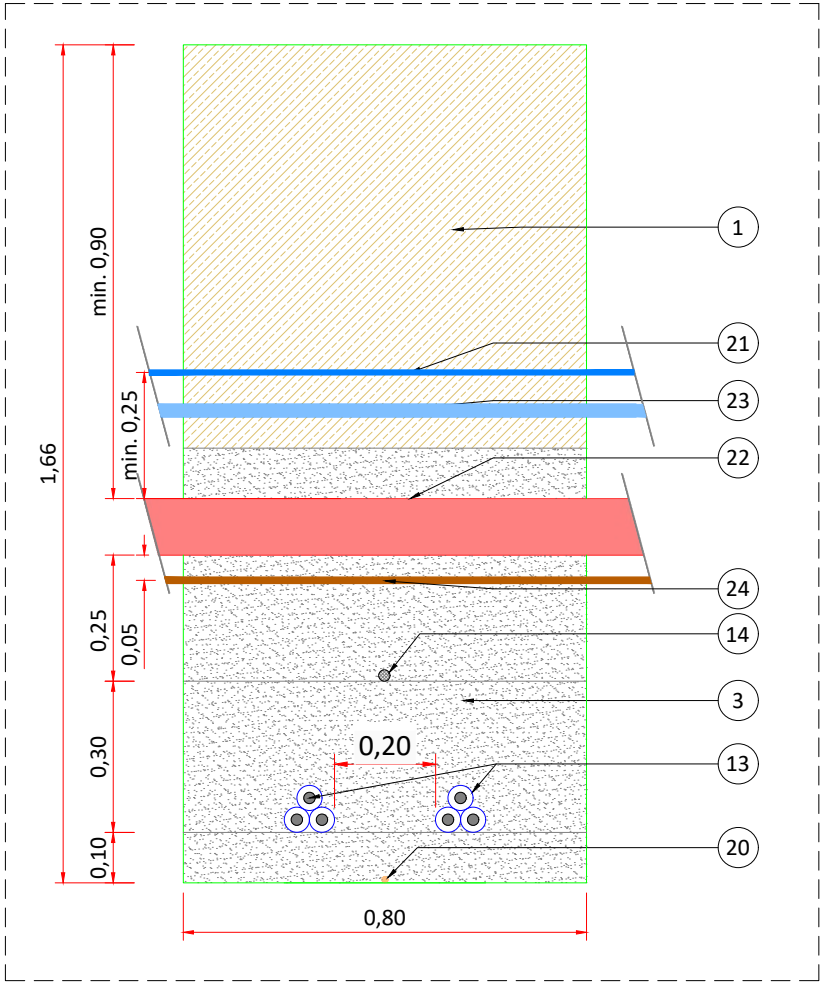
ZANJA MT - DETALLE



ZANJA MT - CRUCES DE CAMINOS



CRUZAMIENTO CON MT EXISTENTE



CUADRO DE INFORMACIÓN

LEYENDA

- 1 MATERIAL DE EXCAVACIÓN
- 2 SEGÚN PLANO SECCIÓN TIPO CAMINOS
- 3 ARENA
- 4 ESCOLLERA PEQUEÑA
- 5 HORMIGÓN EN MASA
- 6 PLACA PVC PROTECCIÓN
- 7 CINTA SEÑALIZACIÓN
- 8 TUBO PEAD DOBLE PARED Ø50 MM
- 9 TUBO PEAD DOBLE PARED Ø63 MM
- 10 TUBO PEAD DOBLE PARED Ø90 MM
- 11 TUBO PEAD DOBLE PARED Ø160 MM
- 12 TUBO PEAD DOBLE PARED Ø200 MM
- 13 CABLES DE MEDIA TENSIÓN
- 14 CABLE DE FIBRA ÓPTICA
- 15 CABLES DE BAJA TENSIÓN DC DE ESS A CONVERTIDOR (PCS)
- 16 CABLES DE BAJA TENSIÓN AC DE CONVERTIDOR (PCS) A CT
- 17 ALIMENTACIÓN SERVICIOS AUXILIARES AC CT A DTS
- 18 ALIMENTACIÓN SERVICIOS AUXILIARES AC DTS A ESS
- 19 TUBO DE COMUNICACIONES
- 20 CABLE RED DE TIERRAS DE PROTECCIÓN
- 21 PLACA PROTECCIÓN CABLES (EXISTENTE)
- 22 LÍNEA MEDIA TENSIÓN (EXISTENTE)
- 23 CABLE ARMADO PARA FIBRA ÓPTICA SCADA (EXISTENTE)
- 24 CABLE DE COBRE DESNUDO - RED DE TIERRAS - (EXISTENTE)

NOTA:

CLIENTE:
BLOGGERS ENERGÍAS RENOVABLES, S.L.

PROYECTO:
BESS MER2
MÉRIDA (BADAJOZ)

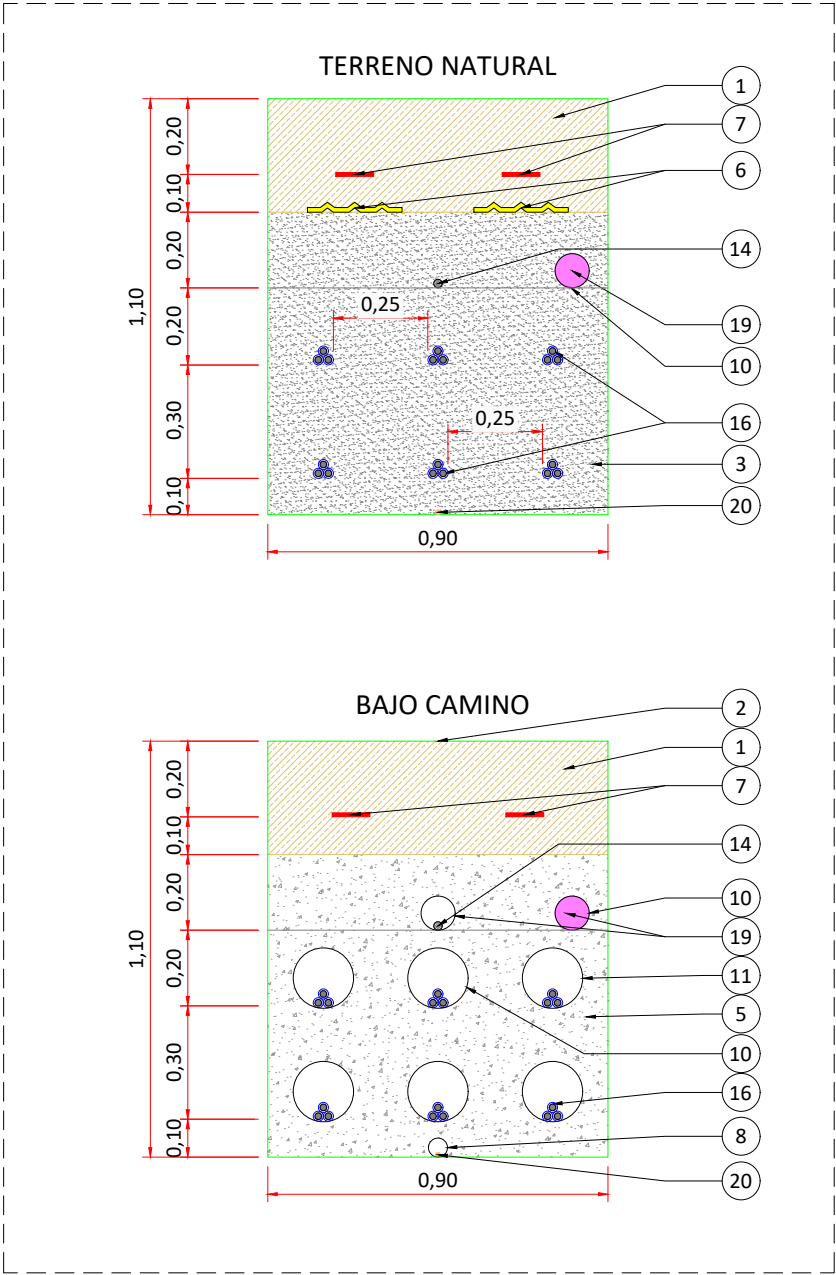
AUTOR:
ideaEnergía
soluciones integradas

ESCALA:
1:15
0m 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5

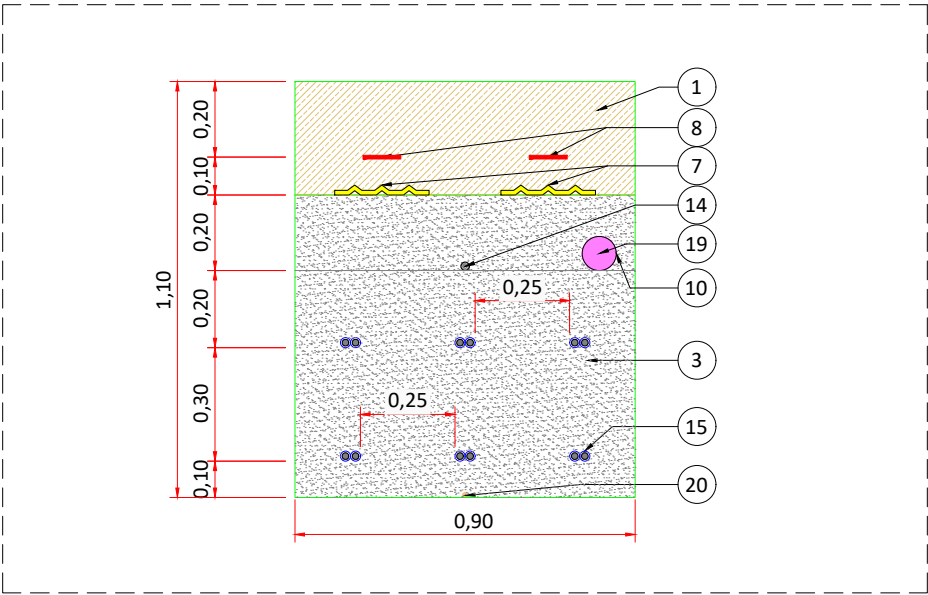
PLANO:
PROYECTO DE EJECUCIÓN
DETALLES OBRA ELECTRICA. SECCIÓN
TIPO ZANJAS MT

FECHA:	ABRIL-2026	Nº:	BAMR2-PE-10	Rev	0
DIBUJADO:	A.J.O.V	FORMATO:	A3		
REVISADO:	R.S.J.	PAG.	01 DE 03		

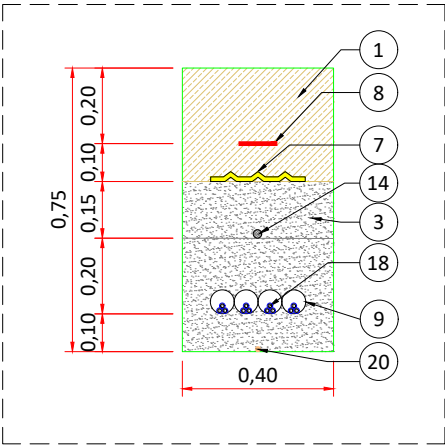
ZANJA BT AC PCS A CT



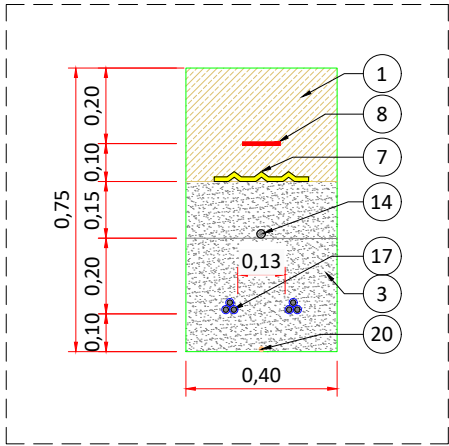
ZANJA BT DC - ESS A PCS



ZANJA BT AC - DTS A ESS



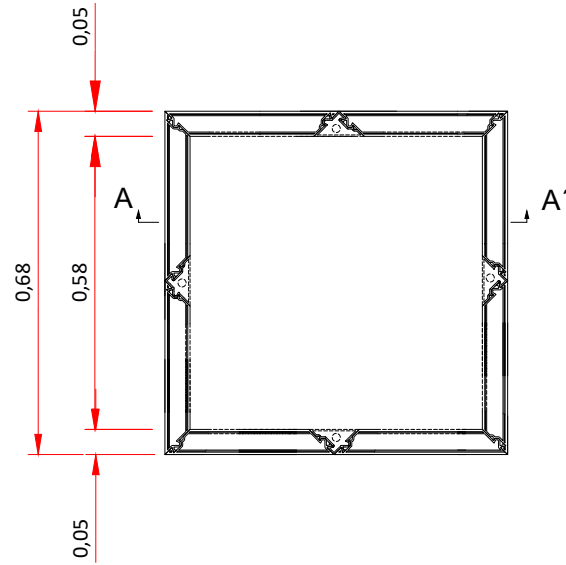
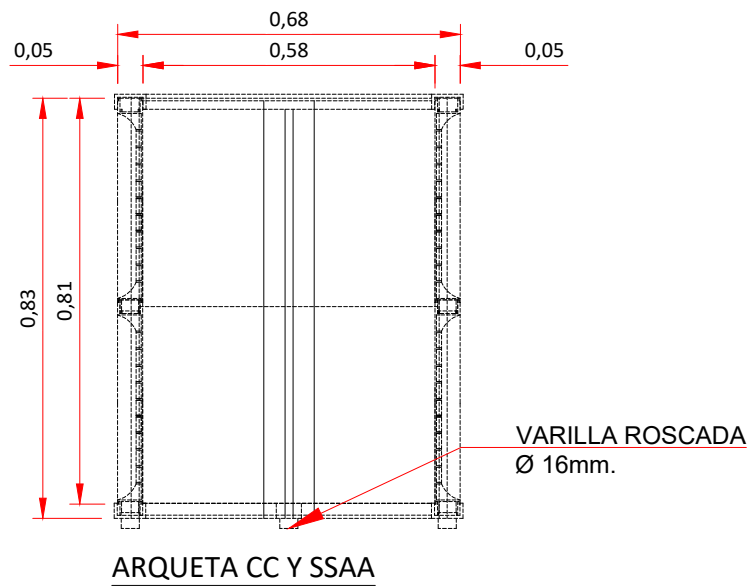
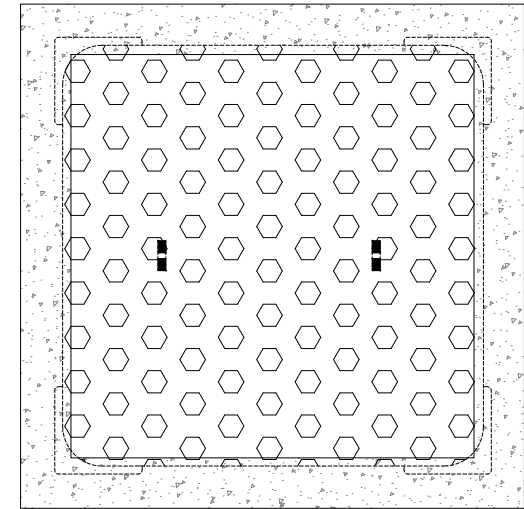
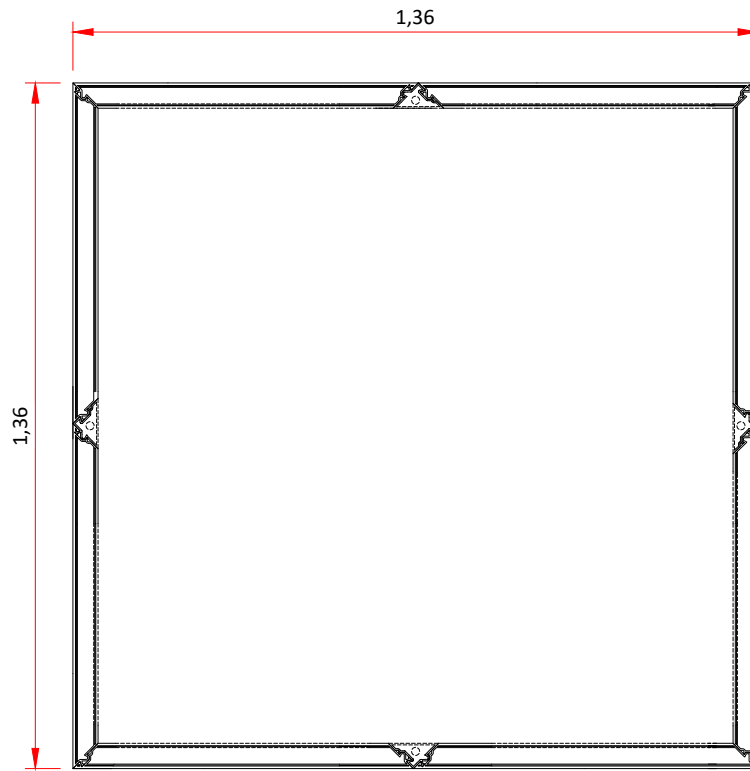
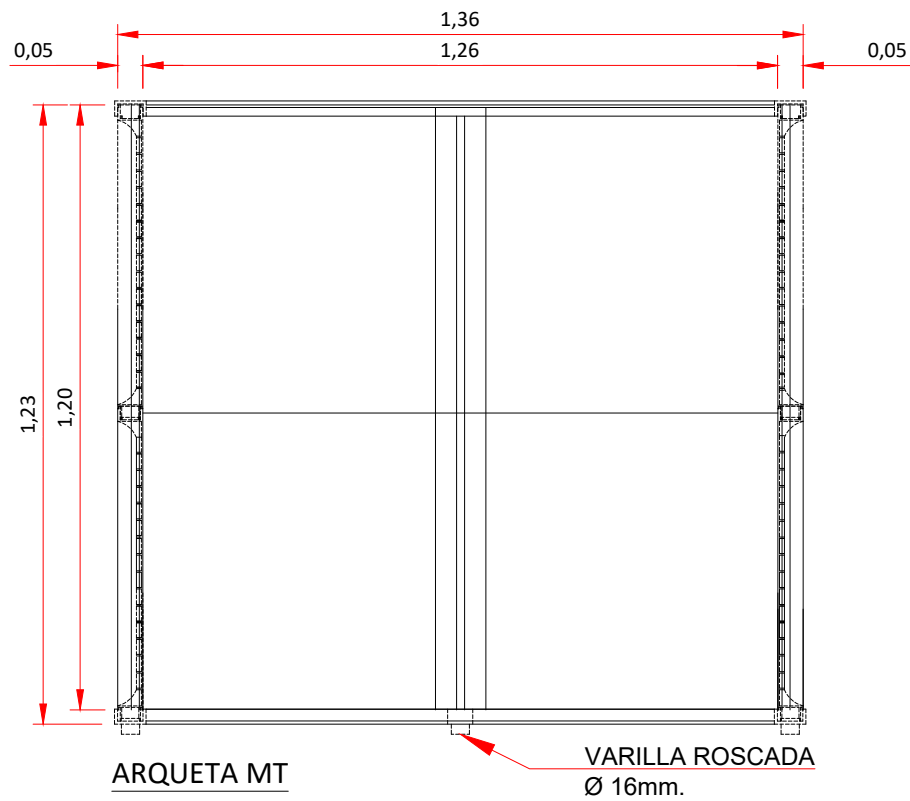
ZANJA BT AC - CT A DTS



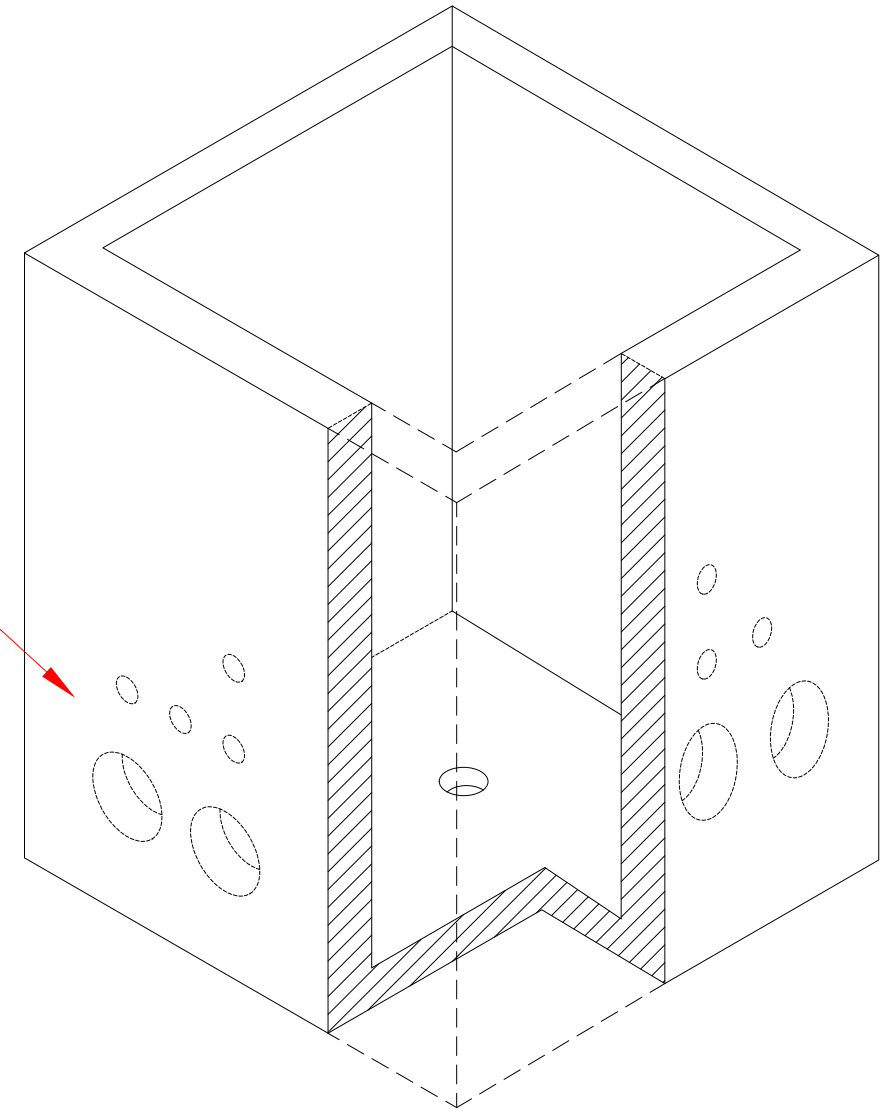
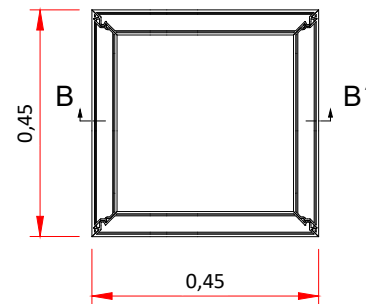
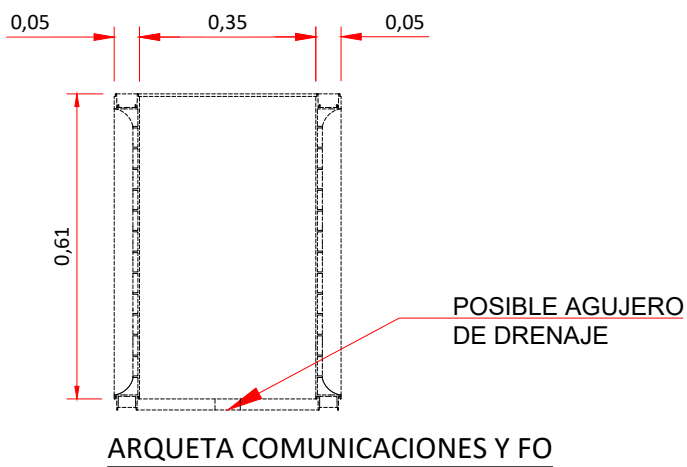
CUADRO DE INFORMACIÓN

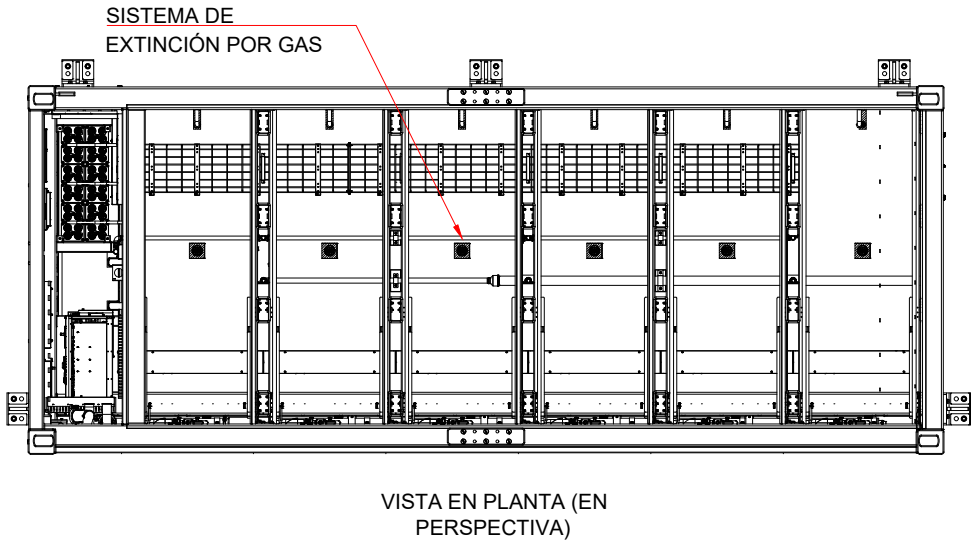
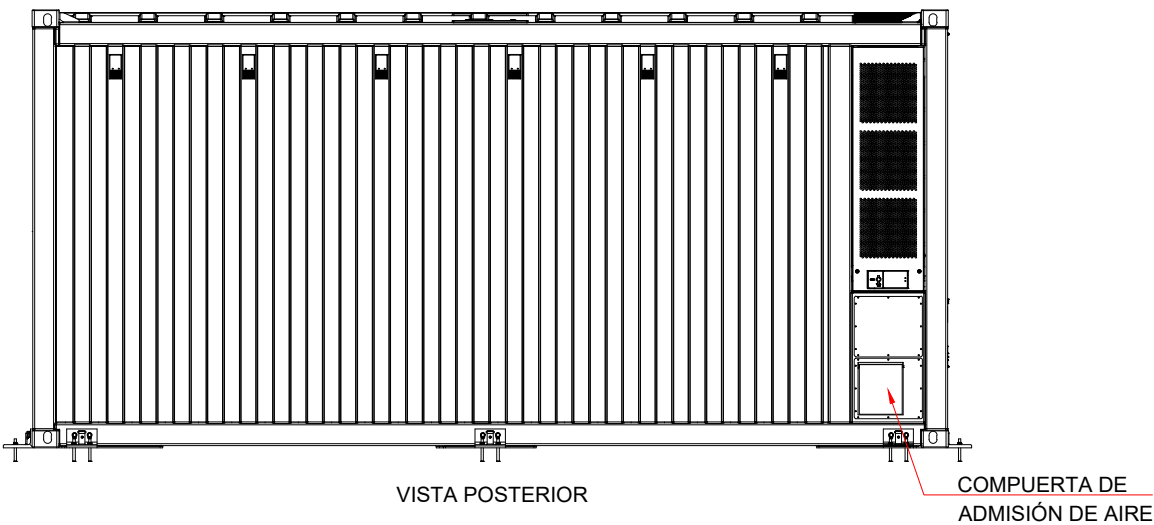
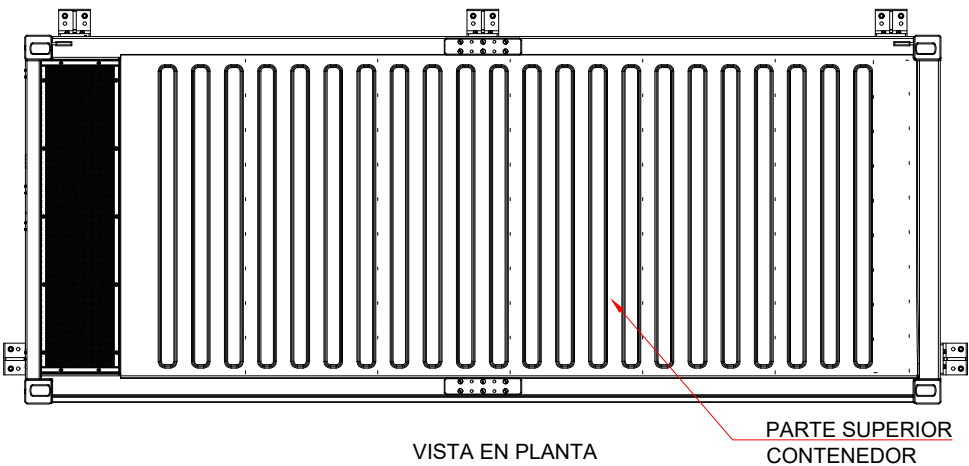
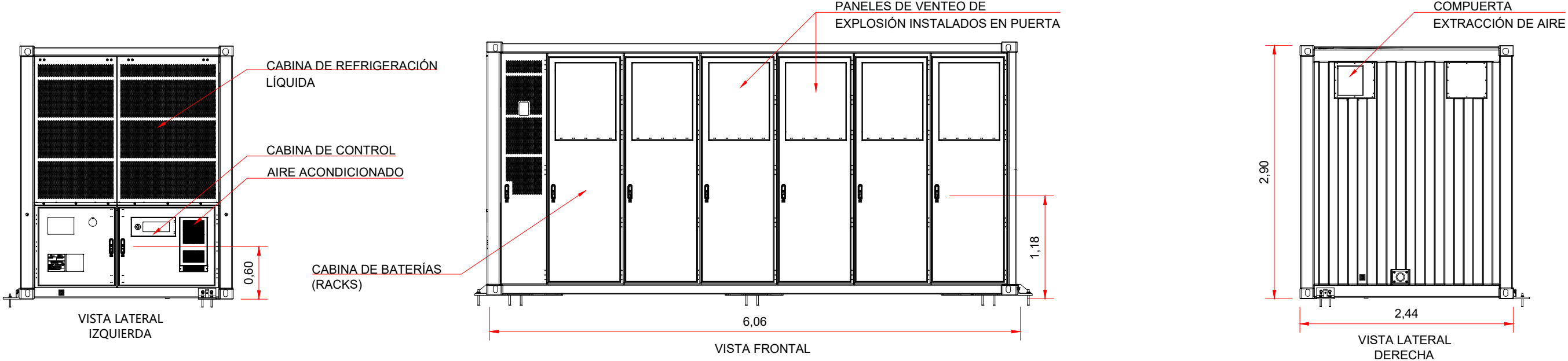
LEYENDA

- 1 MATERIAL DE EXCAVACIÓN
- 2 SEGÚN PLANO SECCIÓN TIPO CAMINOS
- 3 ARENA
- 4 ESCOLLERA PEQUEÑA
- 5 HORMIGÓN EN MASA
- 6 PLACA PVC PROTECCIÓN
- 7 CINTA SEÑALIZACIÓN
- 8 TUBO PEAD DOBLE PARED Ø50 MM
- 9 TUBO PEAD DOBLE PARED Ø63 MM
- 10 TUBO PEAD DOBLE PARED Ø90 MM
- 11 TUBO PEAD DOBLE PARED Ø160 MM
- 12 TUBO PEAD DOBLE PARED Ø200 MM
- 13 CABLES DE MEDIA TENSIÓN
- 14 CABLE DE FIBRA ÓPTICA
- 15 CABLES DE BAJA TENSIÓN DC DE ESS A CONVERTIDOR (PCS)
- 16 CABLES DE BAJA TENSIÓN AC DE CONVERTIDOR (PCS) A CT
- 17 ALIMENTACIÓN SERVICIOS AUXILIARES AC CT A DTS
- 18 ALIMENTACIÓN SERVICIOS AUXILIARES AC DTS A ESS
- 19 TUBO DE COMUNICACIONES
- 20 CABLE RED DE TIERRAS DE PROTECCIÓN
- 21 PLACA PROTECCIÓN CABLES (EXISTENTE)
- 22 LÍNEA MEDIA TENSIÓN (EXISTENTE)
- 23 CABLE ARMADO PARA FIBRA ÓPTICA SCADA (EXISTENTE)
- 24 CABLE DE COBRE DESNUDO - RED DE TIERRAS - (EXISTENTE)

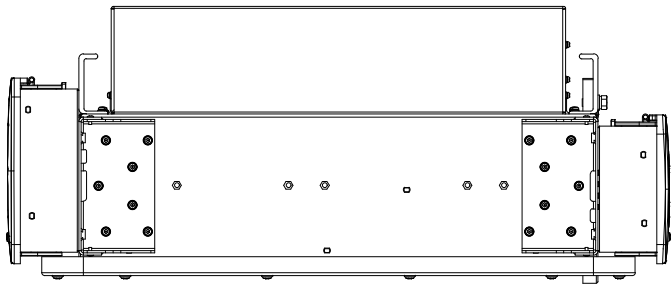


ORIFICIOS SEGÚN
SECCIÓN TRINCHERAS

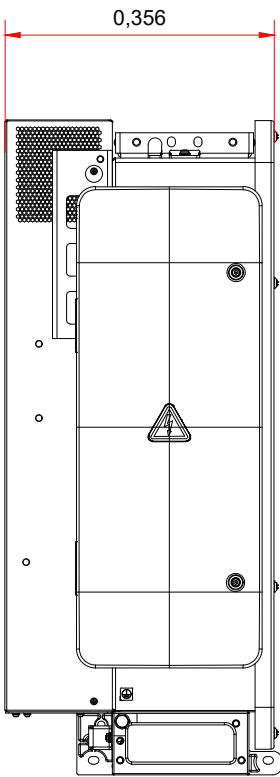




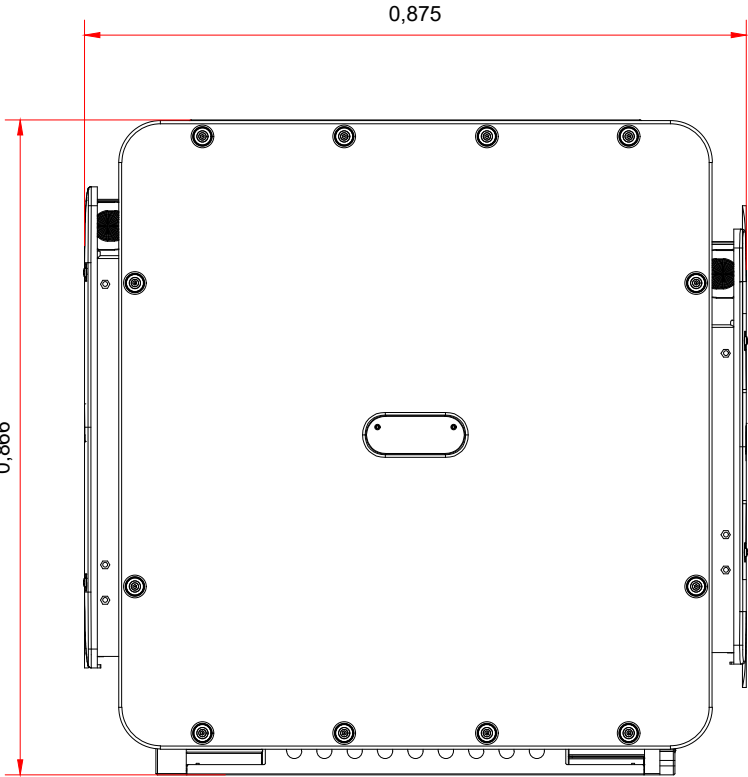
NOTAS:
1. LAS DIMENSIONES DEL CONTENEDOR SON SOLO DE REFERENCIA. LAS DIMENSIONES REALES DEL PRODUCTO PREVALECEEN SOBRE LAS INDICADAS EN EL PLANO.
2. TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN EN METROS (M), SALVO QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO.



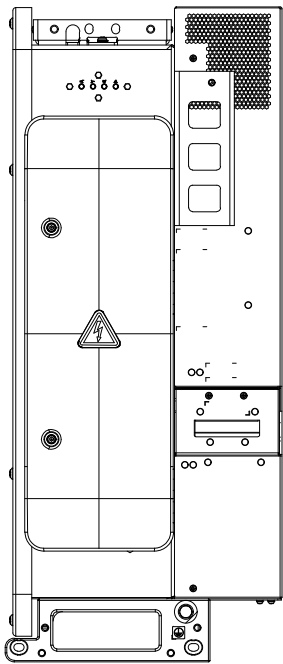
VISTA EN PLANTA



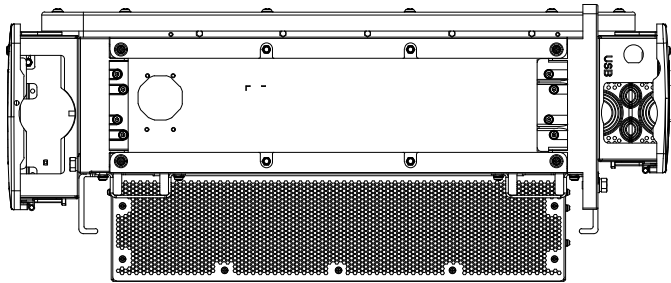
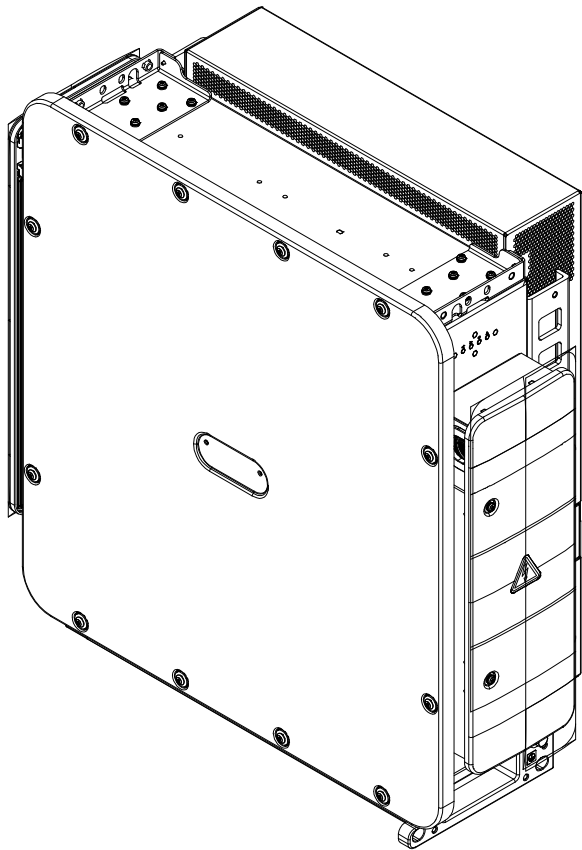
VISTA LATERAL
IZQUIERDA



VISTA FRONTAL

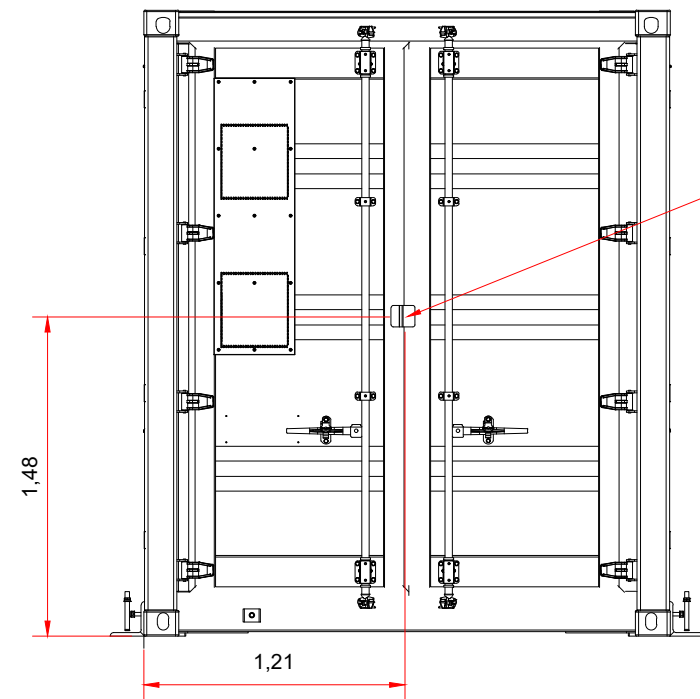


VISTA LATERAL
DERECHA

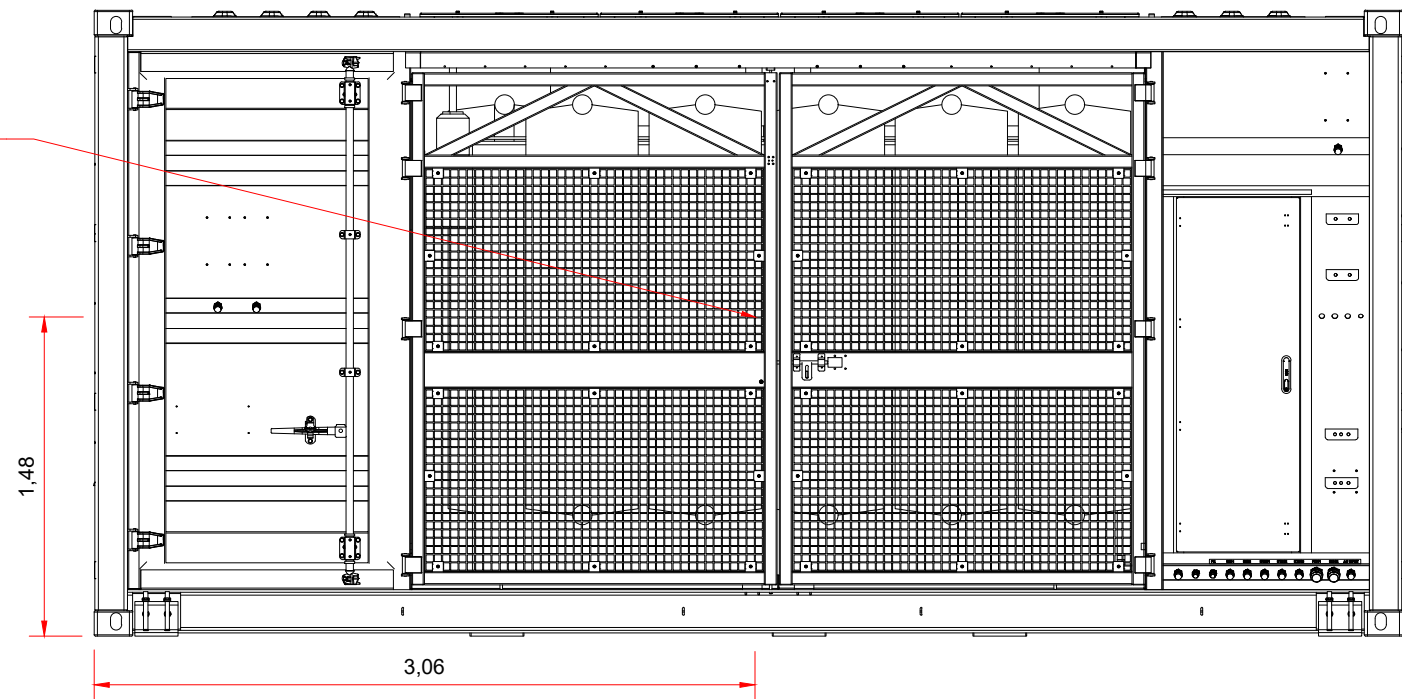


VISTA INFERIOR

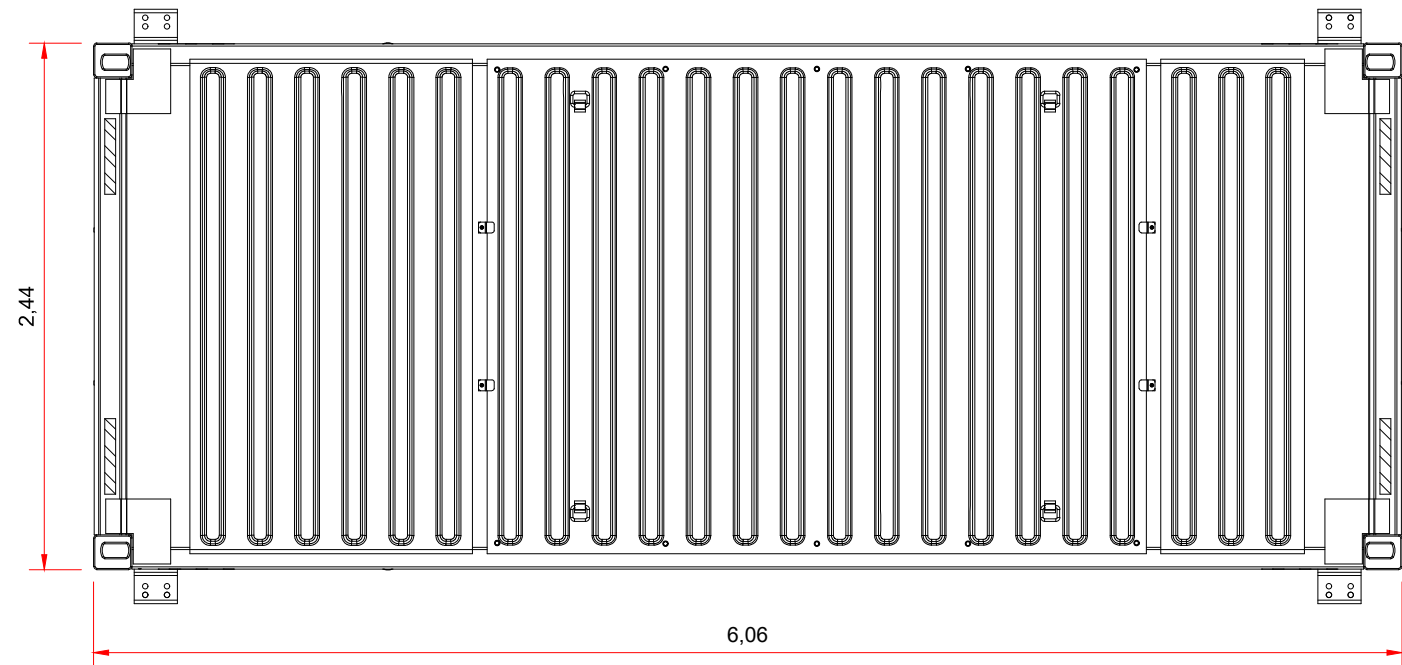
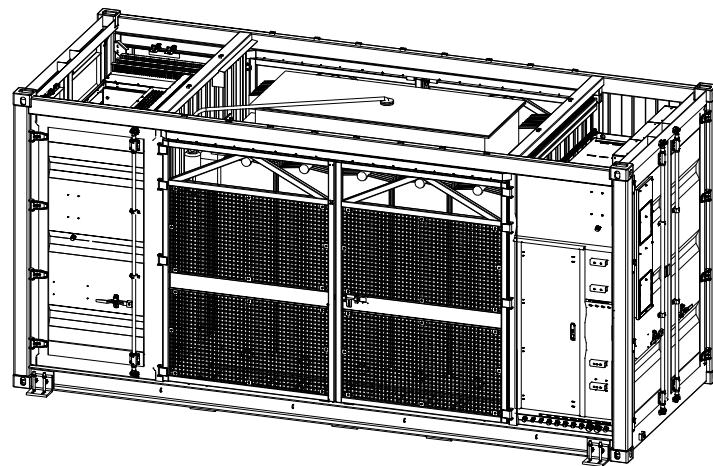
- NOTAS:
- 1. LAS DIMENSIONES DEL CONVERTIDOR SON SOLO DE REFERENCIA. LAS DIMENSIONES REALES DEL PRODUCTO PREVALECEN SOBRE LAS INDICADAS EN EL PLANO.
 - 2.TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN EN METROS (M), SALVO QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO.



VISTA LATERAL

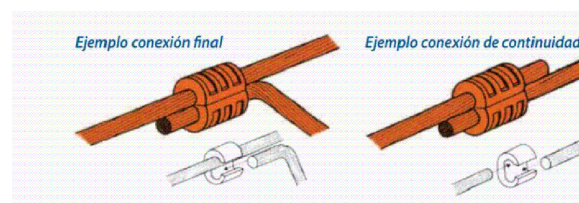
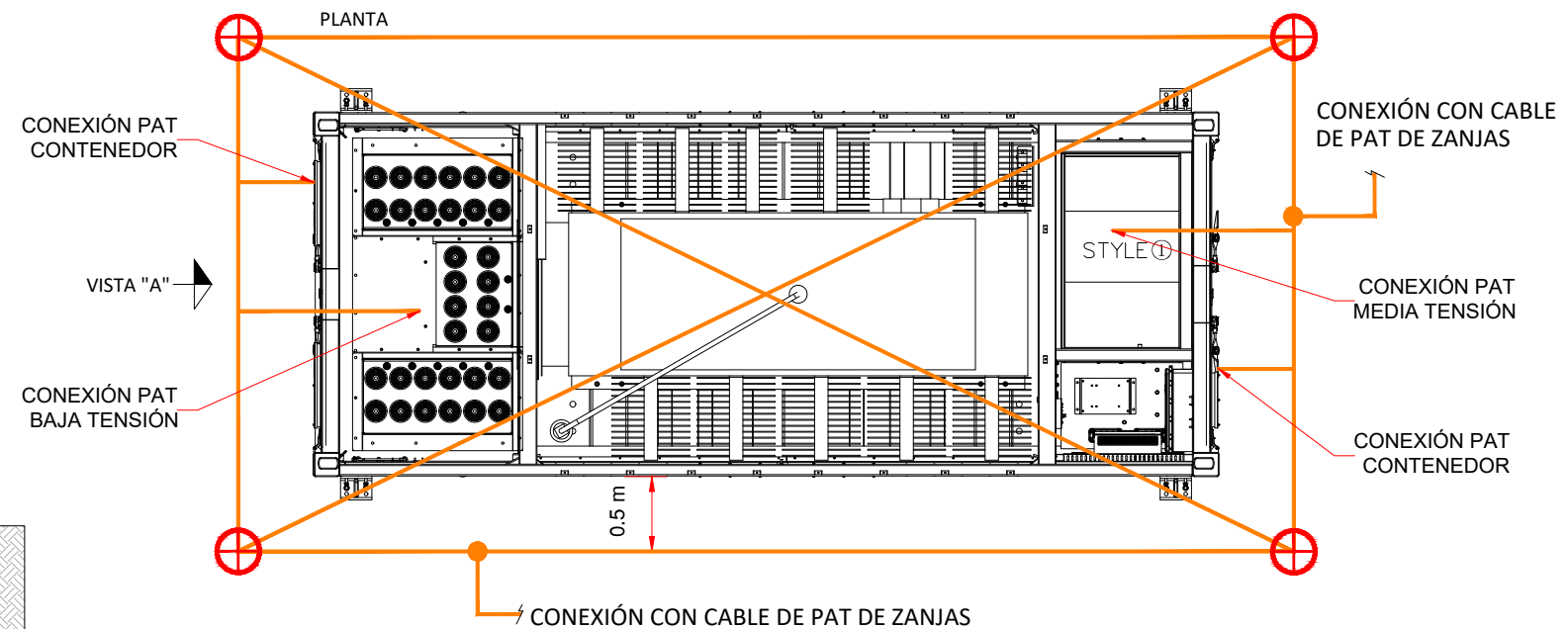
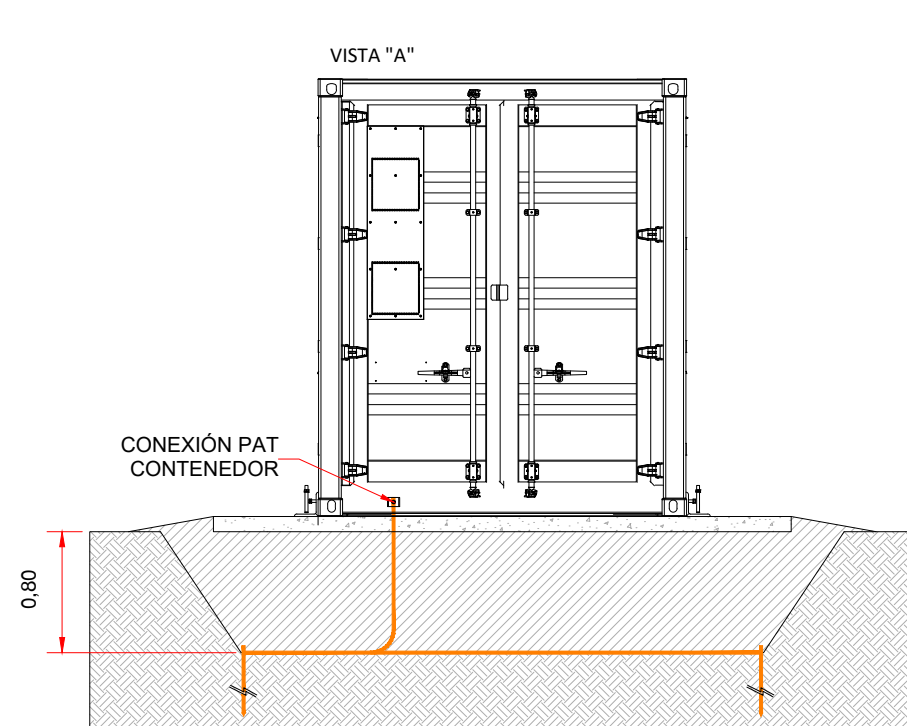


VISTA FRONTAL



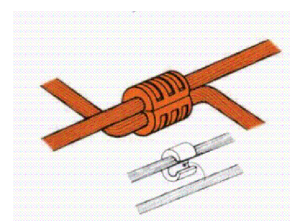
VISTA SUPERIOR

- NOTAS:
1. LAS DIMENSIONES DEL CT SON SOLO DE REFERENCIA. LAS DIMENSIONES REALES DEL PRODUCTO PREVALECEEN SOBRE LAS INDICADAS EN EL PLANO.
 2. EL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN JUPITER-3000K Y JUPITER-9000K COMPARTEN EL MISMO TIPO DE CONTENEDOR
 3. TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN EN METROS (M), SALVO QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO.

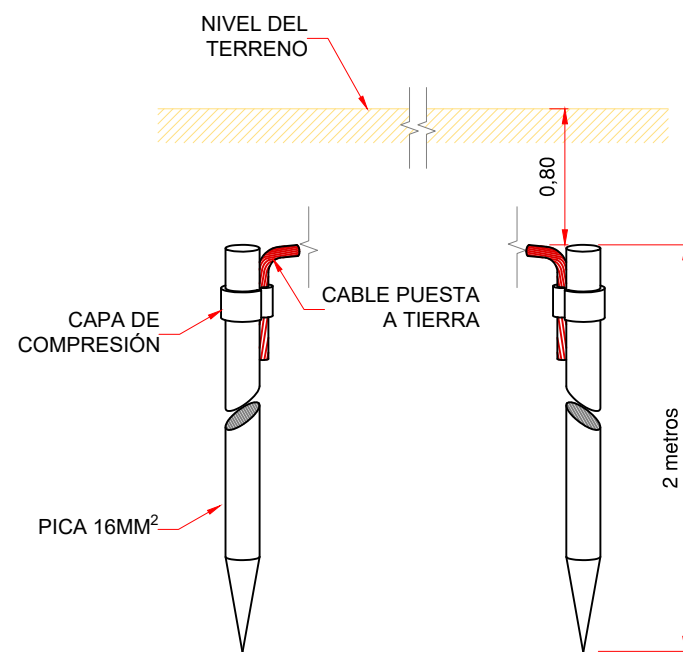


CONEXIÓN EN "T"

CONEXIÓN DE CONTINUIDAD



DETALLE GRAPA COMPRESIÓN



DETALLE PICA PUESTA A TIERRA

LEYENDA:

- CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO DE 50 mm²
- ⊕ PICA DE TIERRAS DE 16 MM DE DIÁMETRO Y 2 METROS DE LONGITUD SIN REGISTRO Y CON CONECTOR DE COMPRESIÓN

NOTA:

- Se dará tierra a todas las partes metálicas de la instalación susceptibles de estar a tensión.
- Las conexiones de puesta a tierra internas del CT deberán hacerse según las indicaciones del fabricante y en los puntos reservados para este fin.
- El anillo exterior estará formado por conductor de cobre desnudo de 50 mm² y se extenderá 0,5 metros por fuera del contenedor.
- Una vez instalado y ejecutada la puesta a tierra, se deberán comprobar los valores de tensiones de paso y contacto, confirmando el cumplimiento con la normativa.
- Las pantallas de los cables de MT se pondrán a Tierra en ambos extremos.
- Aprovechando las zanjás, a lo largo de la planta se instalará conductor de puesta a tierra, conectando los diferentes elementos y formando una única malla, en donde sea necesario para cumplir con las tensiones de paso y contacto, así como con la normativa correspondiente.

NOTA:

CLIENTE:

BLOGGERS ENERGÍAS RENOVABLES, S.L.

PROYECTO:

BESS MER2
MÉRIDA (BADAJOZ)

AUTOR:

ideaEnergía
soluciones integradas

ESCALA:

1:50
0m 0.5 1 1.5 2

PLANO:

PROYECTO DE EJECUCIÓN
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN. PUESTA DE TIERRA

FECHA:

ABRIL-2026

Nº:

BAMR2-PE-14

Rev

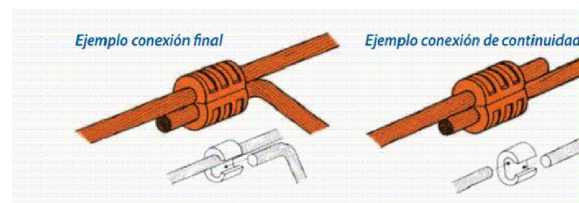
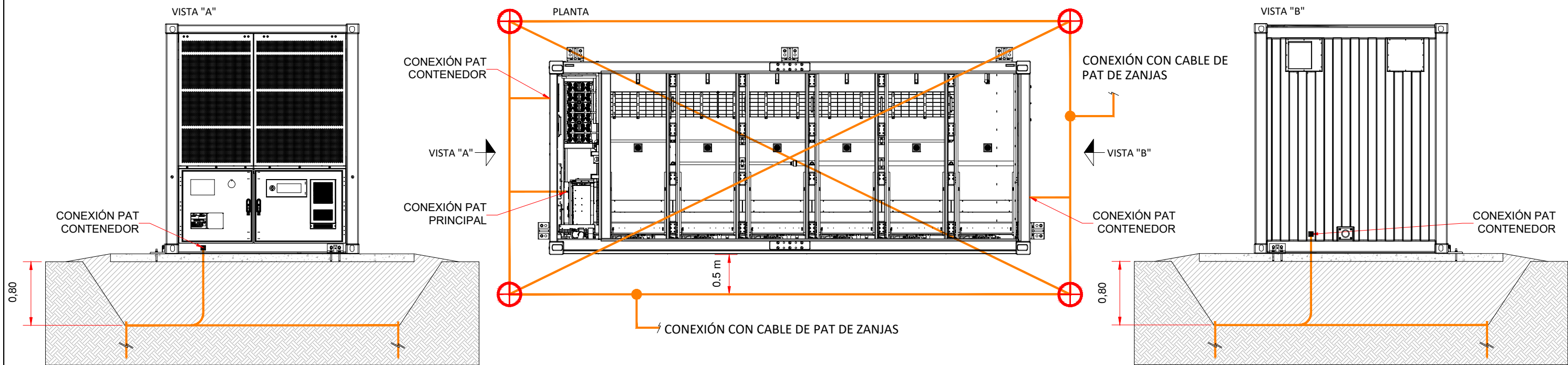
0

DIBUJADO: A.J.O.V

FORMATO: A3

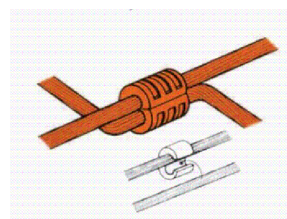
REVISADO: R.S.J.

PAG. 01 DE 02



CONEXIÓN EN "T"

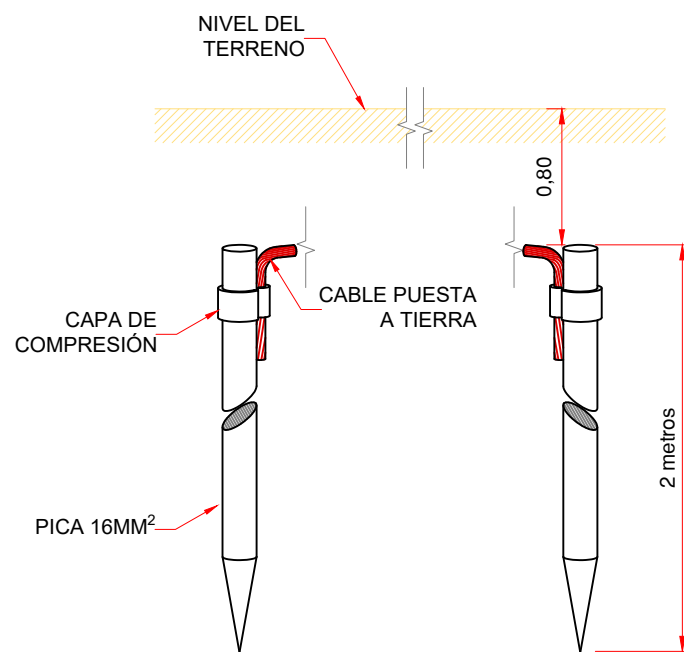
CONEXIÓN DE CONTINUIDAD



CONEXIÓN EN "X"



DETALLE GRAPA COMPRESIÓN



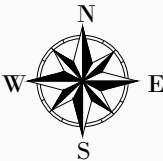
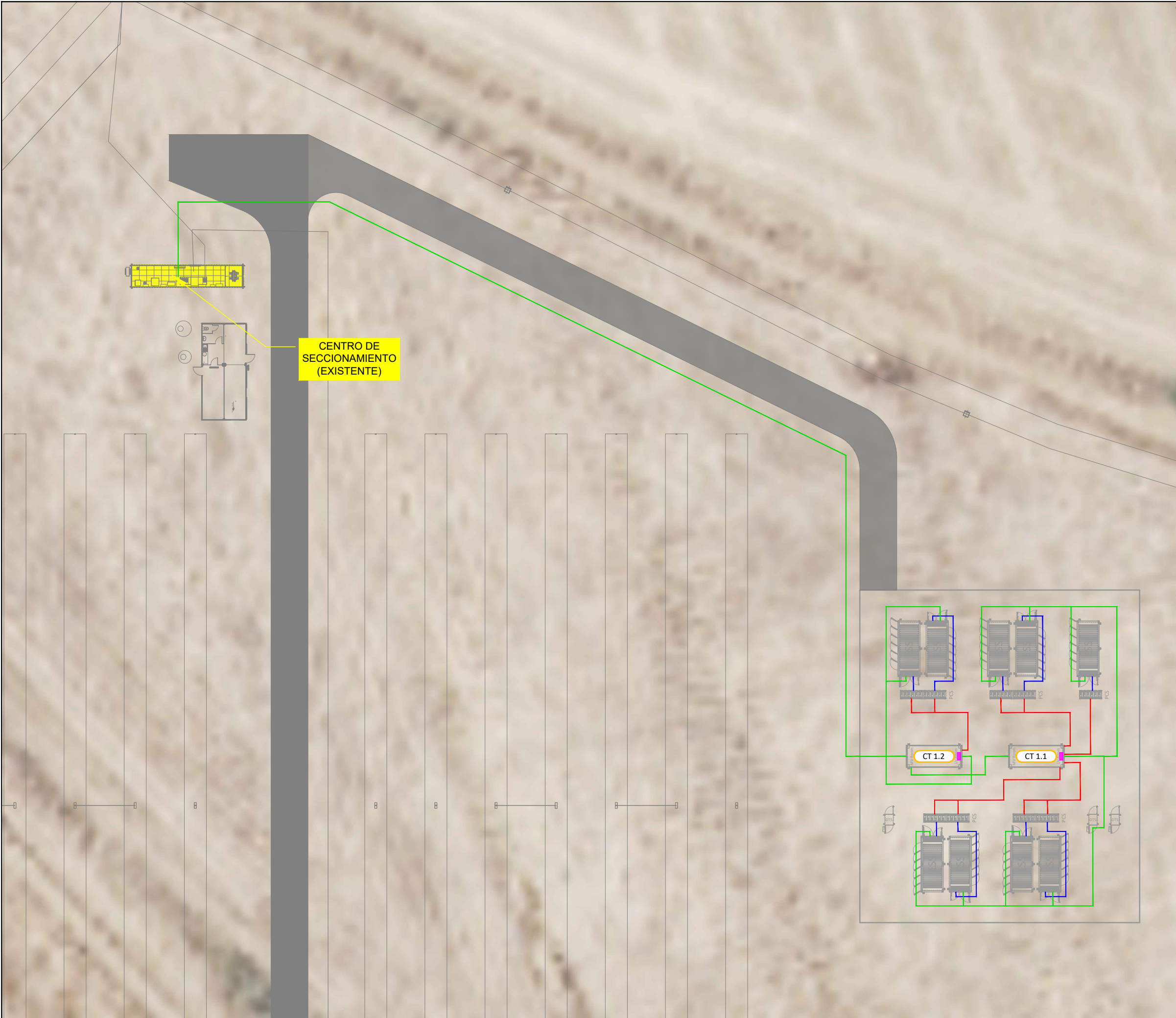
DETALLE PICA PUESTA A TIERRA

LEYENDA:

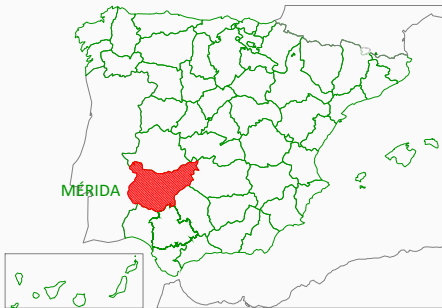
- CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO DE 50 mm²
- PICA DE TIERRAS DE 16 MM DE DIÁMETRO Y 2 METROS DE LONGITUD SIN REGISTRO Y CON CONECTOR DE COMPRESIÓN

NOTA:

- Se dará tierra a todas las partes metálicas de la instalación susceptibles de estar a tensión.
- Las conexiones de puesta a tierra internas del Contenedor deberán hacerse según las indicaciones del fabricante y en los puntos reservados para este fin.
- El anillo exterior estará formado por conductor de cobre desnudo de 50 mm² y se extenderá 0,5 metros por fuera del contenedor.
- Una vez instalado y ejecutada la puesta a tierra, se deberán comprobar los valores de tensiones de paso y contacto, confirmando el cumplimiento con la normativa.
- Las pantallas de los cables de MT se pondrán a Tierra en ambos extremos.
- Aprovechando las zanjas, a lo largo de la planta se instalará conductor de puesta a tierra, conectando los diferentes elementos y formando una única malla, en donde sea necesario para cumplir con las tensiones de paso y contacto, así como con la normativa correspondiente.



MAPA DE ESPAÑA



CUADRO DE INFORMACIÓN

LEYENDA

- Fibra Óptica Monomodo (F.O.)
- Cable CAN Bus
- Fast Ethernet (F.E.)
- Caja de Comunicación STS
- Centro de Seccionamiento (Existente)
- Contenedor BESS
- Centro de Transformación (STS)
- Power Conversion System (PCS)
- DTS

NOTAS:

La caja de comunicación STS, se debera confirmar su instalación en obra. pudiendo verse modificada su ubicación según se requiera.

NOTA:

CLIENTE:

BLOGGERS ENERGÍAS RENOVABLES, S.L.

PROYECTO:

BESS MER2
MÉRIDA (BADAJOZ)

AUTOR:



ESCALA:



PLANO:

PROYECTO DE EJECUCIÓN
TRAZADO DE COMUNICACIÓN

FECHA:

ABRIL-2026

Nº:

BAMR2-PE-15

Rev

0

DIBUJADO:

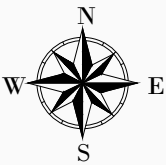
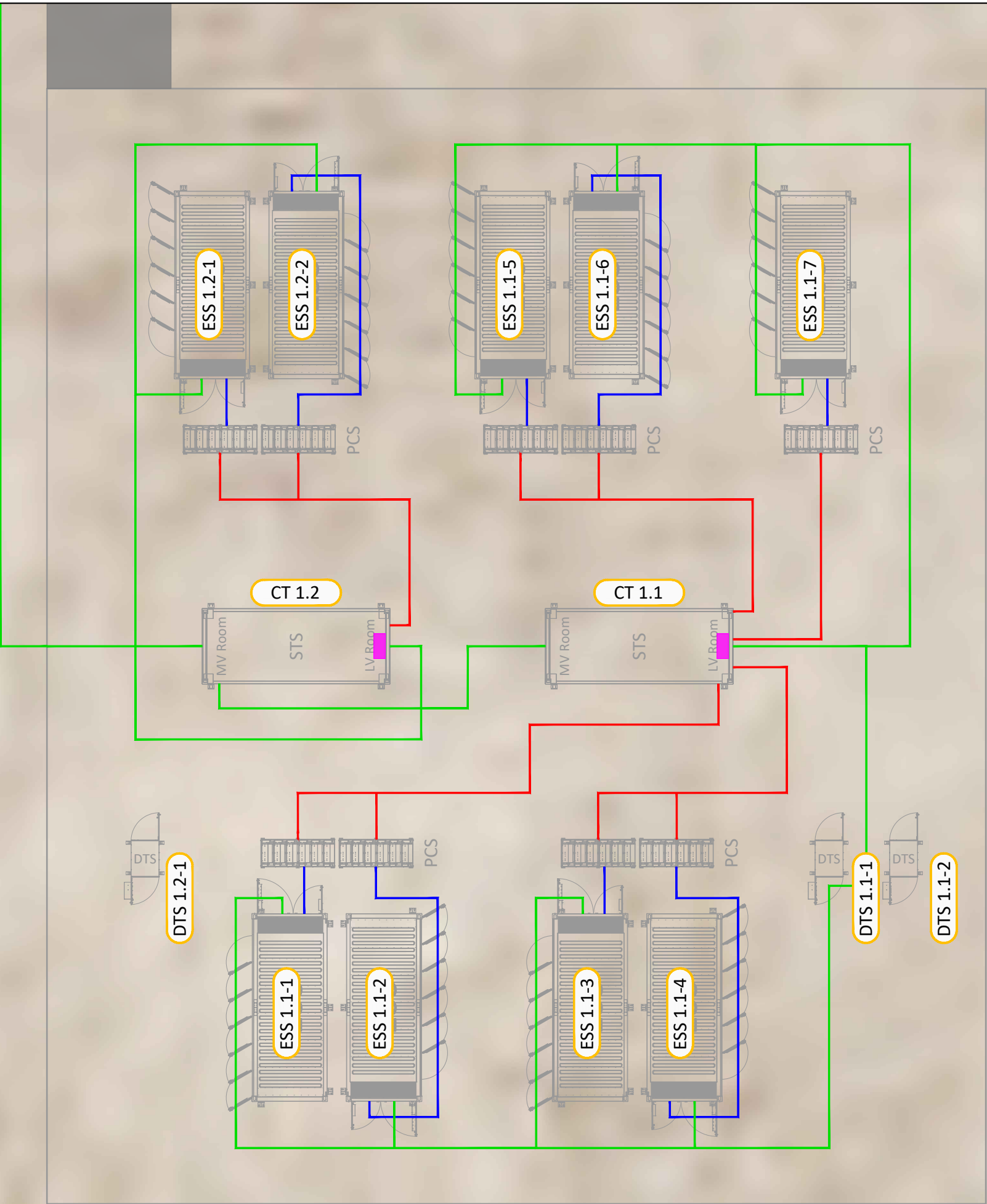
A.J.O.V

FORMATO: A3

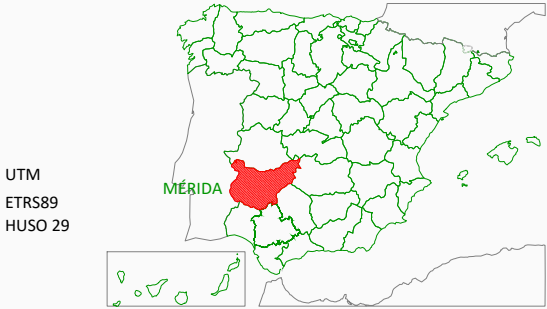
REVISADO:

R.S.J.

PAG. 01 DE 02



MAPA DE ESPAÑA



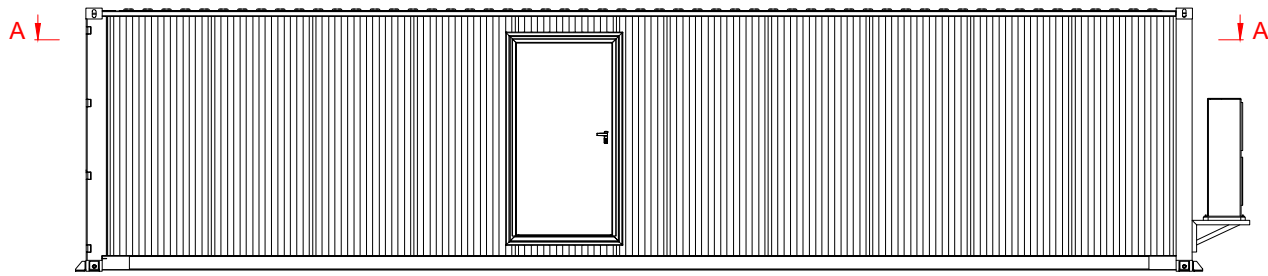
CUADRO DE INFORMACIÓN

LEYENDA

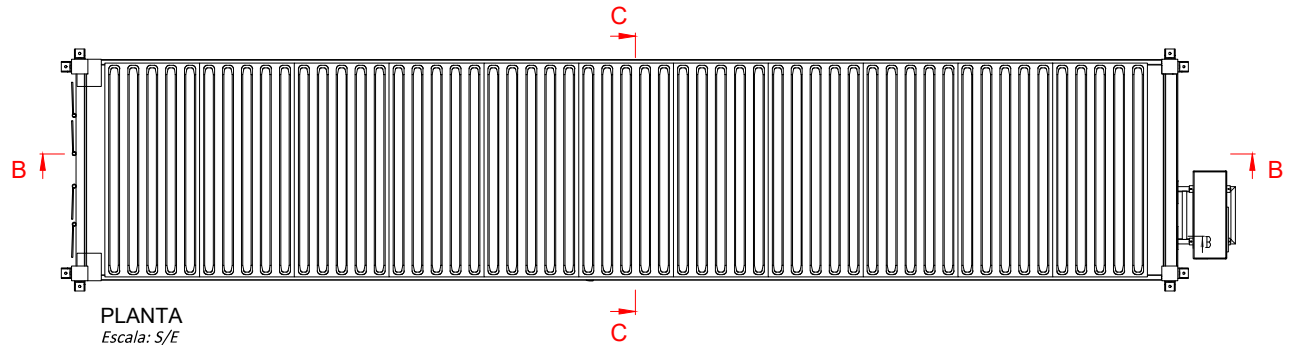
- Fibra Óptica Monomodo (F.O.)
- Cable CAN Bus
- Fast Ethernet (F.E.)
- Caja de Comunicación STS
- Centro de Seccionamiento (Existente)
- Contenedor BESS
- Centro de Transformación (STS)
- Power Conversion System (PCS)
- DTS

NOTAS:

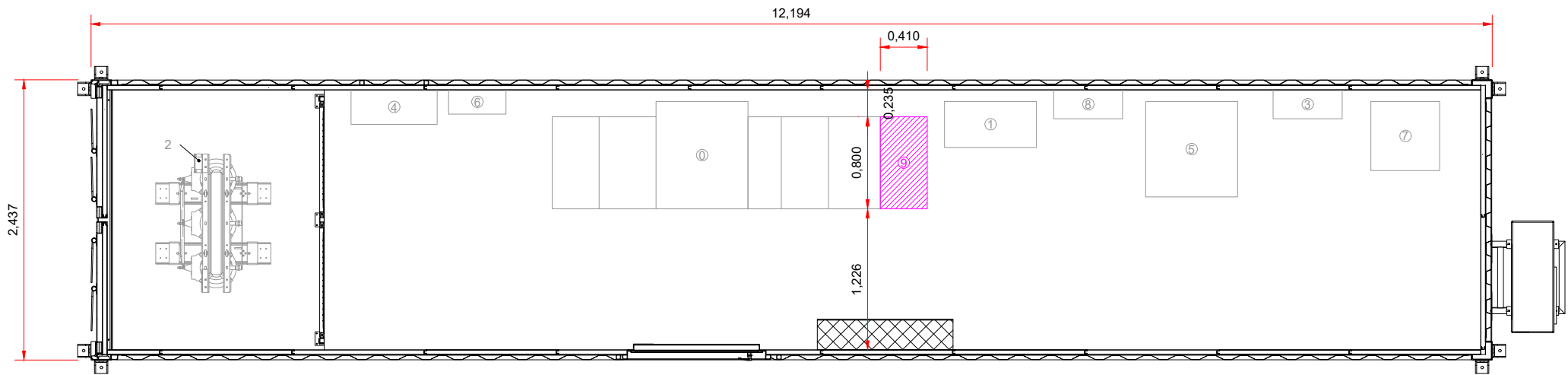
La caja de comunicación STS, se debera confirmar su instalación en obra. pudiendo verse modificada su ubicación según se requiera.



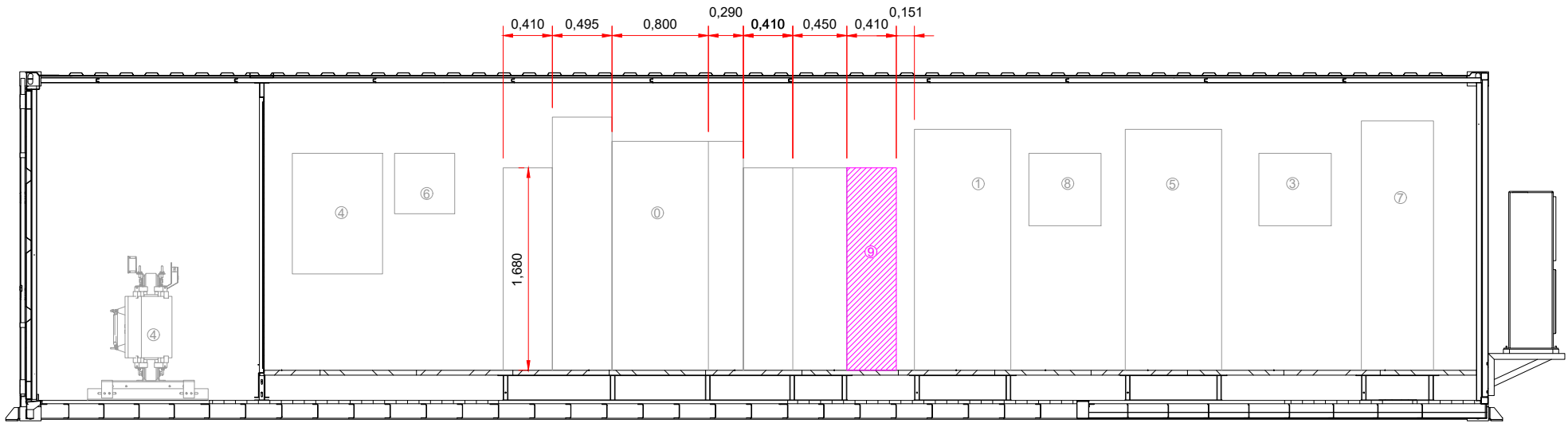
ALZADO
Escala: S/E



PLANTA
Escala: S/E

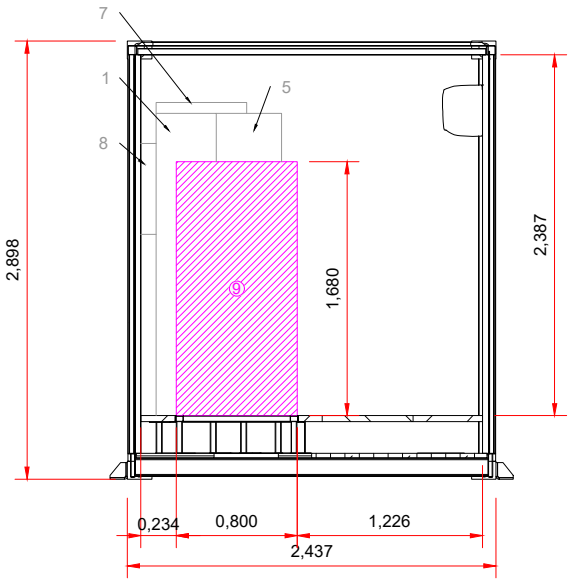


SECCIÓN A-A
Escala: 1/50



SECCIÓN B-B
Escala: 1/50

TAG DESCRIPTION	Equipment Tag	TAG nº	Width	Depth	Height
MV Switchgears	MVS	0	2855	934	2215
Main Distribucion Board	MDB	1	800	400	2000
Auxiliary Transformer	AST	2	1200	670	1192
Communication Board	CMB	3	600	250	600
Meters Board	MTB	4	750	300	1000
Battery System	BTS	5	800	830	2110
Resistors Board	RES	6	500	210	500
Scada Rack	SCA	7	600	600	2070
UPD DB	UDB	8	600	250	600
MV Switchgears BESS	MVS	9	410	800	1680



SECCIÓN C-C
Escala: 1/50

Notas:
- Se proyecta una celda de media tensión, de igual características que las ya instaladas, para conectar la instalación BESS MER2 en el embarrado del Centro de Seccionamiento existente.

LEYENDA

- Instalación Existente
■ Ampliación BESS

NOTA:

CLIENTE:
BLOGGERS ENERGÍAS RENOVABLES, S.L.

PROYECTO:
BESS MER2
MÉRIDA (BADAJOZ)

AUTOR:
ideaEnergía
soluciones integradas

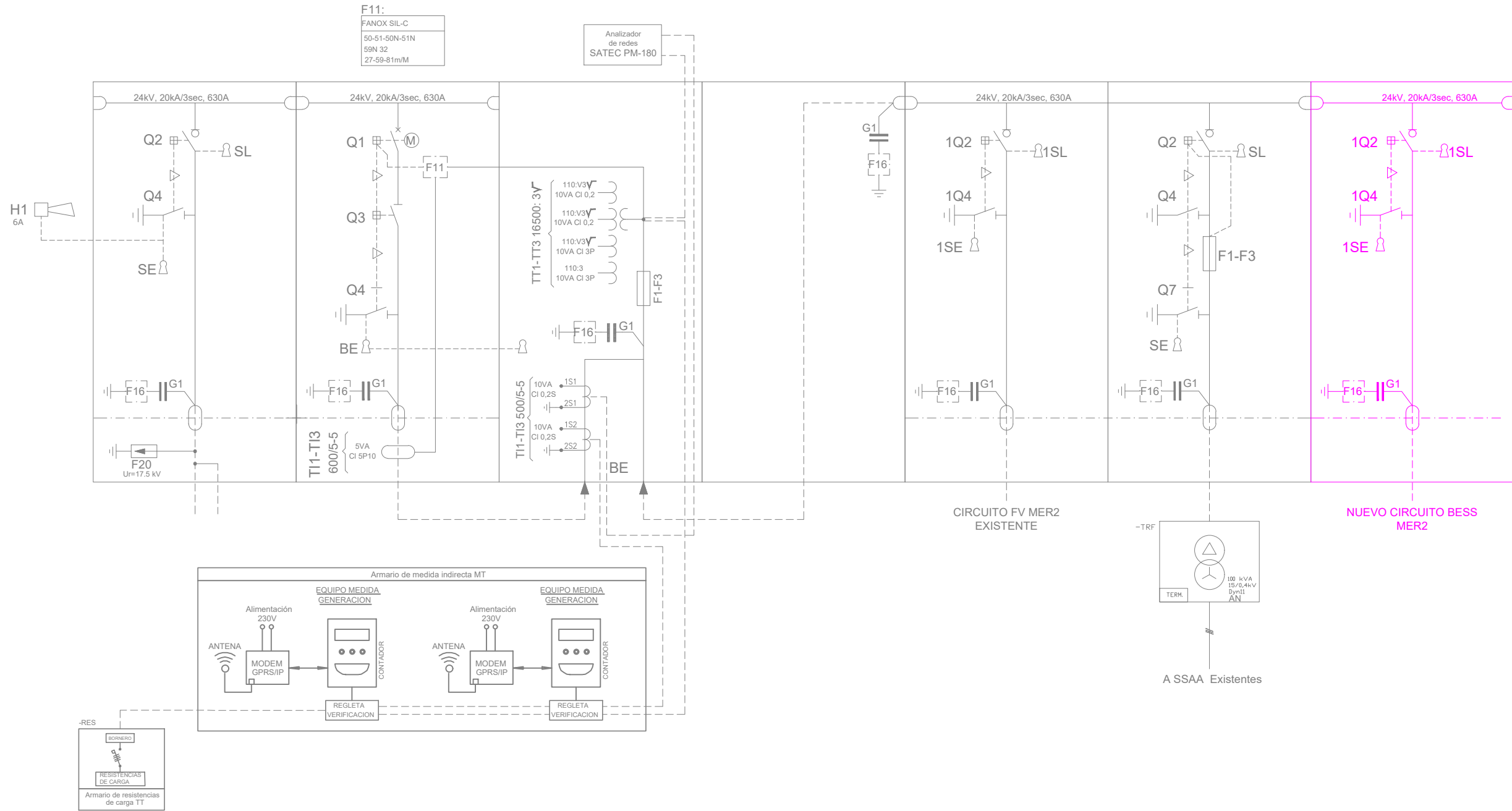
ESCALA:
1:50
0m 0.5 1 1.5 2

PLANO:
PROYECTO DE EJECUCIÓN
INTERCONEXIÓN. AMPLIACIÓN CS

FECHA: ABRIL-2026
DIBUJADO: A.J.O.V.
REVISADO: R.S.J.

Nº: BAMR2-PE-16
FORMATO: A3
PAG. 01 DE 01

PANEL ID /	J01	J02	J03	J04	J05	J06	J07
FUNCTION /	OUTGOING FEEDER W/LOAD BREAK SWITCH (SAIDA SUBESTACION)	INCOMING FEEDER WITH CIRCUIT BREAKER	CURRENT AND VOLTAGE METERING (AIR INSULATED)	BUS RISING (AIR INSULATED)	INCOMING/OUTGOING FEEDER WITH LOAD BREAK SWITCH (LINEA 1)	TRANSFORMER PROT. FEEDER WITH LBS + MV FUSE	INCOMING-OUTGOING FEEDER WITH LOAD BREAK SWITCH (LINEA 1- BESS)



E, PE		EARTHING, PROTECTION EARTHING	TI...		CURRENT TRANSFORMER
F...		MV FUSE	F...		OVERCURRENT DISCHARGER
G../F..		CAPACITY VOLTAGE INDICATOR	X...		PLUG-IN BUSHING
Q1...		VACUUM / 6F6 CIRCUIT BREAKER	H1		EARTHING WARNING HORN
Q2...		LOAD BREAK SWITCH	BE/SE/SL		KEYED MANUAL OPERATION
Q3...		DISCONNECTOR SWITCH			MECHANISM INTERLOCK
TT...		VOLTAGE TRANSFORMER			

LEYENDA

Instalación Existente

Ampliación BESS

Notas:

- Se proyecta una celda de media tensión, de igual características que las ya instaladas, para conectar la instalación BESS MER2 en el embarrado del Centro de Seccionamiento existente.

BLOGGERS

ENERGÍAS RENOVABLES S.L.

Proyecto de Ejecución.

***Hibridación de Instalación Fotovoltaica existente
mediante Baterías.***

***Hibridación MER2 mediante nuevo módulo BESS MER2
(11,5 MW/45,14 MWh).***

Término municipal de Mérida (Badajoz).

Mediciones y Presupuesto

PRESUPUESTO BESS MER2	3
VARIOS	16
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL.....	17
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	18

Sevilla, abril de 2026

El Técnico al servicio de la empresa

Presupuesto BESS MER2

1. Capítulo 1: Acondicionamiento del Terreno					
Pos.	Ud.	Descripción	Cantidad	P. Unitario (€)	Precio total (€)
1.1	M ²	Rozado de árboles y maleza, despeje, desbroce y retirada de capa superficial de tierra vegetal de 20 cm de espesor medio, incluso transporte a vertedero o acopio para reutilización.	1.511,00	0,45 €	679,95 €
1.2	M ³	Excavación de la explanación en cualquier clase de terreno, incluso transporte de productos a vertedero o lugar de empleo.	1.085,00	8,45 €	9.168,25 €
1.3	M ³	Formación de coronación de terraplén con material adecuado procedente de préstamos, incluso suministro, extendido, perfilado, riego y compactación hasta el 100% del Proctor Modificado. Terminado	466,40	10,50 €	4.897,20 €
1.4	ML	Camino de acceso BESS de nueva apertura con una anchura de 4 m, compuesto de 20 cm de zahorra artificial sobre 20 cm de subbase apoyados en el terreno natural subyacente. Incluso excavación, materiales de préstamos, transporte, extendido, riego a humedad optima, perfilado y compactación, según planos y pliego de proyecto. Totalmente terminados.	85,00	58,20 €	4.947,00 €
1.5	M ²	Ultima capa de coronación de plataforma compuesta de 20 cm de zahorra artificial. Incluso excavación, materiales de préstamos, transporte, extendido, riego a humedad optima, perfilado y compactación, según planos y pliego de proyecto. Totalmente terminados.	217,20	35,26 €	7.658,47 €
1.6	M ²	Acabado superficial de los perímetros de las cimentaciones de centros de transformación y contenedores BESS con grava 20/40 en un espesor de 10 cm. Incluido suministro y puesta en obra de la grava.	315,00	22,85 €	7.197,75 €
1.7	ML	Cuneta revestida con 10 cm de hormigón HM-20 fabricado en central, que incluye excavación en cualquier tipo de terreno, refino, compactación del fondo de excavación, carga y transporte a vertedero autorizado de los productos sobrantes, juntas y fratasado, totalmente terminado.	120,00	22,00 €	2.640,00 €
Total Capítulo 1: Acondicionamiento del Terreno					37.188,62 €

2. Capítulo 2: Obra Civil

2.1 Subcapítulo 2.1: Obra Civil Planta BESS

Pos.	Ud.	Descripción	Cantidad	P. Unitario (€)	Precio total (€)
2.1.1	M ³	Cimentación para Contenedores de Baterías de hormigón armado HA-25 compuesta zapata corrida sobresaliendo 50 m del nivel del terreno explanado, previa excavación de cajeo hasta cota de cimentación. Incluso excavación en cualquier tipo de terreno, refino, compactación del fondo de excavación, carga y transporte a vertedero autorizado de los productos sobrantes, juntas y fratasado, totalmente terminado.	9,00	7.650,00 €	68.850,00 €
2.1.2	M ³	Cimentación para apoyos de Convertidores, de hormigón armado HA-25 compuesta zapata corrida sobresaliendo 50 m del nivel del terreno explanado, previa excavación de cajeo hasta cota de cimentación. Incluso excavación en cualquier tipo de terreno, refino, compactación del fondo de excavación, carga y transporte a vertedero autorizado de los productos sobrantes, juntas y fratasado, totalmente terminado.	9,00	4.850,00 €	43.650,00 €
2.1.3	M ³	Cimentación para apoyos elementos menores (DTS), de hormigón en masa HM-20 compuesta zapata aislada, previa excavación de cajeo hasta cota de cimentación. Incluso excavación en cualquier tipo de terreno, refino, compactación del fondo de excavación, carga y transporte a vertedero autorizado de los productos sobrantes, juntas y fratasado, totalmente terminado.	3,00	1.250,00 €	3.750,00 €
2.1.4	Ud.	Cimentación Centros de Transformación de hormigón armado HA-25 compuesta por losa de apoyo de 20 cm de espesor y pilares de apoyo, previa excavación de cajeo hasta cota de cimentación. Incluso excavación en cualquier tipo de terreno, refino, compactación del fondo de excavación, carga y transporte a vertedero autorizado de los productos sobrantes, juntas y fratasado, totalmente terminado.	2,00	8.450,00 €	16.900,00 €

Total Subcapítulo 2.1: Obra Civil Planta BESS

133.150,00 €

2.2 Subcapítulo 2.2: Obra Civil Instalación Eléctrica

Pos.	Ud.	Descripción	Cantidad	P. Unitario (€)	Precio total (€)
2.2.1	ML	Metro lineal de zanja normalizada tipo Media Tensión para 1 circuito de 1,1 m de profundidad y 0,4 m de anchura. Excavación realizada por medios mecánicos directamente enterrados, con placa de PE de protección de circuitos, relleno con tierra por tongadas de 15 cm y compactadas al 95% proctor, colocación de cinta de señalización antes de la capa de terminación y nunca a una distancia inferior a 30 cm de la superficie del terreno. Capa de terminación superficial. Incluso retirada de tierras sobrantes a vertedero autorizado. Incluso embocado en arquetas y centro de transformación. Incluso pp de ayudas de albañilería y material auxiliar.	13,00	35,45 €	460,85 €
2.2.2	ML	Metro lineal de zanja normalizada tipo Media Tensión para 2 circuitos de 1,1 m de profundidad y 0,8 m de anchura. Excavación realizada por medios mecánicos directamente enterrados, con placa de PE de protección de circuitos, relleno con tierra por tongadas de 15 cm y compactadas al 95% proctor, colocación de cinta de señalización antes de la capa de terminación y nunca a una distancia inferior a 30 cm de la superficie del terreno. Capa de terminación superficial. Incluso retirada de tierras sobrantes a vertedero autorizado. Incluso embocado en arquetas y centro de transformación. Incluso pp de ayudas de albañilería y material auxiliar.	116,00	30,50	3.538,00 €
2.2.3	ML	Metro lineal de zanja normalizada tipo Media Tensión para 2 circuitos para cruce de caminos y viales de 1,1 m de profundidad 0,8 m de anchura. Excavación realizada por medios mecánicos, enterrados bajo tubo, relleno con hormigón en masa HM100, colocación de cinta de señalización antes de la capa de terminación. Capa de terminación superficial. Incluso retirada de tierras sobrantes a vertedero autorizado. Incluso tubos PEAD para cables, embocado en arquetas y edificio de centro de transformación. Incluso pp de ayudas de albañilería y material auxiliar.	10,00	47,50	475,00 €

2.2.4	ML	Metro lineal de zanja normalizada tipo Baja Tensión para circuitos (DC) de Rack de Baterías hasta Convertidor de 1,1 m de profundidad y 0,90 m de anchura. Excavación realizada por medios mecánicos, directamente enterrados, con placa de PE de protección de circuitos, relleno con tierras tongadas de 15 cm y compactadas 95% proctor Y colocación de cinta de señalización antes de la capa de terminación. Capa de terminación superficial con material de excavación. Incluso retirada de tierras sobrantes a vertedero autorizado, embocado en arquetas y contenedor ESS. Incluso pp de ayudas de albañilería y material auxiliar.	62,00	21,91 €	1.358,42 €
2.2.5	ML	Metro lineal de zanja normalizada tipo Baja Tensión de circuitos (AC) de Convertidor (PCS) hasta Centro de Transformación de 1,10 m de profundidad y 0,90 m de anchura. Excavación realizada por medios mecánicos, directamente enterrados, con placa de PE de protección de circuitos, relleno con tierras tongadas de 15 cm y compactadas 95% proctor, hasta superar con holgura el tubo para comunicaciones y colocación de cinta de señalización antes de la capa de terminación. Capa de terminación superficial con material de excavación. Incluido tubo PEAD para cables de comunicación y alimentación auxiliar cuando requiera. Incluso retirada de tierras sobrantes a vertedero autorizado, embocado en arquetas y centro de transformación. Incluso pp de ayudas de albañilería y material auxiliar.	119,00	21,91 €	2.607,29 €
2.2.6	ML	Metro lineal de zanja normalizada tipo Baja Tensión de circuitos de alimentación (AC) desde Centro de Transformación hasta DTS de 0,75 m de profundidad y 0,40 m de anchura. Excavación realizada por medios mecánicos directamente enterrados, con placa de PE de protección de circuitos, relleno con tierras tongadas de 15 cm y compactadas 95% proctor y colocación de cinta de señalización antes de la capa de terminación. Capa de terminación superficial con material de excavación. Incluso retirada de tierras sobrantes a vertedero autorizado, embocado en arquetas y Centro de Transformación. Incluso pp de ayudas de albañilería y material auxiliar.	31,00	15,65 €	485,15 €

- 2.2.7 ML Metro lineal de zanja normalizada tipo Baja Tensión de circuitos de alimentación (AC) desde DTS hasta Contenedor de Baterías ESS de 0,75 m de profundidad y 0,40 m de anchura. Excavación realizada por medios mecánicos, enterrados bajo tubo, relleno con tierras tongadas de 15 cm y compactadas 95% proctor y colocación de cinta de señalización antes de la capa de terminación. Capa de terminación superficial con material de excavación. Incluido tubos PEAD. Incluso retirada de tierras sobrantes a vertedero autorizado, embocado en arquetas y Centro de Transformación. Incluso pp de ayudas de albañilería y material auxiliar.

157,00	16,70 €	2.621,90 €
--------	---------	------------

Total Subcapítulo 2.2: Obra Civil Instalación Eléctrica

11.546,61 €

Total Capítulo 2: Obra Civil

144.696,61 €

3. Capítulo 3: Suministro Equipos y Componentes
3.1 Subcapítulo 3.1: Suministro Infraestructura de Almacenamiento

Pos.	Ud.	Descripción	Cantidad	P. Unitario (€)	Precio total (€)
3.1.1	Ud.	Suministro de contenedor BESS modelo LUNA2000-5015-2S, o similar, de dimensiones según planos. Incluye HVAC, sistema antiincendios, cuadro distribución BT, sistema y elementos de gestión de baterías y todos los elementos adicionales que incluya el equipo.	9,00	517.299,40 €	4.655.694,60 €
3.1.2	Ud.	Suministro de convertidor o inversor bidireccional modelo LUNA2000-213KTL-H0, o similar, de dimensiones según planos.	54,00	7.155,45 €	386.394,30 €
3.1.3	Ud.	Suministro de Centro de Transformación modelo JUPITER-3000K-H1, o similar, de dimensiones según planos. Incluye transformador de potencia BT/MT 0,8/15 kV de 3,3 MW, cuadros de distribución y sistema de refrigeración.	1,00	67.246,13 €	67.246,13 €
3.1.4	Ud.	Suministro de Centro de Transformación modelo JUPITER-9000K-H1, o similar, de dimensiones según planos. Incluye transformador de potencia BT/MT 0,8/15 kV de 9,0 MW, cuadros de distribución y sistema de refrigeración.	1,00	106.456,20 €	106.456,20 €
3.1.5	Ud.	Suministro de transformador de Servicios Auxiliares modelo DTS-200K-D0, o similar, de dimensiones según planos.	3,00	7.447,09 €	22.341,27 €
Total Subcapítulo 3.1: Suministro Infraestructura de Almacenamiento					5.238.132,50 €

3.2 Subcapítulo 3.2: Suministro de Instalación Baja Tensión

Pos.	Ud.	Descripción	Cantidad	P. Unitario (€)	Precio total (€)
3.2.1	ML	Suministro de circuito CC para conexión de Contenedor de Baterías ESS con Convertidor (PCS) mediante XLPE 1x240mm ² de aluminio y nivel de aislamiento de 1,8kVcc. Incluidos terminales de conexión, tubo PEAD de doble pared para cruzamientos y pequeña partida de material de fijación.	1.231,00	2,43 €	2.991,33 €
3.2.2	ML	Suministro de circuito AC para conexión de Convertidor (PCS) con Centro de Transformación mediante XLPE 1x240mm ² de aluminio y nivel de aislamiento de 1,8kV. Incluidos terminales de conexión, tubo PEAD de doble pared para cruzamientos y pequeña partida de material de fijación.	3.260,00	2,43 €	7.921,80 €
3.2.3	ML	Suministro de circuito AC para conexión cuadro de BT de Centro de Transformación con DTS mediante XLPE 1x150mm ² de aluminio y nivel de aislamiento de 1,8kV. Incluidos terminales de conexión, tubo PEAD de doble pared para cruzamientos y pequeña partida de material de fijación.	180,00	2,05 €	369,00 €
3.2.4	ML	Suministro de circuito AC para conexión de DTS a Contenedor de Baterías ESS mediante XLPE 1x50mm ² de cobre y nivel de aislamiento de 1,8kV. Incluidos terminales de conexión, tubo PEAD de doble pared para cruzamientos y pequeña partida de material de fijación.	929,00	6,30 €	5.852,70 €
3.2.5	Ud.	Suministro de arqueta prefabricada de hormigón, o similar, para instalación de Baja Tensión recrecida según proceda en la altura en la base mediante citara de ladrillo macizo recibido con mortero de cemento y arena relación 1/4 hasta alcanzar la altura requerida, capa de bolos de 10 cm en el fondo de la arqueta, cerco para tapa de acero y tapa de fundición norma UNE EN 12,4 y relleno exterior de tierra compactada hasta nivelación con el terreno incluso recibido de tubos a ras de pared y enfoscado interior.	2,00	250,00 €	500,00 €
Total Subcapítulo 3.2: Suministro de Instalación Baja Tensión					17.634,83 €

3.3 Subcapítulo 3.3: Suministro de Instalación Media Tensión

Pos.	Ud.	Descripción	Cantidad	P. Unitario (€)	Precio total (€)
3.3.1	ML	Suministro de cable unipolar RH5Z1 12/20kV 1x400mm ² , conductor de aluminio semirrígido clase 2, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) para circuito de media tensión entre los centros de transformación hasta Centro de Seccionamiento. Incluidos terminales de conexión, tubo PEAD de doble pared para cruzamientos y pequeña partida de material de fijación.	876,00	11,61 €	10.170,36 €
3.3.2	ML	Suministro de cable unipolar RH5Z1 12/20kV 1x630mm ² , conductor de aluminio semirrígido clase 2, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) para circuito de media tensión entre los centros de transformación hasta Centro de Seccionamiento. Incluidos terminales de conexión, tubo PEAD de doble pared para cruzamientos y pequeña partida de material de fijación.	99,00	18,21	1.802,49 €
3.3.3	ML	Suministro de terminal polimérico contráctil en frío, para uso interior unipolar, con contacto metálico de cobre o de Al Cu, cuerpo aislante fabricado con formulación de goma de silicona, repartidor lineal de tensión integrado en el cuerpo aislante, y toma de tierra utilizando los propios hilos de la pantalla del cable, para cables de 400 a 630 mm ² de sección y aislamiento de RH5Z1 y tensión asignada de 12/20 kV, homologados por el fabricante de las celdas de media tensión.	18,00	162,96 €	2.933,28 €
3.3.4	Ud.	Ejecución en obra de arqueta prefabricada de hormigón para instalación de Media Tensión recrecida según proceda en la altura en la base mediante citara de ladrillo macizo recibido con mortero de cemento y arena relación 1/4 hasta alcanzar la altura requerida, capa de bolos de 10cm en el fondo de la arqueta, cerco para tapa de acero y tapa de fundición norma UNE EN 12,4 y relleno exterior de tierra compactada hasta nivelación con el terreno incluso recibido de tubos a ras de pared y enfoscado interior. Medida la unidad de obra ejecutada.	1,00	645,00 €	645,00 €
Total Subcapítulo 3.3: Suministro de Instalación Media Tensión					5.380,77 €

3.4 Subcapítulo 3.4: Suministro de Instalación de Red de Tierras

Pos.	Ud.	Descripción	Cantidad	P. Unitario (€)	Precio total (€)
3.4.1	ML	Suministro de circuito de red de tierra compuesto de conductor desnudo de cobre 1x50 mm ² .	1024,00	8,28 €	8.478,72 €
3.4.2	ML	Suministro de pica de acero-cobreado de 16mm de diámetro y 2 m de longitud.	47,00	92,66 €	4.355,16 €
Total Subcapítulo 3.4: Suministro de Instalación de Red de Tierras					12.833,88 €

3.5 Subcapítulo 3.5: Suministro Sistema de Monitorización

Pos.	Ud.	Descripción	Cantidad	P. Unitario (€)	Precio total (€)
3.5.1	ML	Suministro de cable de Fibra Óptica Monomodo de 12 fibras para transmisión de señales y datos para control, maniobra y automatismos, para la comunicación entre los diferentes centros de transformación y Centro de Seccionamiento. Incluido todos los elementos auxiliares, cajas de empalmes, conexiones, latiguillos y medidas reflectométricas.	193,00	4,48 €	864,64 €
3.5.2	P.A.	Suministro de cable de comunicación tipo CAN para la conexión de los racks de baterías con los Convertidores (PCS) de un mismo Centro de Transformación.	2,00	500,00 €	1.000,00 €
3.5.3	P.A.	Suministro de cable Ethernet o RS485 y cable de Fibra Óptica para comunicación entre los contenedores de baterías y los Convertidores PCS con el centro de transformación (SACU - Smart Array Controller).	2,00	2.500,00 €	5.000,00 €
3.5.4	Ud.	Integración de la instalación BESS y su sistema SCADA en el SCADA maestro de la planta fotovoltaica, así como en el sistema de control y monitorización existente. Incluso todos los elementos adicionales que fueran necesarios para la correcta integración.	1,00	45.000,00 €	45.000,00 €
Total Subcapítulo 3.5: Suministro Sistema de Monitorización					51.864,64 €

3.6 Subcapítulo 3.6: Suministro Equipos Ampliación Centro de Seccionamiento

Pos.	Ud.	Descripción	Cantidad	P. Unitario (€)	Precio total (€)
3.6.1	Ud.	Celda de línea para la conexión en 15 kV del circuito BESS en el embarrado existente del Centro de Seccionamiento, de iguales características a las ya instaladas.	1,00	35.000,00 €	35.000,00 €
3.6.2	Ud.	Resto de elementos auxiliares y de control necesarios para la correcta conexión y control de la planta BESS en el Centro de Seccionamiento.	1,00	20.000,00 €	20.000,00 €

Total Subcapítulo 3.6: Suministro Equipos Ampliación Centro de Seccionamiento **55.000,00 €**

Total Capítulo 3: Suministro Equipos y Componentes **5.380.846,62 €**

4 Capítulo 4: Instalación y montaje Equipos y Componentes**4.1 Subcapítulo 4.1: Instalación Infraestructura de Almacenamiento**

Pos.	Ud.	Descripción	Cantidad	P. Unitario (€)	Precio total (€)
4.1.1	Ud.	Instalación y montaje de contenedor BESS modelo LUNA2000-5015-2S, o similar, de dimensiones según planos. Incluye HVAC, sistema antiincendios, cuadro distribución BT, sistema y elementos de gestión de baterías y todos los elementos adicionales que incluya el equipo. Medida la unidad de obra ejecutada, conectada y funcionando.	9,00	27.226,28 €	245.036,56 €
4.1.2	Ud.	Instalación y montaje de convertidor o inversor bidireccional modelo LUNA2000-213KTL-H0, o similar. Medida la unidad de obra ejecutada, conectada y funcionando.	54,00	376,60 €	20.336,54 €
4.1.3	Ud.	Instalación y montaje de Centro de Transformación modelo JUPITER-3000K-H1, o similar, de dimensiones según planos. Incluye transformador de potencia BT/MT 0,8/15 kV de 3,3 MW, cuadros de distribución y sistema de refrigeración. Medida la unidad de obra ejecutada, conectada y funcionando.	1,00	3.539,27 €	3.539,27 €

4.1.4	Ud.	Instalación y montaje de Centro de Transformación modelo JUPITER-9000K-H1, o similar, de dimensiones según planos. Incluye transformador de potencia BT/MT 0,8/15 kV de 9,0 MW, cuadros de distribución y sistema de refrigeración. Medida la unidad de obra ejecutada, conectada y funcionando.	1,00	5.602,96 €	5.602,96 €
4.1.5	Ud.	Instalación y montaje de transformador de Servicios Auxiliares modelo DTS-200K-D0 de dimensiones según planos. Medida la unidad de obra ejecutada, conectada y funcionando.	3,00	391,95 €	1.175,86 €
Total Subcapítulo 4.1: Instalación Infraestructura de Almacenamiento					275.691,18 €

4.2 Subcapítulo 4.2: Instalación y Conexión Baja Tensión

Pos.	Ud.	Descripción	Cantidad	P. Unitario (€)	Precio total (€)
4.2.1	ML	Instalación y conexión de circuito CC para conexión de Contenedor de Baterías ESS con Convertidor (PCS) mediante XLPE 1x240mm ² de aluminio y nivel de aislamiento de 1,8kV. Incluidos terminales de conexión, tubo PEAD de doble pared para cruzamientos y pequeña partida de material de fijación. Medida la unidad de obra funcionando	1.231,00	1,04 €	1.282,00 €
4.2.2	ML	Instalación y conexión de circuito AC para conexión de Convertidor (PCS) con Centro de Transformación mediante XLPE 1x240mm ² de aluminio y nivel de aislamiento de 1,8kV. Incluidos terminales de conexión, tubo PEAD de doble pared para cruzamientos y pequeña partida de material de fijación. Medida la unidad de obra funcionando	3.260,00	1,04 €	3.395,06 €
4.2.3	ML	Instalación y conexión de circuito AC para conexión cuadro de BT de Centro de Transformación con DTS mediante XLPE 1x150mm ² de aluminio y nivel de aislamiento de 1,8kV. Incluidos terminales de conexión, tubo PEAD de doble pared para cruzamientos y pequeña partida de material de fijación. Medida la unidad de obra funcionando	180,00	0,88 €	158,14 €
4.2.4	ML	Instalación y conexión de circuito AC para conexión de DTS a Contenedor de Baterías ESS mediante XLPE 1x50mm ² de cobre y nivel de aislamiento de 1,8kV. Incluidos terminales de conexión, tubo PEAD de doble pared para cruzamientos y pequeña partida de material de fijación. Medida la unidad de obra funcionando	929,00	2,70 €	2.508,30 €
Total Subcapítulo 4.2: Instalación y Conexión Baja Tensión					7.343,50 €

4.3 Subcapítulo 4.3: Instalación y montaje de Instalación Media Tensión

Pos.	Ud.	Descripción	Cantidad	P. Unitario (€)	Precio total (€)
4.3.1	ML	Instalación, conexión y pruebas de cable unipolar RH5Z1 15/20kV 1x400mm ² , conductor de aluminio semirrígido clase 2, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) para circuito de media tensión entre los centros de transformación hasta Centro de Seccionamiento. Incluidos terminales de conexión, tubo PEAD de doble pared para cruzamientos y pequeña partida de material de fijación. Medida la unidad de obra funcionando	876,00	0,50 €	435,87 €
4.3.2	ML	Instalación, conexión y pruebas de cable unipolar RH5Z1 15/20kV 1x630mm ² , conductor de aluminio semirrígido clase 2, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) para circuito de media tensión entre los centros de transformación hasta Centro de Seccionamiento. Incluidos terminales de conexión, tubo PEAD de doble pared para cruzamientos y pequeña partida de material de fijación. Medida la unidad de obra funcionando	99,00	0,78 €	77,25 €
4.3.3	ML	Instalación, conexión y pruebas de terminal polimérico contráctil en frío, para uso interior unipolar, con contacto metálico de cobre o de Al Cu, cuerpo aislante fabricado con formulación de goma de silicona, repartidor lineal de tensión integrado en el cuerpo aislante, y toma de tierra utilizando los propios hilos de la pantalla del cable, para cables de 400 a 630 mm ² de sección y aislamiento de RH5Z1 y tensión asignada de 15/20 kV, homologados por el fabricante de las celdas de media tensión.	18,00	9,18 €	165,24 €
Total Subcapítulo 4.3: Instalación y montaje de Instalación Media Tensión					242,49 €

4.4 Subcapítulo 4.4: Instalación y montaje de Instalación de Red de Tierras

Pos.	Ud.	Descripción	Cantidad	P. Unitario (€)	Precio total (€)
4.4.1	ML	Instalación y montaje de circuito de red de tierra compuesto de conductor desnudo de cobre 1x50 mm ² . Medida la unidad de obra ejecutada y medida.	1024,00	0,44 €	446,25 €
4.4.2	Ud.	Instalación y montaje de pica de acero-cobreado de 16mm de diámetro y 2 m de longitud. Medida la unidad de obra ejecutada y medida.	47,00	4,88 €	229,22 €

Total Subcapítulo 4.4: Instalación y montaje de Instalación de Red de Tierras

675,47 €

4.5 Subcapítulo 4.5: Instalación y montaje Sistema de Monitorización

Pos.	Ud.	Descripción	Cantidad	P. Unitario (€)	Precio total (€)
4.5.1	ML	Instalación y montaje de cable de Fibra Óptica Monomodo de 12 fibras para transmisión de señales y datos para control, maniobra y automatismos, para la comunicación entre los diferentes centros de transformación y Centro de Seccionamiento. Incluido todos los elementos auxiliares, cajas de empalmes, conexiones, latiguillos y medidas reflectométricas.	193,00	0,50 €	96,07 €
4.5.2	P.A.	Instalación y montaje de cable de comunicación tipo CAN para la conexión de los racks de baterías con los Convertidores (PCS) de un mismo Centro de transformación.	2,00	55,56 €	111,11 €
4.5.3	P.A.	Instalación y montaje de cable Ethernet o RS485 y cable de Fibra Óptica para comunicación entre los contenedores de baterías y los Convertidores PCS con el centro de transformación (SACU - Smart Array Controller).	2,00	694,44 €	1.388,89 €

Total Subcapítulo 4.5: Instalación y montaje Sistema de Monitorización

1.596,07 €

4.6 Subcapítulo 4.6: Instalación de Equipos Ampliación Centro de Seccionamiento

Pos.	Ud.	Descripción	Cantidad	P. Unitario (€)	Precio total (€)
4.6.1	Ud.	Instalación de celda de línea para la conexión en 15 kV del circuito BESS en el embarrado existente del Centro de Seccionamiento, de iguales características a las ya instaladas. Medida la unidad de obra ejecutada, conectada y funcionando.	1,00	3.888,89 €	3.888,89 €
4.6.2	Ud.	Instalación de resto de elementos auxiliares y de control necesarios para la correcta conexión y control de la planta BESS en el Centro de Seccionamiento. Medida la unidad de obra ejecutada, conectada y funcionando.	1,00	2.222,22 €	2.222,22 €

Total Subcapítulo 4.6: Instalación de Equipos Ampliación Centro de Seccionamiento

6.111,11 €

Total Capítulo 4: Instalación y montaje Equipos y Componentes

291.659,82 €

Varios

1 Capítulo 1: Plan de Vigilancia Ambiental					
Pos.	Ud.	Descripción	Cantidad	P. Unitario (€)	Precio total (€)
1.1	Mes	Supervisión ambiental en obra. 4 visitas mensuales (una por semana) y redacción de informes mensuales y de final de obra	6,00	3.080,00 €	18.480,00 €
1.2	PA	Otras actuaciones ambientales que fuesen necesarias durante la ejecución de la obra.	1,00	3.000,00 €	3.000,00 €
Total Capítulo 1: Plan de Vigilancia Ambiental					21.480,00 €
2 Capítulo 2: Seguridad y Salud y Gestión de Residuos					
Pos.	Ud.	Descripción	Cantidad	P. Unitario (€)	Precio total (€)
2.1	Ud.	Seguridad y Salud	1,00	84.438,87 €	84.438,87 €
2.2	Ud.	Gestión de Residuos	1,00	7.388,92 €	7.388,92 €
Total Capítulo 2: Seguridad y Salud y Gestión de Residuos					91.827,79 €

Presupuesto de Ejecución Material

Sistemas de Baterías MER2

Capítulo 1: Acondicionamiento del Terreno	37.188,62 €
Capítulo 2: Obra Civil	144.696,61 €
Subcapítulo 2.1: Obra Civil Planta BESS	133.150,00 €
Subcapítulo 2.2: Obra Civil Instalación Eléctrica	11.546,61 €
Capítulo 3: Suministro Equipos y Componentes	5.380.846,62 €
Subcapítulo 3.1: Suministro Infraestructura de Almacenamiento	5.238.132,50 €
Subcapítulo 3.2: Suministro de Instalación Baja Tensión	17.634,83 €
Subcapítulo 3.3: Suministro de Instalación Media Tensión	5.380,77 €
Subcapítulo 3.4: Suministro de Instalación de Red de Tierras	12.833,88 €
Subcapítulo 3.5: Suministro Sistema de Monitorización	51.864,64 €
Subcapítulo 3.6: Suministro Equipos Ampliación Centro de Seccionamiento	55.000,00 €
Capítulo 4: Instalación y montaje Equipos y Componentes	291.659,82 €
Subcapítulo 4.1: Instalación Infraestructura de Almacenamiento	275.691,18 €
Subcapítulo 4.2: Instalación y Conexión Baja Tensión	7.343,50 €
Subcapítulo 4.3: Instalación y montaje de Instalación Media Tensión	242,49 €
Subcapítulo 4.4: Instalación y montaje de Instalación de Red de Tierras	675,47 €
Subcapítulo 4.5: Instalación y montaje Sistema de Monitorización	1.596,07 €
Subcapítulo 4.6: Instalación de Equipos Ampliación Centro de Seccionamiento	6.111,11 €

Presupuesto Ejecución Material BESS MER2: 5.854.391,68 €

Varios

Capítulo 1: Plan de Vigilancia Ambiental	21.480,00 €
Capítulo 2: Seguridad y Salud y Gestión de Residuos	91.827,79 €

Total Presupuesto Ejecución Material: 5.967.699,47 €

Asciende el presente presupuesto de ejecución material a la cantidad de:

CINCO MILLONES NOVECIENTOS SESENTA Y SIETE MIL SEISCIENTOS NOVENTA Y NUEVE EUROS CON CUARENTA Y SIETE CENTIMOS

Presupuesto de Ejecución por Contrata**Presupuesto Ejecución por Contrata**

Presupuesto de Ejecución Material	5.967.699,47 €
Gastos Generales (8%)	477.415,96 €
Beneficio Industrial (6%)	358.061,97 €
IVA (21%)	1.428.667,25 €
Estudios e Ingenierías	100.000,00 €
Total Presupuesto Ejecución por Contrata	8.331.844,65 €

Asciende el presente presupuesto de ejecución por contrata a la cantidad de:

OCHO MILLONES TRESCIENTOS TREINTA Y UN MIL OCHOCIENTOS CUARENTA Y CUATRO CON SESENTA Y CINCO CENTIMOS.

BLOGGERS

ENERGÍAS RENOVABLES S.L.

Proyecto de Ejecución.

***Hibridación de Instalación Fotovoltaica existente
mediante Baterías.***

***Hibridación MER2 mediante nuevo módulo BESS MER2
(11,5 MW/45,14 MWh).***

Término municipal de Mérida (Badajoz).

Anexo 1

Pliego de Condiciones

1	CONDICIONES GENERALES	3
1.1	OBJETO.....	3
1.2	DISPOSICIONES GENERALES.....	3
1.2.1	<i>General.....</i>	3
1.2.2	<i>Seguridad en el trabajo.....</i>	7
1.2.3	<i>Seguridad Pública</i>	9
1.3	ORGANIZACIÓN	9
1.4	MEJORAS Y MODIFICACIONES DEL PROYECTO	10
1.5	OBRAS AUXILIARES.....	11
1.6	CONTROL DE CALIDAD.....	11
1.6.1	<i>Responsabilidades</i>	11
1.6.2	<i>Control de Recepción de productos</i>	12
1.6.3	<i>Control de Ejecución</i>	13
1.6.4	<i>Control de Obra Terminada</i>	14
2	CONDICIONES TÉCNICAS	15
2.1	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	15
2.1.1	<i>Unidades de Obra</i>	15
2.1.2	<i>Materiales.....</i>	15
2.1.3	<i>Instalaciones de Media Tensión.....</i>	16
2.1.4	<i>Instalaciones Baja Tensión.....</i>	26
2.1.5	<i>Red de Tierras</i>	40
2.1.6	<i>Instalación de Baterías.....</i>	44
2.2	OBRA CIVIL.....	45
2.2.1	<i>Despeje y desbroce</i>	45
2.2.2	<i>Explanaciones</i>	47
2.2.3	<i>Firme de Zahorra Artificial</i>	57
2.2.4	<i>Firme de Hormigón Armado</i>	61
2.2.5	<i>Canalizaciones eléctricas</i>	63
2.2.6	<i>Cimentaciones de hormigón armado.....</i>	75
2.2.7	<i>Drenajes</i>	82
2.3	PLAN DE CALIDAD DE LA OBRA	89
2.3.1	<i>Ensayos en red de tierra</i>	89
2.3.2	<i>Puesta en marcha y servicio</i>	90
2.3.3	<i>Documentación.....</i>	93
3	CONDICIONES ECONÓMICAS Y PLAZOS	95

3.1	COMPOSICIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS	95
3.2	PRECIO DE CONTRATA. IMPORTE DE CONTRATA	96
3.3	PRECIOS CONTRADICTORIOS.....	97
3.4	RECLAMACIONES DE AUMENTO DE PRECIOS POR CAUSAS DIVERSAS.....	97
3.5	REVISIÓN DE LOS PRECIOS CONTRATADOS.....	97
3.6	ACOPIO DE MATERIALES	98
3.7	RESPONSABILIDAD DEL CONSTRUCTOR O INSTALADOR EN EL BAJO RENDIMIENTO DE LOS TRABAJADORES	98
3.8	RELACIONES VALORADAS Y CERTIFICACIONES.....	98
3.9	MEJORAS DE OBRAS LIBREMENTE EJECUTADAS	100
3.10	ABONO DE TRABAJOS PRESUPUESTADOS CON PARTIDA ALZADA.....	100
3.11	PAGOS	101
3.12	IMPORTE DE LA INDEMNIZACIÓN POR RETRASO NO JUSTIFICADO EN EL PLAZO DE TERMINACIÓN DE LAS OBRAS	101
3.13	DEMORA DE LOS PAGOS	101
3.14	MEJORAS Y AUMENTOS DE OBRA. CASOS CONTRARIOS	101
3.15	UNIDADES DE OBRA DEFECTUOSAS PERO ACEPTABLES	102
3.16	SEGURO DE LAS OBRAS	102
3.17	CONSERVACIÓN DE LA OBRA	103
3.18	USO POR EL CONTRATISTA DEL EDIFICIO O BIENES DEL PROPIETARIO	104
3.19	CONTRADICCIÓN ENTRE EL PRESENTE PLIEGO DE CONDICIONES Y LAS CLÁUSULAS DEL CONTRATO ENTRE CONTRATISTA O INSTALADOR Y PROMOTOR	104

1 Condiciones Generales

1.1 Objeto

El presente Pliego de Condiciones determina los requisitos a los que debe ajustarse la ejecución de las instalaciones del Proyecto BESS MER2, en el Término Municipal de Mérida, en la provincia de Badajoz, cuyas características se definen en la Memoria y Planos del mismo.

1.2 Disposiciones Generales

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio Familiar y de Vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que, en lo sucesivo, se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la norma UNE 24042 “Contratación de obras. Condiciones generales”, siempre que no sea modificada por el presente Pliego de Condiciones.

1.2.1 General

En la ejecución de este proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego, se aplicarán todas las Normas Legales Vigentes en la fecha de su aprobación que le sean de aplicación y que se encuentren recogidas en Disposiciones y Reglamentos, las Recomendaciones de UNESA y las disposiciones encuadradas en los Proyectos Tipo de Electrificación Rural.

La Dirección de Obra podrá parar la misma si observara el incumplimiento de las Normas contenidas en este Pliego o de aquellas a las que no se hace referencia expresa y sean de aplicación, y procederá en consecuencia si estas faltas no quedan inmediatamente subsanadas.

En cualquier caso, no tendrá el Contratista derecho a indemnización alguna cuando la modificación que se introduzca obedezca al hecho de tener que cumplir lo mandado en cualquier Disposición Legal Vigente en la fecha de redacción de este proyecto, aun cuando en la misma no haya sido tenido en cuenta.

Entre las Disposiciones Legales Vigentes se encuentran:

- Reglamentación General de Contratación (Real Decreto 1098/2001).
- Real Decreto 817/2009 de 8 de Mayo, por el que se desarrolla parcialmente la Ley 30/2007 de 30 de Octubre de contratos del Sector Público.
- 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.
- 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.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC-BT). Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto.
- Ley 82/1980 de Conservación de la Energía.
- Ley del Sector Eléctrico 24/2013, de 26 de diciembre.
- Instrucciones y Normas Técnicas de la compañía distribuidora de electricidad de la zona.
- Real Decreto-ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico.
- Real Decreto 1110/2007 de 24 de Agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de Puntos de Medida en el Sistema Eléctrico.
- Orden TEC/1281/2019, de 19 de diciembre, por la que se aprueban las instrucciones técnicas complementarias al Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto-Ley 6/2009 de 30 de Abril, por el que se adoptan las medidas en el Sector Eléctrico y se aprueba el Bono Social.
- Real Decreto 470/2021, del 29 de junio, por el que se aprueba el código Estructural.

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación con sus posteriores modificaciones.
- PG 3-4/88 y sus revisiones (Ministerio de Fomento).
- Normas Básicas y Tecnológicas de la Edificación.
- Real Decreto 256/2016, de 10 de junio, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-16)
- R.D. 542/2020, de 26 de mayo, por el que se modifican y derogan diferentes disposiciones en materia de calidad y seguridad industrial
- Ley 31/1995 de 8 de Noviembre de 1.995, de Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D. 39/1997 de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto Legislativo 8/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de Abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud que deben aplicarse a obras de construcción.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- R.D. 488/1997, de 14 de Abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.

- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Convenios Colectivos Provinciales.
- Normas y Recomendaciones de la Compañía Suministradora en general.
- Las disposiciones, normas y reglamentos que figuran en el Pliego de Prescripciones Técnicas, tanto en lo referente a instalaciones eléctricas como a lo referente a obra civil.
- Ley 54/2003, de 12 de Diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- R.D. 171/2004, de 30 de Enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- R.D. 1561/1995, de 21 de Septiembre, sobre jornadas especiales de trabajo.
- 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.
- R.D. 212/2002, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre, por el que se amplía el ámbito de aplicación R.D. 71/1992, de 31 de Enero.
- Real Decreto 1849/2000, de 10 de noviembre, por el que se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación de productos industriales.
- Real Decreto 187/2016, de 6 de mayo, por el que se regulan las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión
- CTE-DB-SI Seguridad en caso de incendio.
- Ley 34/2007 de 15 de Noviembre de calidad del aire y protección de la atmósfera.
- Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- Reglamento de aparatos de Elevación y manutención de los mismos. (R.D. 2291/1985 de 8 de Noviembre).

- Reglamento de Aparatos a Presión (R.D. 2060/2008 de 12 de Diciembre).
- Notificación de accidentes de trabajo (O.M. de 16 de Diciembre de 1987).
- Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo, por el que se modifican y derogan diferentes disposiciones en materia de calidad y seguridad industrial.
- Normativa de seguridad específica del cliente.
- Convenios Colectivos Autonómicos y/o municipales.

Para aspectos no cubiertos por la legislación nacional (normas UNE), serán de aplicación las recomendaciones CEI, o la de los países de origen de los equipos en caso de ser importados.

Salvo que se trate de prescripciones cuyo cumplimiento esté obligado por la vigente legislación, en caso de discrepancia entre el contenido de los documentos mencionados, se aplicará el criterio correspondiente al que tenga fecha de aprobación posterior. Con idéntica salvedad, será de aplicación preferente, respecto de los anteriores documentos, lo expresado en este Pliego de Condiciones Técnicas.

Serán también de obligado cumplimiento cualquiera otra disposición oficial, relativa a la Seguridad y Salud Laboral, que entre en vigor durante la ejecución de la obra y que pueda afectar a los trabajos en la misma.

1.2.2 Seguridad en el trabajo

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales y en los Reales Decretos que la desarrollan, citados anteriormente, además de los distintos reglamentos y normativas que sean de aplicación en materia de seguridad y salud.

De igual modo, deberá proveer cuanto sea preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en las debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios estén trabajando en circuitos o equipos de tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos

de metal. Los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc. que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o, al menos, sin herrajes ni clavos en las suelas.

El personal de la contrata está obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidas para eliminar o reducir los riesgos profesionales según se indican en el Estudio de Seguridad y Salud del presente proyecto y en el Plan de Seguridad y Salud que se elaborará posteriormente, pudiendo el Director de Obra o el Coordinador de Seguridad, en su caso, suspender los trabajos si estima que el personal de la contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra o el Coordinador de Seguridad, en su caso, podrá exigir por escrito al Contratista el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, pueda producir accidentes que hagan peligrar su integridad física o la de sus compañeros.

Igualmente, el Director de Obra podrá requerir al Contratista, en cualquier momento, los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

En el Estudio de Seguridad y Salud del presente proyecto se describen todos los riesgos a que están expuestos los trabajadores y las medidas correctoras para eliminar o minimizar estos riesgos.

Tal y como se indica en el R.D. 1627/1997, antes del comienzo de los trabajos cada contratista deberá de presentar un Plan de Seguridad y Salud para los trabajos que va a realizar que contendrá, como mínimo, los riesgos indicados en el Estudio de Seguridad y Salud de este proyecto.

Dichos Planes de Seguridad y Salud deberán de ser aprobados por el Director de Obra o por el Coordinador de Seguridad, en su caso, y cumplidos por los contratistas.

En el caso de que durante el transcurso de los trabajos aparezcan nuevos riesgos no contenidos en los Planes de Seguridad y Salud, el Director de Obra o el Coordinador de Seguridad, en su caso, deberá de incluirlos y proponer las medidas correctoras oportunas para corregirlos o minimizarlos.

1.2.3 Seguridad Pública

El Contratista deberá tomar las precauciones máximas en las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y demás elementos del entorno de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

Se deberá prohibir el acceso a la obra a personas ajenas a esta e incluir en el Plan de Seguridad y Salud correspondiente los riesgos a terceros, tal como se indica en el Estudio de Seguridad y Salud del presente proyecto.

El Contratista mantendrá una póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados frente a las responsabilidades por daños, civil, etc. en que uno u otros puedan incurrir como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

1.3 Organización

El Contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades inherentes, quedando obligado al pago de los salarios y todas aquellas cargas que legalmente estén establecidas, y en general, a todo cuanto se legisle, decrete u ordene sobre el particular antes o durante la ejecución de las obras.

La organización de la obra, la determinación de la procedencia de los materiales a emplear y la responsabilidad de la seguridad contra accidentes correrán a cargo del Contratista, el cual deberá informar al Director de Obra de todos los planes de organización técnica de la obra, de la procedencia de los materiales, así como observar cuantas órdenes de éste.

En las obras por administración, el Contratista deberá dar cuenta diaria al Director de Obra de la admisión de personal, compra de materiales, adquisición o alquiler de elementos auxiliares y de cuantos gastos vaya a realizar. Para los contratos de trabajo, compra de material o alquiler de elementos auxiliares cuyos salarios, precios o cuotas sobrepasen en más de un 5% a los del mercado, el Contratista solicitará la aprobación previa del Director de Obra, quien deberá responder dentro de los ocho días siguientes a la petición, salvo casos de urgencia manifiesta, en los que se dará cuenta posteriormente.

Las órdenes, consultas y cualquier tipo de comunicaciones que puedan influir en la buena marcha de las obras se harán por escrito.

1.4 Mejoras y modificaciones del proyecto

No se considerarán como mejoras ni modificaciones del proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente, y por escrito, por el Director de Obra y cuyo precio haya sido convenido antes de proceder a su ejecución.

La Dirección de Obra podrá introducir modificaciones originadas por nuevas necesidades o causas técnicas no detectadas anteriormente.

Todas estas modificaciones serán obligatorias para el Contratista y a los mismos precios que la principal.

Las variaciones del proyecto que supongan la inclusión de nuevas unidades de obra se valorarán conforme a los siguientes criterios, por orden de preferencia:

- a) Precio de unidades iguales reflejadas en el presupuesto del proyecto.
- b) Precio de unidades del cuadro general de precios del proyecto tipo existente.
- c) Precio establecido como suma de componentes de otros precios recogidos en el presupuesto o en el cuadro general de precios.
- d) Precios contradictorios fijados reglamentariamente.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del Contratista principal.

1.5 Obras Auxiliares

Las obras auxiliares que para la ejecución de todas las proyectadas haya de realizar el Contratista serán siempre por su cuenta, pero su disposición y planos habrán de ser aprobados previamente por el Director de Obra.

En cualquier caso, las obras auxiliares se ejecutarán también de acuerdo con las condiciones que se estipulen en este Pliego.

1.6 Control de Calidad

Cada partida, trabajo, equipo y material debe seguir unos parámetros de control de calidad específicos de cada uno. En todo caso cumplirán como mínimo las prescripciones estipuladas en el presente apartado.

El control de calidad de las obras se divide en:

- Control de la recepción del producto
- Control durante la ejecución
- Control de la unidad terminada

1.6.1 Responsabilidades

El director de la ejecución de la obra recopilará la documentación del control realizado, verificando que es conforme con lo establecido en el proyecto, sus anejos y modificaciones.

El constructor recabará de los suministradores de productos y facilitará al director de obra y al director de la ejecución de la obra la documentación de los productos anteriormente señalada, así como sus instrucciones de uso y mantenimiento, y las garantías correspondientes cuando proceda.

La documentación de calidad preparada por el constructor sobre cada una de las unidades de obra podrá servir, si así lo autorizara el director de la ejecución de la obra, como parte del control de calidad de la obra.

Una vez finalizada la obra, la documentación del seguimiento del control será depositada por el director de la ejecución de la obra en el Colegio Profesional correspondiente o, en su caso, en la Administración Pública competente, que asegure su tutela y se comprometa a emitir certificaciones de su contenido a quienes acrediten un interés legítimo.

1.6.2 Control de Recepción de productos

El control de recepción tiene por objeto comprobar las características técnicas mínimas exigidas que deben reunir los productos, equipos y sistemas que se incorporen de forma permanente en el edificio proyectado, así como sus condiciones de suministro, las garantías de calidad y el control de recepción.

Durante la construcción de las obras el director de la ejecución de la obra realizará los siguientes controles:

1. Control de documentación de los suministros

Los suministradores entregarán al constructor, quien los facilitará al director de la ejecución de la obra, los documentos de identificación del producto exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Esta documentación comprenderá, al menos, los siguientes documentos:

- Los documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado.
- El certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física.
- Los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al marcado CE de los productos de construcción, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las Directivas Europeas que afecten a los productos suministrados.

2. Control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad

El suministrador proporcionará la documentación precisa sobre:

- Los distintivos de calidad que ostenten los productos, equipos o sistemas suministrados, que aseguren las características técnicas de los mismos exigidas en el proyecto y documentará, en su caso, el reconocimiento oficial del distintivo de acuerdo con lo establecido en la normativa vigente aplicable al producto.
- Las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores, y la constancia del mantenimiento de sus características técnicas.

El director de la ejecución de la obra verificará que esta documentación es suficiente para la aceptación de los productos, equipos y sistemas amparados por ella.

3. Control mediante ensayos

Para verificar el cumplimiento de las exigencias básicas del producto puede ser necesario, en determinados casos, realizar ensayos y pruebas sobre algunos de ellos, según lo establecido en la reglamentación vigente, o bien según lo especificado en el proyecto u ordenados por la dirección facultativa.

La realización de este control se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el proyecto o indicados por la dirección facultativa sobre el muestreo del producto, los ensayos a realizar, los criterios de aceptación y rechazo y las acciones a adoptar.

1.6.3 Control de Ejecución

Durante la construcción, el director de la ejecución de la obra controlará la ejecución de cada unidad de obra verificando su replanteo, los materiales que se utilicen, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, así como las verificaciones y demás controles a realizar para comprobar su conformidad con lo indicado en el proyecto, la legislación aplicable, las normas de buena práctica constructiva y las instrucciones de la dirección facultativa.

En la recepción de la obra ejecutada pueden tenerse en cuenta las certificaciones de conformidad que ostenten los agentes que intervienen, así como las verificaciones que, en su caso, realicen las entidades de control de calidad de la edificación.

Se comprobará que se han adoptado las medidas necesarias para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos.

En el control de ejecución de la obra se adoptarán los métodos y procedimientos que se contemplen en las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores.

1.6.4 Control de Obra Terminada

Con el fin de comprobar las prestaciones finales del edificio en la obra terminada deben realizarse las verificaciones y pruebas de servicio establecidas en el proyecto o por la dirección facultativa y las previstas en la legislación aplicable a cada producto o unidad terminada.

2 Condiciones Técnicas

2.1 Instalaciones Eléctricas

2.1.1 Unidades de Obra

Se trata de suministrar e instalar las siguientes unidades de obra:

- Líneas subterráneas en Media Tensión de conexión entre los Centros de Transformación de la instalación de baterías entre sí y la conexión de éstos con la nueva celda a instalar en el Centro de Seccionamiento existente.
- Líneas subterráneas de Baja Tensión DC de conexión entre los Racks del contenedor BESS hasta los convertidores.
- Líneas subterráneas de Baja Tensión AC de conexión entre los convertidores y los Centros de Transformación.
- Sistema de red de tierras de la instalación BESS.

El Contratista aportará todos los materiales necesarios para que la instalación quede concluida en su totalidad.

Los planos de detalle de la instalación eléctrica serán por cuenta del Contratista, se deberán presentar a la Dirección de Obra para su aprobación.

Todos los planos deberán llevar la aprobación del Contratista y de la Dirección de Obra para poder iniciar las instalaciones correspondientes.

2.1.2 Materiales

Todos los materiales a emplear en las instalaciones eléctricas (conductores, transformadores, aparamenta, instrumentación, etc.), incluyendo también el pequeño material de instalación, serán los que vengan definidos en el documento Memoria, siempre de marcas homologadas y de primera calidad, pudiendo modificarse únicamente cuando el Director de Obra lo apruebe.

El Contratista someterá a aprobación con antelación a la puesta en obra, muestras de los materiales objeto de su suministro, con objeto de cumplir con una calidad mínima de las

instalaciones. De cualquier manera, la Dirección de Obra será la responsable de la aprobación última de dichos materiales, pudiendo exigir certificados u otra documentación a tal efecto.

La vigilancia y conservación del material suministrado correrá a cargo del Contratista.

Cuando se requieran dos o más unidades de un mismo material serán producto de un mismo fabricante.

2.1.3 Instalaciones de Media Tensión

El ámbito de aplicación del presente pliego se refiere al sistema integrado por la instalación de circuitos de Media Tensión, y por los Centros de Transformación donde se alojan las celdas de MT.

2.1.3.1 Circuitos MT

2.1.3.1.1 Objeto y Alcance

Se refiere a la instalación tanto en intemperie como subterránea del trazado de los circuitos de Media Tensión. Este Pliego de Condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución.

Estas obras contemplan el suministro y montaje de los materiales necesarios en la construcción, así como la puesta en servicio de los mismos.

Los pliegos de condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

2.1.3.1.2 Materiales y Equipos

Se refiere a las características de los materiales de los conductores de los circuitos y de las zanjas que los alojan en caso de canalización subterránea.

- Características Generales

Los cables empleados para la ejecución de la instalación de MT tendrán las siguientes características:

- Tensión asignada: 12/20kV
- Nº Fases: 3
- Material Conductor: Aluminio Clase 2
- Envolvente del conductor: Poliolefina termoplastica
- Aislamiento: XLPE
- Pantalla: Radial con cinta de aluminio
- Norma IEC y UNE
- Denominación: RH5Z1
- Sección: 240 mm²
 - o Intensidad máxima enterrado: 345 A
 - o Resistencia esperada: 0,161 Ohm/km
 - o Peso aproximado: 2.000 kg/km
- Sección: 400 mm²
 - o Intensidad máxima enterrado: 445 A
 - o Resistencia esperada: 0,100 Ohm/km
 - o Peso aproximado: 2.500 kg/km
- Sección: 500 mm²
 - o Intensidad máxima enterrado: 505 A
 - o Resistencia esperada: 0,080 Ohm/km
 - o Peso aproximado: 2.850 kg/km
- Sección: 630 mm²
 - o Intensidad máxima enterrado: 575 A
 - o Resistencia esperada: 0,063 Ohm/km
 - o Peso aproximado: 3.300 kg/km

- Capa semiconductora interna

El conductor estará recubierto por una capa semiconductora, de doble función. Impedir la ionización del aire situado entre el conductor y el aislamiento (efecto corona).

Mejorar la distribución del campo eléctrico en la superficie del conductor, eliminando situaciones de fuerte gradiente en el aislamiento.

- Aislamiento

El aislamiento estará constituido por polietileno químicamente reticulado o etilenopropileno de alto módulo.

La temperatura máxima de trabajo será de 90°C y 105°C respectivamente, tolerando temperaturas en cortocircuito de 250 °C en ambos casos.

- Capa semiconductora externa

Sobre el aislamiento, y a fin de evitar el efecto corona, los cables estarán provistos de una capa semiconductora que sirva de asiento a los hilos de la pantalla. Estará constituida por una mezcla extrusionada y reticulada de características químicas semejantes a la del aislamiento, pero de baja resistencia eléctrica.

- Apantallamiento

Todos los cables de Media Tensión deberán ir apantallados, siendo los objetivos de la pantalla, entre otros, los siguientes:

- Confinar el campo eléctrico en el interior del cable
- Lograr una distribución simétrica del campo eléctrico en el seno del aislamiento.
- Limitar la influencia mutua entre cables eléctricos.
- Reducir el riesgo eléctrico.

Solo se admitirán pantallas constituidas por malla de hilos de cobre, no estando permitidas la cinta.

- Accesorios

Se entienden como tal los empalmes, terminaciones y respectivos complementos, destinados a los cables con aislamiento seco.

Todos ellos responderán a las especificaciones que establecen las normas internacionales en vigor, de acuerdo con la tensión y condiciones de servicio a que vayan destinados.

- Terminaciones

Se podrán utilizar para interior Kit terminal o cono deflector, debiéndose utilizar para exterior botella terminal de cono premoldeado o terminal para exterior con aislador de porcelana. Para el conexionado en los Centros de Transformación, se podrá utilizar terminales unipolares enchufables de intensidad apropiada.

- Empalmes

Siempre que sea posible se evitará la realización de empalmes.

La realización de empalmes requiere la autorización expresa de la Dirección de Obra.

El tipo de empalme deberá ser aprobado por la Dirección de Obra.

Se realizarán utilizando kits de empalme retráctiles que aseguren la continuidad de la parte conductora, capa semiconductor interior, capa aislante, capa semiconductor exterior, pantalla y cubierta.

La continuidad del conductor se conseguirá mediante un manguito metálico que realice la unión a presión, sin debilitamiento de sección ni producción de vacíos superficiales.

- Zanjas y arquetas

Las zanjas se ejecutarán en todo momento con la composición y medidas indicadas en el Documento Planos.

En la excavación se tendrá en cuenta, en caso que fuera necesaria, la entibación de la zanja. Sobre lecho de arena se colocarán los conductores directamente enterrados, o los tubos con sus correspondientes separadores cada 8 m. En ambos casos se volverán a cubrir hasta mínimo 5cm por encima. Se continuará el relleno vertiendo tandas de 20 cm aproximadamente de tierra y se compactará mediante medios mecánicos con un pisón.

Después del aplanado de la primera tanda se colocarán las protecciones de PPC, y a 10 cm antes de proceder a verter la capa de terminación (y nunca a menos profundidad de 30 cm) se colocará una cinta de señalización de peligro eléctrico.

El paso de canalizaciones bajo viales o arroyos, el lecho de arena se sustituirá por prisma de hormigón en HM20/B/18/IIb.

Las arquetas serán del tipo hormigón prefabricado homologadas para con marco y tapa metálicas de 400 kg/cm² según UNE-EN-124.

En el caso de que sea necesario el recrecimiento de la arqueta por falta de altura, este recrecimiento se realizará en la zona inferior mediante fábrica de ladrillo macizo de 9 cm recibido con mortero de Cemento-Arena-Agua en relación 1 - 4 - 0,4. La terminación será fratasada, con tubos a ras de pared interior de arqueta y todas las bocas selladas con espuma de poliuretano. Se admitirá como máximo 5mm de tubo sobresaliendo de la pared de la arqueta.

Desde la boca inferior del tubo más profundo, hasta el suelo de la arqueta habrá una cota de 15 cm, sin incluir la capa de 10 cm de grava para facilitar el drenaje de la arqueta.

- Tubos para canalización eléctrica.

Se utilizará tubería de polietileno de alta densidad de doble pared, corrugada exterior y lisa interior, con resistencia al aplastamiento de 450 kN y fabricado según norma UNE-EN 50086-2-4.

La unión entre tubos se realizará mediante manguitos.

El suministro será en rollo o barra en color rojo, ambos con manguito. En el caso del rollo se suministrará hilo guía interior.

2.1.3.1.3 Ejecución

El recorrido será el indicado en la Documentación Técnica.

Los conductores quedarán extendidos de manera que sus propiedades no queden dañadas.

El tendido del cable se realizará siguiendo las instrucciones técnicas del fabricante, las normas de obligado cumplimiento de los reglamentos vigentes y las normas propias y recomendaciones de las compañías suministradoras.

Su instalación no alterará las características del elemento. Se tomarán precauciones al retirar el cable de la bobina, para no provocar tensiones ni deformaciones innecesarias. La extracción del cable se realizará por la parte superior de la bobina, controlando el giro con algún sistema de frenada.

La bobina se levantará unos 15 cm del suelo.

Se procurará que el cable de la parte inferior de la bobina no toque el suelo, ni roce con ningún objeto.

Se inspeccionará la superficie interior de las tapas de la bobina para eliminar cualquier astilla, llave o cualquier elemento sobresaliente que pueda haber.

Se respetarán los radios mínimos de curvatura en los cambios de dirección. Durante el tendido, los radios de curvatura serán superiores a 20 D (siendo D el diámetro exterior del cable).

Se interrumpirán los trabajos de tendido del cable si la temperatura ambiente es menor o igual a 0°C.

Los extremos del cable quedarán protegidos durante el proceso de instalación con el fin de evitar la entrada de humedad en el interior. Si se interrumpe la instalación del cable, se colocarán elementos de obturación en los extremos.

Se dejarán los solapes necesarios entre los cables que se empalmen.

El tendido del cable se realizará sin tensión en la línea. Se comprobará que las características del cable corresponden a las especificadas en el proyecto.

Todos los elementos se inspeccionarán antes de su colocación.

Una vez realizadas las tareas de colocación, se procederá a la retirada de la obra de todos los materiales sobrantes (embalajes, recortes de tubos, cables, etc.), así como de los equipos y elementos auxiliares que se han utilizado durante el tendido.

Se dispondrá un único circuito por tubo con un máximo de ocupación de la sección interior del tubo de 1/3.

Una vez instalado se impedirá la invasión de los mismos por roedores o por inundaciones de agua, para lo cual se procederá al sellado con espuma de todas las bocas, tanto las instaladas con circuitos como las que queden libre, en todo lugar que sea vía de acceso.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia de, por lo menos, 30 cm.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán paralelamente por debajo de otras canalizaciones tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas y se llegue a un consenso con los técnicos de obras.

Las canalizaciones eléctricas se dispondrán de manera que en cualquier momento se pueda controlar su aislamiento, localizar y separar las partes averiadas y, llegado el caso, reemplazar fácilmente los conductores deteriorados.

Los empalmes y derivaciones estarán realizados con elementos de conexión normalizados y compatibles con los materiales del cable.

Por este motivo se utilizarán los materiales y accesorios suministrados por el fabricante o los expresamente aprobados por éste.

Las conexiones y empalmes se realizarán de manera que quede garantizada la continuidad eléctrica, de la pantalla y del aislamiento.

El cable llevará una identificación del circuito al que pertenece y se identificarán cada una de las fases.

2.1.3.2 Centros de Transformación

Los centros de transformación de las BESS conectan los contenedores BESS y con los convertidores asociados a cada uno.

La fabricación y suministro de todos los elementos del Centro de Transformación es responsabilidad del fabricante.

La fijación, puesta en obra y conexiones exteriores e interiores son responsabilidad del Contratista.

2.1.3.2.1 Emplazamiento

El lugar de emplazamiento de los Centros puede consultarse en el documento Planos y no se debe modificar salvo justificación por parte del contratista y aceptación de la Dirección de Obra.

Los accesos al Centro deben tener las dimensiones adecuadas para permitir el paso de los elementos necesarios para su transporte, fijación y puesta en obra.

El emplazamiento del Centro debe ser tal que esté protegido de inundaciones y filtraciones.

En el caso de terrenos inundables el suelo del Centro debe estar, como mínimo 0,20 m por encima del máximo nivel de aguas conocido, o si no al Centro debe proporcionársele una estanqueidad perfecta hasta dicha cota.

2.1.3.2.2 Cimentación

La cimentación consiste en zapatas corridas de hormigón armado donde apoyará longitudinalmente cada extremo del centro de transformación.

Serán de longitud y anchura variable en función de las condiciones del terreno y sobresaldrán al menos 50 cm del nivel del terreno explanado.

En caso de necesitar mejoras de terreno bajo la superficie de apoyo de la solera, este se decidirá en base al estudio geotécnico de detalle y según indicaciones de la Dirección de Obra.

2.1.3.2.3 Alimentación subterránea

Los cables de alimentación subterránea entrarán en el Centro, alcanzando las bornas de M.T., por un canal o tubo.

Las secciones de estos canales o tubos permitirán la colocación de los cables con la mayor facilidad posible. Los tubos serán de superficie interna lisa, siendo su diámetro 1,6 veces el diámetro del cable como mínimo, PE200 mm.

La disposición de los canales y tubos serán tal que los radios de curvatura a que deban someterse los cables serán como mínimo igual a 15 veces su diámetro.

Después de colocados los cables se obstruirá el orificio de paso por sellado de espuma al que, para evitar la entrada de roedores, se incorporarán materiales duros que no dañen el cable.

En el exterior del Centro los cables estarán enterrados bajo tubo.

Se tomarán las medidas necesarias para asegurar en todo momento la protección mecánica de los cables y su fácil identificación. Por otra parte se tendrá en cuenta, la posible presencia de sustancias que pudieran perjudicarles.

2.1.3.2.4 Conexiones de B.T.

Las conexiones de B.T. se realizarán mediante terminaciones bimetálicas tipo terminal por doble punzonado y atornillado.

2.1.3.2.5 Puesta a tierra

Condiciones de los circuitos de puesta a tierra:

- No se unirán al circuito de puesta a tierra, ni las puertas de acceso ni las ventanas metálicas de ventilación del Centro de interior.
- En ninguno de los circuitos de puesta a tierra se colocarán elementos de seccionamiento.
- Cada circuito de puesta a tierra llevará un borne para la medida de la resistencia de tierra, situado en un punto fácilmente accesible.
- Los circuitos de tierra se establecerán de manera que se eviten los deterioros debidos a acciones mecánicas, químicas o de otra índole.
- La conexión del conductor de tierra con la toma de tierra se efectuará de manera que no haya peligro de aflojarse o soltarse.
- Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea continua en la que no podrán incluirse en serie las masas del Centro. Siempre la conexión de las masas se efectuará por derivación.
- Los conductores de tierra enterrados serán de cobre y su sección no inferior a 50mm².
- Como la alimentación a un Centro se efectúa por medio de cables subterráneos provistos de cubierta metálica que hace las veces de apantallado, se asegurará la continuidad de ésta. La cubierta metálica se unirá al circuito de puesta a tierra.
- La continuidad eléctrica entre un punto cualquiera de la masa y el conductor de puesta a tierra, en el punto de penetración en el suelo, satisfará la condición de que la resistencia eléctrica correspondiente sea inferior a 0,4 ohmios.

2.1.4 Instalaciones Baja Tensión

La instalación deberá realizarse de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, con todos sus apartados (secciones de conductores, diámetros de tubos, etc.).

2.1.4.1 Conductores

2.1.4.1.1 Objeto y Alcance

Definir las características técnicas que deben cumplir y los ensayos que deben satisfacer los conductores previstos.

El presente pliego tiene por alcance los siguientes conductores:

- Cable unipolar XLPE con conductor de aluminio tensión asignada 0,6/1 kV
- Cable unipolar XLPE con conductor de aluminio tensión asignada 0,6/1 kV
- Cable unipolar XLPE con conductor de cobre tensión asignada 0,6/1 kV
- Conductores de cobre desnudo.

El ámbito de aplicación de los conductores objeto de este pliego son los siguientes:

Campo de aplicación	Tipo de conductor
Interconexión entre Rack BESS y Convertidores (DC)	Cable unipolar XLPE Al, 0,6/1 kVac; 1,8 kVdc
Red de SSAA (AC)	Cable unipolar XLPE Al, 0,6/1 kV
Interconexión entre Convertidores y Centro de Transformación (AC)	Cable unipolar XLPE Al, 0,6/1 kV
Instalación de puesta a tierra instalación BESS	Conductores de cobre desnudo.

2.1.4.1.2 Materiales y equipos

2.1.4.1.2.1 Secciones y materiales.

Los conductores serán de Cobre o Aluminio, de la sección adecuada a la intensidad que transportan.

El cálculo técnico de los cables se realizará por:

- Densidad de corriente
- Caída de tensión
- Cortocircuito

Además del cálculo técnico, los cables se calcularán utilizando un criterio económico para minimizar el costo del conjunto inversión y pérdidas.

2.1.4.1.2.2 Aislamiento.

Siempre que sea posible, el material de aislamiento será polietileno reticulado químicamente (XLPE), para un nivel de aislamiento de 0,6/1 kV CA y 1,5 kV CC.

2.1.4.1.2.3 Armadura.

Cuando se utilicen, por razones de seguridad, cables con protección mecánica, esta se realizará preferentemente mediante corona de alambres de acero galvanizado.

2.1.4.1.2.4 Cubierta

La cubierta exterior del cable será preferentemente de policloruro de vinilo (PVC) de color negro.

Deberá llevar grabada, de forma indeleble, la identificación del conductor y nombre del fabricante.

2.1.4.1.2.5 Composición.

Los cables de potencia serán unipolares si su sección es superior a 50 mm².

2.1.4.1.2.6 Empalmes.

Siempre que sea posible se evitará la realización de empalmes.

La realización de empalmes en las redes de Baja Tensión solo se podrá realizar con la autorización expresa de la Dirección de Obra.

El tipo de empalme deberá ser aprobado por la Dirección de Obra.

2.1.4.1.3 Ejecución

2.1.4.1.3.1 Responsabilidades

Responsabilidades del Contratista.

El contratista será responsable del cumplimiento de todas las disposiciones de la presente especificación desde el momento de su establecimiento oficial en la obra, entre ellas:

- La descarga de los equipos o materiales desde los vehículos que los hayan transportado, depositándolos en su área de almacenamiento dentro de las instalaciones.
- El correcto almacenamiento y manipulación de todos los materiales y equipos eléctricos, hasta su aceptación final, una vez instalados y aprobados.
- La calidad de los materiales y equipos conforme a lo especificado.
- La realización de los replanteos previos a la ejecución de las unidades de obra.
- La ejecución de los trabajos conforme a procedimientos especificados.
- Comunicar a la Dirección Técnica cualquier cambio que pretenda realizarse en los materiales y equipos o en la ejecución de las unidades de obra para su aprobación.
- La ejecución de los trabajos conforme a las restricciones y condicionantes técnicos reflejados en todos los permisos y licencias administrativas necesarias para la autorización administrativa del Proyecto.
- El cumplimiento del preceptivo Plan de Calidad.
- Elaboración y cumplimiento del cronograma de ejecución de los trabajos de la obra, conforme a los rendimientos indicados por el propio contratista y a la planificación prevista para la obra.
- Presentar a la Dirección Técnica los materiales y equipos a instalar previamente a la ejecución de las obras y/o instalación de los equipos.
- Entrega a la Dirección Técnica de la documentación de producto y certificados de calidad de los materiales
- El cumplimiento preceptivo del plan de Seguridad y Salud integral de la obra.

- El cumplimiento del control medioambiental de la obra.
- Limpieza de la obra durante y el termino de los trabajos correspondiente a la misma.

Responsabilidades de la Dirección Técnica.

Será responsabilidad de la Dirección Técnica de la Obra:

- Redactar el documento técnico de estudios y análisis del Proyecto de ejecución de las obras.
- Verificar y aprobar el replanteo de las diferentes unidades de obra realizado por el contratista.
- Aprobar o denegar las modificaciones al Proyecto propuesta por el Contratista.
- Analizar y aportar soluciones a los problemas que se planteen durante el periodo de ejecución de las obras.
- Realizar o disponer las pruebas, las comprobaciones o ensayos de los 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.

2.1.4.1.3.2 Control de calidad

General

- Los cables se suministrarán en bobinas de acuerdo a la norma UNE 21.167-1.
- Los extremos de los cables, irán protegidos contra la penetración de agua, mediante un capuchón retráctil, o por otro método aprobado por la ingeniería
- El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufran alteraciones durante su depósito en la obra, debiendo retirar y reemplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra.

- Será por cuenta del Contratista utilizar medios de carga, el transporte y descarga de los materiales eléctricos de la obra, sean o no de su suministro.
- El Contratista propondrá a la Dirección Técnica las zonas en que piensen depositar los materiales, no pudiendo proceder a dicho propósito hasta que tales zonas sean aprobadas. Cualquier cambio de situación que por necesidad del trabajo, conveniencia del Contratista, o cualquier otra razón, se tenga que efectuar en dichos depósitos, hasta la terminación del montaje, será realizado por cuenta y cargo del Contratista.
- El pequeño material a suministrar por el contratista necesario para la realización del montaje tales como terminales, kits, empalmes, herrajes, tornillería, autoperforadores, etc., y en general cualquier otro no especificado claramente por la propiedad como de su suministro, será de primera calidad, galvanizado o cadmiado, siempre que sea posible su adquisición prefabricada o por lo menos tratadas las superficies con pintura antioxidante antes de su colocación. La utilización de estos materiales pasará por la aprobación previa de la Dirección Técnica.
- El instalador tendrá cuidado de no producir daños ni torsiones al conductor al sacarlo de la bobina.
- Todas las normas de instalación se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan, así como a las directrices que la Dirección Técnica estime oportunas.
- Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que le pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales.
- Cuando se especifique el fabricante y modelo, cualquier cambio de éstos deberá justificado y sometido a la aprobación de la Dirección Técnica.
- La decisión final sobre el fabricante y modelos a instalar será competencia de la Dirección Técnica.
- Durante la ejecución de las obras se protegerá el paso de personas con los medios adecuados, delimitando la zona de obras.
- El recorrido será el indicado en la Dirección Técnica.

- El conductor no estará en contacto con elementos combustibles.
- El conductor quedará instalado en el fondo de las zanjas rellenas posteriormente con tierra cribada y compactada.

2.1.4.1.4 Criterio de no aceptación

En la ejecución de la instalación no se aceptará las partidas o unidades de obras que incumplan alguno de los siguientes requisitos:

- Partida de cables sin identificar, fabricante, año de fabricación, tipo de aislamiento, tensión de aislamiento
- Partidas de cables con deterioro visible. Si bajo el criterio de deterioro visual, Dirección Facultativa y contratista no llegaran a un acuerdo se procedería a determinar la aceptación de la partida mediante un ensayo previo de falta de aislamiento del cable.
- Utilización de conductor diferente al designado por el proyectista o de inferiores características o niveles de aislamiento.

Sobre la ejecución:

- Falta de terminal de conexión, material no aceptado por la Dirección Facultativa o mala ejecución, dejando a la vista parte activa del conductor.
- Circuito sin conectar a cuadro o equipo.
- Falta de sellado de bocas de canalizaciones una vez ejecutado el circuito.
- Instalación de circuitos de diferentes niveles de aislamiento por la misma canalización.
- Instalación de más de un circuito por tubo soterrado.
- Falta de aislamiento del circuito.
- Ejecución o utilización de elemento de conexión y/o derivación diferente al indicado por el proyectista.
- Mala ejecución de soldadura aluminotécnica en red de p.a.t. o secciones inferiores de los conductores de p.a.t.

2.1.4.2 Protecciones

2.1.4.2.1 Objeto y Alcance

Definir las características técnicas que deben cumplir las protecciones previstas para la utilización en la instalación eléctrica de baja tensión de la instalación BESS.

La instalación estará protegida frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones. En función del ámbito de aplicación tendremos el siguiente tipo de protecciones:

Campo de aplicación	Tipo de protección
Sobreintensidades	• Cortacircuitos fusibles. • Interruptores automáticos magnetotérmicos.
Sobretensiones permanentes	• Dispositivos de corte por sobretensiones o subtensiones.
Sobretensiones transitorias	• Descargador de sobretensiones transitorias.
Contactos directos	• Protección por aislamiento de las partes activas. • Protección por medio de barreras o envolventes. • Protección por medio de obstáculos. • Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento. • Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual. • Interruptores seccionadores.
Contactos indirectos	• Protección por medio de barreras o envolventes. • Protección por medio de obstáculos. • Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento. • Interruptores diferenciales.

2.1.4.2.2 Materiales y equipos

2.1.4.2.2.1 *Dispositivos para la protección contra sobreintensidades*

Fusibles cortacircuitos de tipo cilíndrico:

- Tamaño: 10 x 85
- Intensidad: 1-25 A
- Capacidad de corte: 10 kA
- Tensión: 1500V
- Curva: gPV

Fusibles cortacircuitos de tipo cuchilla

- Tamaño
 - o NH1XI
 - o NH2XL
 - o NH3XL
- Intensidad: 63-400 A
- Capacidad de corte: 25 kA
- Tensión: 1500V
- Curva: gPV

Interruptor magnetotermico

- Intensidad nominal: 0,5-250 A
- Tensión nominal: 1500 V y 230/400.
- Curva disparo: B-C-D-K
- Nº Maniobras: 20000/10000 (mecánicas/eléctricas)
- Polos: 1,2,3,4

2.1.4.2.2.2 Dispositivos para la protección contra sobretensiones

Descargador sobretensiones

- Tensión máxima: 1500V
- Tipo Según EN50539-11: Tipo II
- Resistencia a cortocircuito: 10 kA

- corriente total de descarga (8/20 μ s): 25 kA
- Corriente nominal de descarga (8/20 μ s: 12,5 kA
- Nivel de protección: ≤ 6 kA
- Tiempo de respuesta : ≤ 25 ns
- Margen de temperatura de servicio:-40 + 80°C

2.1.4.2.2.3 Dispositivos para la protección contra contactos indirectos

Interruptor diferencial

- Tensión asignada: 230/400 V.
- Sensibilidad: 30mA, 300, regulable-500 mA.
- Número de polos: 2p, 3p ó 4p según especificaciones del proyecto.
- Corriente asignada: 25, 40, 63, 80 y 100 A
- Frecuencia asignada: 50 Hz.

2.1.4.2.2.4 Dispositivos de seccionamiento

Interruptor seccionador

- Tensión asignada: 1500V
- Número de polos: 2p, 3p o 4p (según especificaciones del proyecto).
- Corriente asignada: 16, 25, 32 40, 63, 100, 250, 300, 500 A (según especificaciones proyecto).
- Frecuencia asignada: 50 Hz

2.1.4.2.3 Ejecución

2.1.4.2.3.1 Responsabilidades

Responsabilidades del Contratista.

El contratista será responsable del cumplimiento de todas las disposiciones de la presente especificación desde el momento de su establecimiento oficial en la obra, entre ellas:

- La descarga de los equipos o materiales desde los vehículos que los hayan transportado, depositándolos en su área de almacenamiento dentro de las instalaciones.
- El correcto almacenamiento y manipulación de todos los materiales y equipos eléctricos, hasta su aceptación final, una vez instalados y aprobados.
- La calidad de los materiales y equipos conforme a lo especificado.
- La realización de los replanteos previos a la ejecución de las unidades de obra.
- La ejecución de los trabajos conforme a procedimientos especificados.
- Comunicar a la Dirección Técnica cualquier cambio que pretenda realizarse en los materiales y equipos o en la ejecución de las unidades de obra para su aprobación.
- La ejecución de los trabajos conforme a las restricciones y condicionantes técnicos reflejados en todos los permisos y licencias administrativas necesarias para la autorización administrativa del Proyecto.
- El cumplimiento del preceptivo Plan de Calidad.
- Elaboración y cumplimiento del cronograma de ejecución de los trabajos de la obra, conforme a los rendimientos indicados por el propio contratista y a la planificación prevista para la obra.
- Presentar a la Dirección Técnica los materiales y equipos a instalar previamente a la ejecución de las obras y/o instalación de los equipos.
- Entrega a la Dirección Técnica de la documentación de producto y certificados de calidad de los materiales
- El cumplimiento preceptivo del plan de Seguridad y Salud integral de la obra.
- El cumplimiento del control medioambiental de la obra.
- Limpieza de la obra durante y el termino de los trabajos correspondiente a la misma.

Responsabilidades de la Dirección Técnica.

Será responsabilidad de la Dirección Técnica de la Obra:

- Redactar el documento técnico de estudios y análisis del Proyecto de ejecución de las obras.
- Verificar y aprobar el replanteo de las diferentes unidades de obra realizado por el contratista.
- Aprobar o denegar las modificaciones al Proyecto propuesta por el Contratista.
- Analizar y aportar soluciones a los problemas que se planteen durante el periodo de ejecución de las obras.
- Realizar o disponer las pruebas, las comprobaciones o ensayos de los 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.

2.1.4.2.3.2 Control de calidad

General

- Tanto en la recepción como en la instalación, los elementos de protección no deben sufrir daños ya sean eléctricos o mecánicos.
- La ingeniería reserva el derecho de efectuar pruebas y ensayos, a un lote, cuando lo estime conveniente.
- Los interruptores se montarán siguiendo las indicaciones del fabricante, y atendiendo a las especificaciones de los reglamentos.
- No se trabajará con tensión en la red. Antes de proceder a la conexión se verificará que los conductores están sin tensión.
- Se identificarán los conductores de cada fase y neutro para su correcta conexión a los bornes del interruptor.
- Se comprobará que las características del aparato se corresponden con las especificadas en la Especificación Técnica.

- Se comprobará que los conductores queden apretados de forma segura.
- Resistencia a la tracción de las conexiones: ≥ 30 N
- Cuando la sección de los conductores lo requiera se usarán terminales para la conexión.
- La fuerza de contacto ejercida sobre las conexiones no debe ser transmitida por medio de materiales aislantes diferentes de cerámicas o que presenten las mismas propiedades, a menos que las partes metálicas sean lo suficientemente elásticas para compensar una eventual contracción o cualquier otra deformación del material aislante.
- Los bornes no deben poder girar o desplazarse debido al apriete de los tornillos, y de forma tal que no se den desplazamientos del conductor. Las partes que aprieten los conductores deben ser de metal y tener una forma tal que no dañen el conductor bajo ninguna circunstancia.
- Los bornes deben estar diseñados de forma tal de que sean accesibles con facilidad (una vez que se hayan removido las cubiertas, si es que existen) en las condiciones de instalación normal.

Fusibles

- Los cartuchos fusibles deben poder cambiarse de forma simple y segura, mediante una empuñadura aislante apropiada, sin peligro de que el operario pueda entrar en contacto con las partes en tensión.
- La fijación de las bases es tal que se asegure una perfecta sujeción, incluso frente a las fuertes tracciones que puedan derivarse de la extracción de los fusibles o de maniobras bruscas.
- Las conexiones fijas y los contactos del fusible deben concebirse de manera que mantengan la presión de contacto necesaria en las condiciones de servicio y de actuación del fusible.
- Las piezas de contacto de la base portafusible deben ser de cobre electrolítico plateado cuyo espesor debe ser como mínimo de $5\mu\text{m}$.
- Los bornes de conexión de la base portafusible deben plateados con un espesor mínimo de $2\mu\text{m}$.

- Las partes de metal ferrosas deben estar protegidas convenientemente contra la oxidación
- Los contactos del fusible deben ser realizados de manera que mantengan la fuerza de contacto necesaria, en las condiciones de servicio, de funcionamiento y calentamiento
- Los contactos del fusible deben estar convenientemente plateados (mínimo 3 μm).
- El contacto debe ser tal que las fuerzas electromagnéticas que se producen durante el funcionamiento y los ensayos planteados en la presente especificación, no provoquen ningún deterioro de la conexión eléctrica entre:
 - o la base y el portafusible;
 - o el portafusible y el cartucho fusible;
 - o el cartucho fusible y la base, o si corresponde, cualquier otro soporte.
- Además, por su construcción y material utilizado, los contactos deben ser tales que, con un montaje correcto del fusible y en condiciones de funcionamiento normales, esté asegurado el mantenimiento de un adecuado contacto:
 - o después de operaciones de extracción e inserción repetidas;
 - o después de haber estado en servicio, sin intervención, durante un largo tiempo.
- Los contactos de aleación de cobre no deben presentar tensiones internas.
- Las partes de metal ferrosas deben estar protegidas convenientemente contra la oxidación.

Interruptor magnetotérmico

- La conexión de los cables de alimentación y de salida deberá efectuarse fácilmente con una sola herramienta y por la parte frontal.
- Los bornes de los interruptores serán bimetálicos y estarán provistos para conectar los cables directamente por abulonamiento. El tornillo debe apretar

directamente sobre la paleta del terminal del conductor o, eventualmente, sobre el conductor mismo.

Descargadores de tensión

- Los cables de conexión de los descargadores de sobretensión deben tener una sección idéntica a la línea a proteger.
- El cable de puesta en tierra debe tener una sección igual a la mitad de la del conductor de protección principal de la instalación, con un mínimo de 4 mm² y un máximo de 50 mm².

Interruptores diferenciales

- Los interruptores que admitan la regulación de algún parámetro estarán ajustados a las condiciones del parámetro exigidas en Proyecto.
- Para Interruptores automáticos diferenciales para montar sobre perfil DIN:
 - La sujeción de cables estará realizada mediante la presión de tornillos.
 - Deberá montarse sobre un perfil DIN simétrico en el interior de una caja o armario. El interruptor se sujetará por el mecanismo de fijación dispuesto para tal fin.
- Para Bloques diferenciales para montar en perfil din y para trabajar conjuntamente con interruptores automáticos magnetotérmicos:
- El bloque diferencial quedará conectado al interruptor automático con los conductores que forman parte del mismo bloque. Queda expresamente prohibido modificar estos conductores para hacer las conexiones.
- Deberá montarse sobre un perfil DIN simétrico en el interior de una caja o armario. El interruptor se sujetará por el mecanismo de fijación dispuesto para tal fin.
- Para Bloques diferenciales de caja moldeada para montar en perfil din o para montar adosados a interruptores automáticos magnetotermicos, y para trabajar conjuntamente con interruptores automáticos magnetotermicos:

- o El bloque diferencial quedará conectado al interruptor automático con los conductores que forman parte del mismo bloque. Queda expresamente prohibido modificar estos conductores para hacer las conexiones.
- o Cuando se coloca a presión, estará montado sobre un perfil DIN simétrico en el interior de una caja o armario. En este caso el interruptor se sujetará por el mecanismo de fijación dispuesto para tal fin.
- o Cuando se coloca adosado al interruptor automático, la unión entre ambos se hará con los bornes de conexión que incorpora el mismo bloque diferencial.

2.1.5 Red de Tierras

2.1.5.1 Objeto y Alcance

Definir las mediciones previas a realizar, el diseño, construcción, características de materiales, pruebas y protocolos de ensayo que debe reunir la red de tierras.

El sistema de puesta a tierra de una instalación BESS está concebido como un único electrodo constituido por los electrodos individuales de la Subestación y Centros de Transformación, interconectados a través de las pantallas de los cables de media tensión y los cables de cobre desnudos tendidos en las canalizaciones.

La instalación de puesta a tierra se ejecutará con las máximas garantías de funcionamiento, facilidad de control y mantenimiento, siendo estas premisas el objeto de este pliego.

2.1.5.2 Materiales y Equipos

Las uniones cable-cable o cable-pica se realizarán utilizando soldaduras aluminotérmicas o con elementos de compresión, empleando los accesorios y material de aporte especificado por el fabricante.

Las conexiones cable-borna o cable-pletina se realizarán utilizando terminales de cobre de alta conductividad, tipo YCA de Burndy o equivalente.

La tornillería será de acero inoxidable.

Se utilizarán arandelas de seguridad en todas las conexiones, para evitar su aflojamiento.

2.1.5.3 Ejecución

2.1.5.3.1 Líneas de Media Tensión

La puesta a tierra de la red de media tensión está constituida por un cable de cobre desnudo de sección 50 mm² tendido a lo largo de la canalización de media tensión en el fondo de la misma.

2.1.5.3.2 Conexionado en los centros de transformación

El conexionado de las pantallas de los cables de Media Tensión se realizará individualmente a la pletina de puesta a tierra de la cabina de media tensión, mediante terminales de cobre y tornillería de acero inoxidable, para evitar una discontinuidad en el sistema de tierras en caso de desconexión de una de ellas.

Todos los cables de tierra deberán estar marcados mediante un procedimiento que permita su identificación, con objeto de poder ser desconectados en eventuales trabajos de mantenimiento.

2.1.5.4 Inspecciones y Ensayos

La ejecución correcta de la red de tierras de una instalación BESS implica necesariamente numerosas inspecciones.

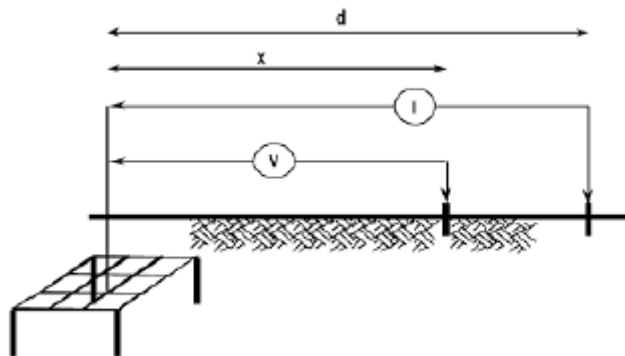
El contratista es directamente responsable de realizar todas y cada una de las comprobaciones y medidas citadas, avisando con suficiente antelación para permitir la presencia de un técnico de la Propiedad durante su realización.

Las inspecciones y ensayos a realizar serán los siguientes.

2.1.5.4.1 Medida de resistencias de puesta a tierra y tensiones de paso y contacto

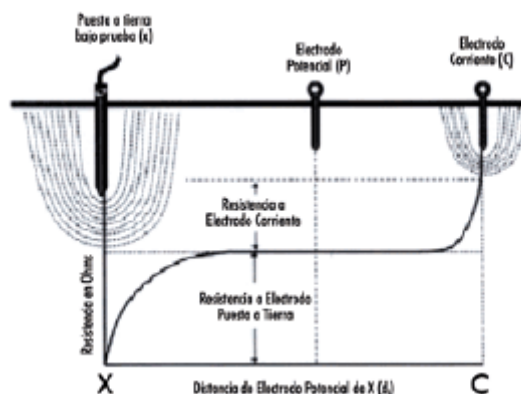
2.1.5.4.1.1 Resistencia del Electrodo de Puesta a Tierra

La base de esta medida es hacer circular una corriente alterna entre la puesta a tierra cuya resistencia queremos medir y un electrodo auxiliar emplazado a una distancia de unos 12 a 20 m.



Se hace circular una corriente I y con un voltímetro V vamos midiendo la diferencia de potencial entre el electrodo a medir y un electrodo auxiliar, que se irá colocando a una distancia X creciente entre el electrodo a medir y el electrodo auxiliar.

La resistencia R , cociente entre la tensión V y la corriente I que hacemos pasar, en función de la distancia, nos dará la curva representada en la figura, en la cual se distingue una parte $E'F'$ prácticamente plana, cuya ordenada nos dará el valor de la resistencia del electrodo de puesta a tierra.



Para realizar esta medición se usará un aparato de medida tipo Megger o similar.

2.1.5.4.1.2 Tensiones de Paso y Contacto

Para determinar experimentalmente estas tensiones se facilitará al CONTRATISTA el valor de la intensidad máxima de defecto en el punto de medida.

La intensidad inyectada para el ensayo no será inferior al 1% de dicha corriente y en ningún caso inferior a 5 A para los centros de transformación y 50 A para la subestación.

La realización del circuito de tierra requiere un electrodo auxiliar de tierra, alejado como mínimo 20 m de la puesta a tierra para que las curvas de tensión de los electrodos no se influyan mutuamente.

Los electrodos de tensión en estas mediciones estarán constituidos por dos cuerpos cilíndricos de 25 kg de peso y una superficie en la base de 200 cm², perfectamente plana y niquelada para asegurar un buen contacto con el suelo. Dispondrán de asas para su transporte y un borne para su conexión.

El aparato de medida suministrará una corriente alterna regulable de 5 a 60 A, como mínimo, con una frecuencia de 50 Hz.

El voltímetro de medida tendrá una resistencia interna de 1.000 Ω .

Los dos electrodos de contacto con el suelo se colocan uno junto al otro separado 1 m y en la dirección del electrodo de tierra auxiliar, conectándose sus bornes a los bornes de medida del aparato.

Antes de efectuar la medición se impedirá mediante señalizaciones adecuadas, la permanencia o paso de personas o animales por la zona de influencia de los electrodos de tierra.

La tensión de contacto se medirá entre una masa metálica conectada a tierra y los dos electrodos de medida colocados juntos, con una separación de unos 20 cm, unidos entre sí y a una distancia de 1m de la masa metálica.

2.1.6 Instalación de Baterías

2.1.6.1 Objeto y Alcance

Instalación y conexión en baja tensión dentro de los armarios racks e instalación del propio armario rack que sirve como contenedor de los sistemas de baterías.

2.1.6.2 Materiales y Equipos

La instalación del armario rack se realizará con grúa autopropulsada con capacidad suficiente de izado del peso del conjunto. El rack apoyará sobre la zapata de hormigón prevista, y se fijará al mismo mediante la tornillería que indique el fabricante del equipo.

Las baterías de ion-litio estarán alojadas en el interior del rack. Se procederá a inspección visual, antes y después de la instalación del rack, verificando la ausencia de desperfectos o golpes físicos. No debe manipularse ninguna batería durante el proceso de instalación del armario.

2.1.6.3 Ejecución

El equipo eléctrico utilizado estará protegido contra los efectos de gases y vapores desprendidos por el electrolito.

El contenedor deberá estar provisto de una ventilación natural o forzada que garantice una renovación perfecta y rápida del aire. Los vapores no deben penetrar en compartimentos o armarios contiguos.

La iluminación artificial se realizará mediante lámparas eléctricas de incandescencia o de descarga.

Los acumuladores que no se aseguren por si mismos y permanentemente un aislamiento suficiente entre partes en tensión y tierra, deberán estar instalados con un aislamiento suplementario. Este aislamiento no podrá ser afectado por la humedad.

Los acumuladores estarán dispuestos de manera que puedan realizarse fácilmente la sustitución y el mantenimiento de cada elemento. Los pasillos de servicio tendrán una anchura mínima de 0,75 metros.

Si la tensión de servicio en corriente continua es superior a 75 voltios con relación a tierra y existen partes desnudas bajo tensión que puedan tocarse inadvertidamente, el suelo de los pasillos de servicio será eléctricamente aislante.

Las piezas desnudas bajo tensión, cuando entre éstas existan tensiones superiores a los 75 voltios en corriente continua, deberán instalarse de manera que sea imposible tocarlas simultánea e inadvertidamente.

2.2 Obra Civil

2.2.1 Despeje y desbroce

2.2.1.1 Objeto y alcance

Las operaciones de despeje y desbroce del terreno son las necesarias para dejar el terreno natural, entre límites de explanación, totalmente libre de obstáculos, maleza, árboles, tocones, vallas, muretes, basuras, escombros y cualquier otro material indeseable a juicio del Director de Obra, de modo que dichas zonas queden aptas y en condiciones para el inicio de los trabajos de excavación y/o terraplenado.

Esta unidad de obra incluye:

- La remoción de los materiales.
- La extracción de tocones.
- Las operaciones de carga, transporte y descarga de los materiales en vertedero, así como su apilado o almacenamiento provisional y cuantas operaciones sean precisas hasta su vertido definitivo.
- Todo elemento auxiliar o de protección necesario, como vallas, muretes, etc.
- La conservación en buen estado de los materiales apilados y de los vertederos donde se descarguen los materiales no combustibles y los cánones, indemnizaciones, impuestos, gastos, etc., de los vertederos y de los lugares de almacenamiento o el extendido y compactación de los materiales en el vertedero de proyecto.

- Cualquier trabajo, maquinaria, material o elemento auxiliar necesario para la correcta y rápida ejecución de esta unidad de obra.

2.2.1.2 Ejecución

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción, así como a los condicionantes impuestos en la Declaración de Impacto Ambiental emitida por la Administración competente en materia Medio Ambiental.

No se realizará desbroce sobre elementos arbóreos o sobre regeneración natural de especies arbóreas. Para tal fin, se señalarán los elementos arbóreos que se deban respetar en el desbroce.

Debe retirarse la tierra vegetal de las superficies de terreno afectadas por excavaciones o terraplenes, según las profundidades definidas en el Proyecto y verificadas o definidas durante la obra.

La profundidad de desbroce será de un mínimo de 20 cm, a excepción de los casos en el que el Projectista prescriba profundidades distintas.

Los deshechos serán transportados a vertedero, incinerados o enterrados, según el caso, cumpliendo las normas existentes sobre la incineración e informándose sobre propagación posible de plagas.

La tierra vegetal procedente de desbroce se dispondrá para su ubicación definitiva en el menor tiempo posible. Si no fuese posible, se deberá apilar en montones con una altura que no supere los 2 m.

En zonas muy blandas o pantanosas la retirada de la capa de tierra vegetal puede ser inadecuada, por poder constituir una costra más resistente y menos deformable que el terreno subyacente. En estos casos y en todos aquellos en que, según el Proyecto o el Director de las Obras, el mantenimiento de dicha capa sea beneficioso, ésta no se retirará.

Las operaciones de remoción se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes y evitar daños en las construcciones próximas existentes.

El Contratista deberá disponer las medidas de protección adecuadas para evitar que la vegetación, objetos y servicios considerados como permanentes, resulten dañados. Cuando dichos elementos resulten dañados por el Contratista, éste deberá reemplazarlos, con la aprobación del Director de las Obras, sin costo para la Propiedad.

Puntualmente se le podrá exigir al contratista bajo justificación de la Dirección Facultativa, desbroce manual selectivo en las zonas indicadas. Dicho desbroce se realizará mediante motodesbrozadora.

Todos los pozos y agujeros que queden dentro de la explanación se rellenarán conforme a las instrucciones del Director de las Obras.

Los trabajos se realizarán de forma que no se produzcan molestias a los ocupantes de las zonas próximas a la obra.

2.2.1.3 Medición

Esta unidad de obra se medirá y abonará por metros cuadrados (m²) realmente ejecutados, medidos sobre el plano que conforma el terreno.

Se entiende por “realmente ejecutados”, toda la superficie que se encuentra entre líneas de explanación y que no corresponde a superficies de edificios demolidos o a carreteras, caminos, vías de comunicación existentes o en general cualquier pavimento o firme existente.

2.2.2 Explanaciones

2.2.2.1 Objeto y alcance

Desmontes y terraplenes para dar al terreno la rasante de explanación. Quedan excluidos los terrenos rocosos que precisen de explosivos o los muy blandos.

2.2.2.2 Materiales y equipos

En la medida de lo posible se utilizarán tierras procedentes de la propia excavación para la formación de la explanada.

En caso de ser necesario materiales procedentes de préstamos, estos estarán sujetos al cumplimiento de la normativa medioambiental vigente en cuanto a su procedencia.

Todos los materiales usados en la formación de las explanadas deben cumplir con lo prescrito en Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3).

2.2.2.3 Ejecución

2.2.2.3.1 General

La cota de la explanada deberá quedar al menos a sesenta centímetros (60 cm) por encima del nivel más alto previsible de la capa freática donde el macizo de apoyo esté formado por suelos seleccionados; a ochenta centímetros (80 cm) donde esté formado por suelos adecuados; a cien centímetros (100 cm) donde sean tolerables, y a ciento veinte centímetros (120 cm) donde sean marginales o inadecuados.

A tal fin se adoptarán medidas tales como la elevación de la cota de la explanada, la colocación de drenes subterráneos, la interposición de geotextiles o de una capa drenante, etc., asegurando además la evacuación del agua que se pueda infiltrar a través del firme de la calzada y de los arcenes.

Como norma general, la sub-base se formará con el propio terreno, y tendrá el espesor necesario para transmitir y soportar los esfuerzos. Los materiales de la sub-base deberán cumplir lo especificado en el art. 330 del Pliego PG-3.

Las zanjas de préstamo quedarán como mínimo a una distancia de 4 m de la base del terraplén.

2.2.2.3.2 Excavaciones

Una vez terminadas las operaciones de desbroce del terreno se iniciarán las obras de excavación, ajustándose a las alineaciones, pendientes, dimensiones y demás información contenida en el Proyecto.

A este efecto no se deberá acudir al uso de sistemas de excavación que no correspondan a los incluidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares sobre todo si la variación pretendida pudiera dañar excesivamente el terreno.

Durante la ejecución de los trabajos se tomarán, en cualquier caso, las precauciones adecuadas para no disminuir la resistencia o estabilidad del terreno no excavado. En especial, se atenderá a las características tectónico-estructurales del entorno y a las alteraciones de su drenaje y se adoptarán las medidas necesarias para evitar los siguientes fenómenos:

- Inestabilidad de taludes en roca o de bloques de la misma,
- Debida a voladuras inadecuadas,
- Deslizamientos ocasionados por el descalce del pie de la excavación,
- Encharcamientos debidos a un drenaje defectuoso de las obras,
- Taludes provisionales excesivos,
- etc.

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

Durante las diversas etapas de la construcción de la explanación, las obras se mantendrán en perfectas condiciones de drenaje y las cunetas, bordillos, y demás elementos de desagüe, se dispondrán de modo que no se produzca erosión en los taludes.

La tierra vegetal que se encuentre en las excavaciones, y que no se hubiera extraído en el desbroce, se removerá de acuerdo con lo que, al respecto, se señale en el Proyecto y con lo que especifique el Director de las Obras, en concreto, en cuanto a la extensión y profundidad que debe ser retirada. Se acopiará para su utilización posterior en protección de taludes o superficies erosionables, o donde ordene el Director de las Obras o indique el Proyecto.

La tierra vegetal extraída se mantendrá separada del resto de los productos excavados. La retirada, acopio y disposición de la tierra vegetal se realizará cumpliendo las prescripciones del art. 300.2.2 del PG-3, y el lugar de acopio deberá ser aprobado por el Director de las Obras.

Siempre que sea posible, los materiales que se obtengan de la excavación se utilizarán en la formación de rellenos y demás usos fijados en el Proyecto, y se transportarán directamente a las zonas previstas en el mismo, en su defecto, se estará a lo que, al respecto, disponga el Director de las Obras.

No se desechará ningún material excavado sin la previa autorización del Director de las Obras.

Los fragmentos de roca y bolos de piedra que se obtengan de la excavación y que no vayan a ser utilizados directamente en las obras se acopiarán y emplearán, si procede, en la protección de taludes, canalizaciones de agua, defensas contra la posible erosión, o en cualquier otro uso que señale el Director de las Obras.

Las rocas o bolos de piedra que aparezcan en la explanada, en zonas de desmonte en tierra, deberán eliminarse, a menos que el Contratista prefiera triturarlos al tamaño que se le ordene.

El material extraído en exceso podrá utilizarse en la ampliación de terraplenes, si así está definido en el Proyecto o lo autoriza el Director de las Obras, debiéndose cumplir las mismas condiciones de acabado superficial que el relleno sin ampliar.

Los materiales excavados no aprovechables se transportarán a vertedero autorizado, sin que ello dé derecho a abono independiente. Las áreas de vertedero de estos materiales serán las definidas en el Proyecto o, en su defecto, las autorizadas por el Director de las Obras a propuesta del Contratista, quien deberá obtener a su costa los oportunos permisos y facilitar copia de los mismos al Director de las Obras.

Las excavaciones en roca se ejecutarán de forma que no se dañe, quebrante o desprenda la roca no excavada. Se pondrá especial cuidado en evitar dañar los taludes del desmonte y la cimentación de la futura explanada de la carretera. Cuando los taludes excavados tengan zonas inestables o la cimentación de la futura explanada presente cavidades, el Contratista adoptará las medidas de corrección necesarias, con la aprobación del Director de las Obras.

Se cuidará especialmente la subrasante que se establezca en los desmontes en roca debiendo ésta presentar una superficie que permita un perfecto drenaje sin encharcamientos, y en los casos en que por efecto de la voladura se generen zonas sin desagüe se deberán eliminar éstas mediante la aplicación de hormigón de saneo que genere la superficie de la subrasante de acuerdo con los planos establecidos para las mismas y con las tolerancias previstas en el Proyecto, no siendo estas operaciones de abono.

Cuando interese de manera especial que las superficies de los taludes excavados presenten una buena terminación y se requiera, por tanto, realizar las operaciones precisas para tal fin, se seguirán las prescripciones del art. 322, "Excavación especial de taludes en roca" del Pliego PG-3.

El Director de las Obras podrá prohibir la utilización de métodos de voladura que considere peligrosos o dañinos, aunque la autorización no exime al Contratista de la responsabilidad por los daños ocasionados como consecuencia de tales trabajos.

Si se hubiese previsto o se estimase necesaria, durante la ejecución de las obras, la utilización de préstamos, el Contratista comunicará al Director de las Obras, con

suficiente antelación, la apertura de los citados préstamos, a fin de que se pueda medir su volumen y dimensiones sobre el terreno natural no alterado y, en el caso de préstamos autorizados, realizar los oportunos ensayos para su aprobación, si procede.

No se tomarán préstamos en la zona de apoyo de la obra, ni se sustituirán los terrenos de apoyo de la obra por materiales admisibles de peores características o que empeoren la capacidad portante de la superficie de apoyo.

Se tomarán perfiles, con cotas y mediciones, de la superficie de la zona de préstamo después del desbroce y, asimismo, después de la excavación.

El Contratista no excavará más allá de las dimensiones y cotas establecidas.

Los préstamos deberán excavarся disponiendo las oportunas medidas de drenaje que impidan que se pueda acumular agua en ellos. El material inadecuado se depositará de acuerdo con lo que el Director de las Obras ordene al respecto.

Los taludes de los préstamos deberán ser estables, y una vez terminada su explotación, se acondicionarán de forma que no dañen el aspecto general del paisaje. No deberán ser visibles desde la carretera terminada, ni desde cualquier otro punto con especial impacto paisajístico negativo, debiéndose cumplir la normativa existente respecto a su posible impacto ambiental.

Los caballeros, o depósitos de tierra, que se formen deberán tener forma regular, superficies lisas que favorezcan la escorrentía de las aguas y un grado de estabilidad que evite cualquier derrumbamiento. Deberán situarse en los lugares que, al efecto, señale el Director de las Obras, se cuidará de evitar sus arrastres hacia la carretera o las obras de desagüe, y de que no se obstaculice la circulación por los caminos que haya establecidos, ni el curso de los ríos, arroyos o acequias que haya en las inmediaciones de la carretera.

El material vertido en caballeros no se podrá colocar de forma que represente un peligro para construcciones existentes, por presión directa o por sobrecarga sobre el terreno contiguo.

Cuando tras la excavación de la explanación aparezca suelo inadecuado en los taludes o en la explanada, el Director de las Obras podrá requerir del Contratista que retire esos materiales y los sustituya por material de relleno apropiado. Antes y después de la excavación y de la colocación de este relleno se tomarán perfiles transversales

La excavación de los taludes se realizará adecuadamente para no dañar su superficie final, evitar la descompresión prematura o excesiva de su pie e impedir cualquier otra causa que pueda comprometer la estabilidad de la excavación final. En el caso que la excavación del talud sea definitiva y se realice mediante perforación y voladura de roca, se cumplirá lo dispuesto en el art. 322, "Excavación especial de taludes en roca" del Pliego PG-3.

Las zanjas que, de acuerdo con el Proyecto, deban ser ejecutadas en el pie del talud, se excavarán de forma que el terreno afectado no pierda resistencia debido a la deformación de las paredes de la zanja o a un drenaje defectuoso de ésta. La zanja se mantendrá abierta el tiempo mínimo indispensable, y el material de relleno se compactará cuidadosamente. Asimismo, se tendrá especial cuidado en limitar la longitud de la zanja abierta al mismo tiempo, a efectos de disminuir los efectos antes citados.

Cuando sea preciso adoptar medidas especiales para la protección superficial del talud, tales como bulones, gunitado, plantaciones superficiales, revestimiento, cunetas de guarda, etc., dichos trabajos deberán realizarse tan pronto como la excavación del talud lo permita.

Se procurará dar un aspecto a las superficies finales de los taludes, tanto si se recubren con tierra vegetal como si no, que armonice en lo posible con el paisaje natural existente. En el caso de emplear gunita, se le añadirán colorantes a efectos de que su acabado armonice con el terreno circundante.

La transición de desmonte a terraplén se realizará de forma gradual, ajustando y suavizando las pendientes, y adoptándose las medidas de drenaje necesarias para evitar aporte de agua a la base del terraplén.

En el caso de que los taludes presenten desperfectos antes de la recepción de las obras, el Contratista eliminará los materiales desprendidos o movidos y realizará urgentemente las reparaciones complementarias ordenadas por el Director de las Obras. Si dichos desperfectos son imputables a ejecución inadecuada o a incumplimiento de las instrucciones del Director de las Obras, el Contratista será responsable de los daños y sobrecostos ocasionados

Se cuidarán especialmente estas zonas de contacto en las que la excavación se ampliará hasta que la coronación del terraplén penetre en ella en toda su sección, no admitiéndose secciones en las que el apoyo de la coronación del terraplén y el fondo de excavación estén en planos distintos.

En estos contactos se estudiarán especialmente en el Proyecto el drenaje de estas zonas y se contemplarán las medidas necesarias para evitar su inundación o saturación de agua

2.2.2.3.3 Rellenos (formación de explanada)

La ejecución de las operaciones necesarias para la formación de la explanada, comprende las operaciones siguientes:

- Extensión de una tongada.
- Humectación o desecación de una tongada.
- Compactación de una tongada.

Las tres últimas operaciones se reiterarán cuantas veces sea preciso.

No se extenderá ninguna tongada mientras no se haya comprobado que la superficie subyacente cumple las condiciones exigidas y sea autorizada su extensión por el Director de las Obras.

En tiempo de lluvia intensa o con el nivel freático muy elevado, se evacuará el agua mediante bombas de achique hasta evacuar completamente el agua, antes de extender ninguna tongada de material.

El espesor de las tongadas será el adecuado para que se obtenga en todo su espesor el grado de compactación exigido. Dicho espesor, en general y salvo especificación en contra del Proyecto o de la Dirección Facultativa, será de treinta (30) centímetros como máximo.

El material de las tongadas será de características uniformes y, si no lo fueran, se conseguirá esta uniformidad mezclándolos convenientemente con maquinaria adecuada para ello, previa a la extensión.

Durante la ejecución de las obras, la superficie de las tongadas deberá tener la pendiente transversal necesaria, en general en torno al cuatro por ciento (4%), para asegurar la evacuación de las aguas sin peligro de erosión y evitar la concentración de vertidos.

Los equipos de transporte de tierras y extensión de las mismas operarán sobre todo el ancho de cada capa y, en general, en el sentido longitudinal de la vía.

En el caso de que sea preciso añadir agua para conseguir el grado de compactación previsto, se efectuará esta operación humectando uniformemente los materiales, bien en las zonas de procedencia (canteras, préstamos), bien en acopios intermedios o bien en la tongada, disponiendo los sistemas adecuados para asegurar la citada uniformidad (desmenuzamiento previo, uso de rodillos "pata de cabra", etc.).

En los casos especiales en que la humedad natural del material sea excesiva, se tomarán las medidas adecuadas, para conseguir la compactación prevista, pudiéndose proceder a la desecación por oreo, o a la adición y mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas

Una vez que se ha conseguido la humectación más conveniente, se procederá a la compactación mecánica de la tongada, mediante un compactador autopropulsado vibratorio con rodillo metálico.

La compactación se realizará hasta que los valores de densidad y humedad alcancen los valores que se fijen en el Proyecto o por la Dirección Facultativa. No se iniciará una nueva tongada hasta que no se obtenga el grado de compactación adecuado.

En todo caso el grado de compactación deberá ser del 95% del ensayo Próctor modificado para el núcleo y del 100% para la coronación.

No serán de utilización para la explanada los suelos marginales, suelos colapsables, suelos expansivos o suelos con yeso, según se definen en el art. 330 del Pliego PG-3.

Los espesores prescritos en la figura 1 de la Norma 6.1-IC, no podrán ser reducidos aunque se recurra al empleo de materiales de calidad superior a la especificada en cada una de las secciones.

Las obras de terminación y refino de la explanada, se ejecutarán con posterioridad a la explanación y construcción de drenes y obras de fábrica que impidan o dificulten su realización. La terminación y refino de la explanada se realizará inmediatamente antes de iniciar la construcción del firme, pavimentación u otras obras de superestructura.

Previo a la formación del firme se realizará la comprobación de que se reúnen las condiciones de calidad y características geométricas de la explanada.

2.2.2.4 Control de Calidad

Previo puesta en obra, cada 1000 m² de explanada:

- Presencia de agua en la excavación.
- Grado de humectación material.
- Análisis granulométrico.
- Contenido en materia orgánica, yeso y otras sales solubles.

- Límites de Atteberg.

Durante la ejecución, cada 250 m lineales de construcción de explanada.

- Presencia de agua en la superficie excavada.
- Anchura de explanada.
- Espesor y homogeneidad de las tongadas.
- Espesor de las capas de materiales.
- Homogeneidad del material de las tongadas.
- Procedimiento de compactación.
- Control de grado compactación según art 330.6.5.3 del PG-3.
- Pendiente transversal de las tongadas de explanada.

Terminada la unidad de obra, cada 250 m lineales.

- Espesores de capas de material.
- Control geométrico mediante: anchura, eje y pendiente longitudinal y transversal.
- Ensayo densidad y humedad mediante el método nuclear, de 5 puntos en superficie y 2 puntos en los bordes.
- Ensayo de carga con placa, de 1 puntos en superficie y 2 puntos en los bordes.
- Pendiente transversal de la explanada.
- Acabado y refino de taludes.
- Pendiente de taludes.

2.2.3 Firme de Zahorra Artificial

2.2.3.1 Objeto y alcance

Definir las condiciones de las capas de material ejecutadas inmediatamente sobre la explanación y como capa de rodadura en los caminos de acceso cuando sea necesario, de forma que sea capaz de resistir las cargas de tráfico y permita que la circulación del agua sea segura y cómoda.

Como norma general el firme estará compuesto por una sola capa de rodadura sobre la explanación.

2.2.3.2 Materiales y equipos

Para el diseño de las secciones de firme se seguirá lo indicado en el art. 6 de la Norma 6.1-IC. Secciones de firme.

Como norma general la capa de rodadura será de zahorra artificial con un espesor mínimo de 20 cm, ejecutados sobre la última capa de explanación.

Los materiales de zahorra cumplirán con lo indicado en el art. 510 del Pliego PG-3 y la procedencia de la misma estará sujeta al cumplimiento de la normativa medioambiental vigente.

Los materiales para la zahorra artificial procederán de la trituración, total o parcial, de piedra de cantera o de grava.

Los materiales para las capas de zahorra no serán susceptibles de ningún tipo de meteorización o de alteración física o química apreciable bajo las condiciones más desfavorables que, presumiblemente, puedan darse en el lugar de empleo. Tampoco podrán dar origen, con el agua, a disoluciones que puedan causar daños a estructuras o a otras capas del firme, o contaminar el suelo o corrientes de agua.

2.2.3.3 Ejecución

Quedarán perfectamente definidas y aprobadas las superficies de apoyo del firme por parte de la dirección de Obra, según los parámetros definidos en el presente pliego.

En caso de apoyos del firme en desmonte, se ejecutará el cajeo sobre el terreno natural suficiente para alojar la totalidad de la capa de firme de 20 cm, y ensayando el fondo del cajeo según lo prescrito en el art. 330 del PG-3 y en el presente pliego.

No se podrá utilizar en la ejecución de las zahorras ningún equipo que no haya sido previamente aprobado por la Dirección Facultativa.

La zahorra se transportará al lugar de empleo en camiones de caja abierta, lisa y estanca, perfectamente limpia. Deberán disponer de lonas o cobertores adecuados para protegerla durante su transporte. Por seguridad de la circulación vial será inexcusable el empleo de cobertores para el transporte por carreteras en servicio.

Queda absolutamente prohibido verter la zahorra fabricada directamente al suelo desde los silos de almacenamiento o desde la salida de la planta de fabricación.

Los acopios se harán ordenadamente por tongadas de 1 m como máximo de espesor. La altura total de acopio no excederá los 4 m. En el caso de que los acopios se hicieran directamente sobre el suelo, no se utilizarán los primeros 15 cm de los acopios.

Las zahorras se podrán poner en obra siempre que las condiciones meteorológicas no hubieran producido alteraciones en la humedad del material, tales que se superasen las tolerancias especificadas en la presente especificación.

Previamente se comprobará la homogeneidad del material. En caso de que no sea homogéneo, se mezclará hasta tener una homogeneidad del mismo, mediante máquinas mezcladoras adecuadas.

El extendido de las tongadas se realizará mediante motoniveladora. El espesor de las tongadas a compactar será lo suficientemente deducido para que se obtenga en toda su extensión el grado de compactación exigido.

En caso de que sea necesario, se humificará la tongada para tenerla humedad óptima de compactación.

Se procederá a la compactación mecánica de la tongada, mediante un compactador autopulsado vibratorio con rodillo metálico. Debe evitarse que por exceso de vibración, se ocasione la segregación del material o que dejen de estar en íntimo contacto.

La compactación se realizará longitudinalmente, empezando desde los bordes y solapando, en cada recorrido, un ancho no inferior a un tercio del elemento compactador.

La compactación se realizará hasta que los valores de densidad y humedad alcancen los valores que se fijen el Proyecto o por la Dirección Facultativa.

En todo caso el grado de compactación deberá ser del 100% del ensayo Próctor modificado.

La superficie de la base deberá quedar con el bombeo especificado, con un mínimo del 2%, salvo que el proyectista indique lo contrario.

2.2.3.4 Control de calidad

Las partidas de zahorras presentarán en su entrega Certificado de Declaración de Conformidad CE según norma UNE.

Control de material:

- Granulometría por tamizado, según la UNE-EN 933-1.
- Límite líquido e índice de plasticidad, según las UNE 103103 y UNE 103104, respectivamente.
- Coeficiente de Los Ángeles, según la UNE-EN 1097-2.
- Equivalente de arena, según la UNE-EN 933-8 y, en su caso, azul de metileno, según la UNE-EN 933-9.
- Índice de lajas, según la UNE-EN 933-3
- Partículas trituradas, según la UNE-EN 933-5
- Humedad natural, según la UNE-EN 1097-5.

Durante la ejecución, cada 250 m lineales de construcción del firme.

- Espesor de las tongadas.
- Extendido de la tongada que cumpla el lote.

- Dimensiones geométricas del firme.
- Grado de compactación de cada tongada, mediante ensayo Proctor modificado.
- Pendiente de taludes.
- Pendiente transversal de las tongadas.
- Homogeneidad del material.
- Control unidad de obra terminada.

Terminada la unidad de obra, cada 250 m lineales.

- Espesor de la sección del firme, mediante punzón calibrado.
- Control geométrico mediante topografía: anchura, eje y pendiente de la rasante y transversal.
- Ensayo densidad y humedad mediante método nuclear, de 7 puntos en superficie y 2 puntos en los bordes.
- Ensayo de carga con placa, de 1 puntos en superficie y 2 puntos en los bordes.
- Acabado y refino de taludes.
- Pendiente de taludes.

2.2.4 Firme de Hormigón Armado

2.2.4.1 Objeto y Alcance

Los accesos directos de la instalación BESS realizados sobre las carreteras asfaltadas actuales se ejecutarán con una capa de rodadura de hormigón armado sobre la capa de zahorra artificial de base y con las anchuras y longitudes definidas en el documento Planos.

Se define en planos las características del trazado y todos los parámetros que le afectan.

2.2.4.2 Materiales y Equipos

Para el diseño de las secciones de firme se seguirá lo indicado en el art. 6 de la Norma 6.1-IC. Secciones de firme.

Como norma general la capa de rodadura será de hormigón armado con malla electrosoldada de 15x15x6 con un espesor mínimo de 15 cm, ejecutados sobre la última capa de explanación. El acabado de la capa de rodadura será impreso.

Los materiales que componen el hormigón cumplirán con lo indicado en el código Estructural y la procedencia de los mismos estará sujeta al cumplimiento de la normativa medioambiental vigente.

2.2.4.3 Ejecución

Los terraplenes y las excavaciones se harán de acuerdo a lo Especificado en los apartados correspondientes.

Una vez se haya realizado la explanación de la coronación de la superficie del vial de acceso, se tenderá una capa de zahorra artificial, de 20 cm de espesor. Una vez conseguida la humectación conveniente, deducida de los pertinentes ensayos, se procederá a la compactación hasta alcanzar una densidad no inferior al 100% de la máxima obtenida en el Ensayo Proctor Modificado.

Para la ejecución de la capa de hormigón armado se seguirán los siguientes pasos básicos:

- Replanteo de las juntas de hormigonado.
- Tendido de niveles mediante toques, maestras de hormigón o reglas.
- Riego de la superficie base.
- Colocación del mallazo con separadores homologados.
- Vertido, extendido y compactación del hormigón.
- Aplicación manual del mortero coloreado endurecedor, asegurándose de la total cubrición del hormigón fresco.
- Aplicación del desmoldeante hasta conseguir una cubrición total y posterior estampación de texturas mediante moldes.
- Ejecución de juntas.
- Lavado y limpieza del pavimento con máquina de agua de alta presión.

- Aplicación de la resina impermeabilizante de acabado para el curado del hormigón.
- Protección del hormigón fresco frente a lluvias, heladas y temperaturas elevadas.
- Protección del firme frente al tránsito pesado hasta que transcurra el tiempo previsto.

2.2.4.4 Control de Calidad

Previo al inicio de la ejecución de la unidad, el Contratista deberá formar un acopio, del volumen que indique la Propiedad, el cual deberá ser ensayado y merecerá su aceptación.

El módulo elástico determinado mediante el ensayo de Placa de Carga V.S.S., con placa de treinta (30) centímetros de diámetro, deberá de ser superior a 1200 Kg/m².

En todo caso el control de calidad estará sujeto a lo prescrito en el Código Estructural.

2.2.5 **Canalizaciones eléctricas**

2.2.5.1 Objeto y alcance

Este pliego tiene por objeto definir las características técnicas que deben cumplir y satisfacer los tubos y canalizaciones enterradas de las instalaciones de Alta y Baja Tensión.

El ámbito de aplicación es el siguiente:

Campo de aplicación	Tipo de instalación
Red de Alta Tensión – Interconexión entre Centros de Transformación, línea de evacuación y subestación.	Canalizaciones enterradas directamente
Red Distribución Subterránea de Baja Tensión – Interconexión entre racks Baterías y convertidores e interconexión entre convertidores y Centro de Transformación.	Canalizaciones enterradas directamente
Red de servicios auxiliares de Baja Tensión	Canalización enterrada bajo tubo

2.2.5.2 Materiales y equipos

2.2.5.2.1 Tubos para canalización enterrada bajo tubo

Descripción del material: Tubo de polietileno HDPE de 63 mm a 200 mm de diámetro para protección de cables.
Denominación codificada: Tubo de polietileno HDPE XXX mm.
Unidad de medida: mm
Características mínimas: • Tipo de material: HDPE (Polietileno alta densidad) • Tipo de aislamiento: tubo de doble pared (interior lisa, exterior corrugado). Rígidos o curvables. • Dimensiones: desde 63 mm hasta 90 mm (en función de las especificaciones del proyecto). • Resistencia a la compresión: > 450 N • Resistencia al impacto: normal • Color: negro, azul o verde. • Resto de características: según tabla 8 de la ITC-BT-21 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
Marcas en el tubo: Indelebles, indicando: - Nombre del fabricante. - Designación. - Año de fabricación (dos últimas cifras). - UNE-EN 50.086-2-4.
Ensayos de calidad según norma: • UNE-EN 50.086-2-4, para tubos enterrados.
Uso al que va destinado: Protección de cables enterrados para circuitos eléctricos en Baja Tensión y circuitos de comunicación y control.
Descripción del material: Tubo de polietileno PE de 63 mm a 200 mm de diámetro para protección de cables.
Denominación codificada: Tubo de polietileno PE XXX mm.
Unidad de medida: mm
Características mínimas: • Tipo de material: PE (Polietileno doble capa) • Tipo de aislamiento: tubo de doble pared (interior lisa, exterior corrugado). Rígidos o curvables.

• Dimensiones: desde 63 mm hasta 200 mm (en función de las especificaciones del proyecto). • Resistencia a la compresión: > 450 N • Resistencia al impacto: normal • Color: rojo. • Resto de características: según tabla 8 de la ITC-BT-21 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
Marcas en el tubo: Indelebles, indicando: - Nombre del fabricante. - Designación. - Año de fabricación (dos últimas cifras). - UNE-EN 50.086-2-4.
Ensayos de calidad según norma: • UNE-EN 50.086-2-4, para tubos enterrados.
Uso al que va destinado: Protección de cables enterrados para circuitos eléctricos en Baja Tensión y circuitos de comunicación y control.

2.2.5.2.2 Arena Lavada

Descripción del material: Árido grueso, rodado, 0/6 mm, silíceo y lavado.
Denominación codificada: AG-R-0/6-S-L
Unidad de medida: mm
Características: • Tamaño, forma y densidad de partícula: • Tamaño del árido: 0/6 mm • Granulometría: G_F 85 • Formas de los áridos gruesos: F_L 20 • Densidad de la partícula: ≥ 2,4 Mg/mm³
Ensayos de calidad según norma: • UNE-EN 13.242:2.003 “Áridos para capas granulares”
Uso al que va destinado: Relleno para zanjas de Baja y Media Tensión.

2.2.5.3 Ejecución

2.2.5.3.1 General

La obra deberá ajustarse a la descripción realizada en la Memoria, Planos y Presupuesto del proyecto.

Previo a la excavación de la zanja, se realizará el replanteo de las mismas siguiendo lo prescrito en la Memoria, Planos y el presente Pliego de Condiciones Técnicas.

Las zanjas se ajustarán al trazado realizado en el replanteo y cumplirán con las dimensiones, profundidades y pendientes indicadas en el Proyecto de Ejecución, según planos de secciones tipo o según las órdenes de la Dirección Facultativa.

La excavación de las zanjas se realizará mediante la pala de una retroexcavadora. En la medida que sea posible la retroexcavadora se posicionará sobre el eje de la zanja.

En terrenos rocosos la excavación se realizará mediante el acoplamiento de una punta martillo a la retroexcavadora o cualquier otro método aprobado por el Director de la Obra. No se utilizará método de excavación por voladura.

Deberá dejarse la superficie del fondo de la zanja limpia y firme, y escalonada si se requiere. Se elimina del fondo todos los materiales sueltos o flojos y se rellenan huecos y grietas. Se quitan las rocas sueltas o disgregadas y todo material que se haya desprendido de los taludes.

Los acopios de material extraído de la zanja se depositarán como mínimo a una distancia de 1,5 m del borde de la zanja.

Las zanjas o pozos que tengan una profundidad menor o igual a un metro veinticinco centímetros (1,25 m) podrán ser excavadas con taludes verticales y sin entibación.

En el caso de cruzamientos con líneas eléctricas, conducciones de agua, gas o cualquier otro tipo de elementos, habrá presente personal de ayuda a la excavación para evitar la rotura de los elementos de cruce. Al menor signo de presencia de los elementos, se

parará la excavación mecánica y se procederá a la excavación manual, siempre sin dañar los elementos de cruce.

Las obras se realizarán por tramos de manera independiente, no debiéndose comenzar la excavación del tramo siguiente hasta no haber finalizado la colocación de las conducciones en el anterior. Los tramos serán un mínimo de 20 m.

En el caso de que el nivel freático supere la cota de profundidad de la zanja, en cada tramo abierto se colocará un dique y se procederá a evacuar el agua con un mínimo de 2 bombas de achique.

Los tramos de zanja abiertos no permanecerán como tales más de 24 h.

El relleno de las zanjas se realizará según los mismos tramos de apertura. El relleno de las zanjas se realizará por tongadas no superiores a 20 cm. Las tongadas se extenderán alcanzando toda la longitud entre tramos.

No se podrá iniciar la extensión y compactación de una nueva tongada sin haber finalizado la extensión y compactación de la anterior.

Se realizará la compactación de las mismas hasta alcanzar un grado de compactación a alcanzar en cada tongada el (95%) del ensayo Proctor modificado.

En el caso de que no sea posible establecer las dimensiones prescritas en las zanjas por condicionantes o bien técnicos o bien administrativos, se dispondrá una capa de hormigón HM-20 de 10 cm de espesor para compensar el defecto de profundidad.

El instalador tendrá cuidado de no producir daños ni torsiones al tubo al sacarlo de la bobina.

Todas las normas de instalación se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan, así como a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que le pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales.

Cuando se especifique el fabricante y modelo, cualquier cambio de éstos deberá justificado y sometido a la aprobación de la Dirección Facultativa.

La decisión final sobre el fabricante y modelos a instalar será competencia de la Dirección Facultativa.

Durante la ejecución de las obras se protegerá el paso de personas con los medios adecuados, delimitando la zona de obras.

El tubo quedará instalado en el fondo de las zanjas rellenas posteriormente con tierra cribada y compactada.

Se dispondrá del correspondiente libro de órdenes en el que se harán constar las incidencias surgidas en el transcurso de su ejecución y explotación.

2.2.5.3.2 Zanjas para canalización de red en baja tensión enterrada directamente

En este tipo de zanjas la red de distribución subterránea en Baja Tensión irá enterrada directamente, no llevando los conductores tubos para su protección mecánica. La zanja llevará la siguiente formación:

- En el fondo de la zanja principal de recorrido de todo el parque y en toda la extensión se colocará el conductor desnudo de cobre de la Puesta a Tierra (PAT).
- Los conductores se depositarán sobre un lecho de arena lavada de río 0,10 m según especificaciones del proyecto. Seguidamente se colocará una capa de arena lavada de río con un espesor de 0,15 m por encima de los tocos y envolviéndolos completamente.
- Se cubrirá el resto de la canalización con tierra de préstamo o excedente de excavación en tongadas máximas de 20 cm, alcanzando al menos el 95% del Próctor Normal.

- Las zanjas tendrán una profundidad mínima de 0,60 m desde la parte superior de los cables instalados. Las paredes serán verticales, y el ancho dependerá del número de circuitos enterrados según planos.
- La canalización contendrá una cinta señalizadora de conductores situada a una distancia de 0,10m de la cota de la capa de terminación superficial, y como máximo 0,3 m de la cota del terreno y a 0,25 m como mínimo de la parte superior del conductor.
- Para una posible ampliación en la instalación, se asegurará una distancia libre por cada lado de la zanja de 2,5 por ancho de zanja.
- No se permitirá la realización de empalmes en los conductores.
- Se ejecutará arquetas en el paso de las zanjas según planos cada 40 m, y en cada cambio de dirección.
- En canalizaciones formadas por varios tubos se usarán separadores ubicados a distancias convenientes para facilitar la colocación de los ductos y mantener su paralelismo.

2.2.5.3.3 Zanjas para canalización de red en baja tensión bajo tubo

En este tipo de zanjas la red de distribución subterránea en Baja Tensión irá canalizada bajo tubos de polietileno (PE) de 63 mm. La zanja llevará la siguiente formación:

- Los tubos para los circuitos se depositarán sobre un lecho de arena lavada de río 0,05 m por encima de los tubos de instalaciones de generación según especificaciones del proyecto en un extremo de la zanja. Se cubrirán totalmente con 10 cm de arena lavada de río. A continuación se colocarán en el extremo opuesto, los tubos destinados a los circuitos de comunicación y se cubrirán con una capa de arena lavada de río con un espesor mínimo de 0,05 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.
- Se cubrirá el resto de la canalización con tierra de préstamo o excedente de excavación en tongadas máximas de 20 cm, alcanzando al menos el 95% del PROCTOR normal. La canalización contendrá una cinta señalizadora de conductores situada a una distancia de 0,1 m de la cota de la capa de terminación

y a una profundidad no inferior a 0,30 m como mínimo de la parte superior del conductor.

- En canalizaciones formadas por varios tubos se usarán separadores ubicados a distancias convenientes para facilitar la colocación de los ductos y mantener su paralelismo.
- Las zanjas tendrán una profundidad mínima de 0,6 m desde la parte superior del tubo de comunicaciones. Las paredes serán verticales, y el ancho dependerá del número de circuitos enterrados de acuerdo a planos.
- Se instalarán arquetas para facilitar el tendido cada 40 m y en cada cambio de dirección, de acuerdo a planos.

2.2.5.3.4 Zanjas para canalización de circuitos de comunicación

Las zanjas para canalización de circuitos de comunicación irán canalizadas bajo tubos de polietileno (HDPE) de 63 mm de diámetro nominal, separando en tubos las comunicaciones por f.o. y las comunicaciones por cobre. La zanja llevará la siguiente formación:

- Los tubos para los circuitos de comunicación y control se asientan sobre un lecho de arena lavada de río a 0,01 m desde la capa más elevada de tubos de instalaciones, dispuestos según especificaciones del proyecto. Seguidamente se colocará una capa de lecho de arena de río con un espesor mínimo de 0,1 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.
- Se cubrirá el resto de la canalización con tierra de préstamo o excedente de excavación en tongadas máximas de 25 cm, alcanzando al menos el 95% del PROCTOR normal.
- La canalización contendrá una cinta señalizadora de conductores situada a una distancia de 0,2 m de la cota del terreno y a 0,25 m como mínimo de la parte superior del conductor.
- En canalizaciones formadas por varios tubos se usarán separadores ubicados a distancias convenientes para facilitar la colocación de los ductos y mantener su paralelismo.

- Las zanjas tendrán una profundidad mínima de 0,60 m de la parte superior del cable de comunicaciones instalado. Las paredes serán verticales, y el ancho dependerá del número de circuitos enterrados según planos.
- Se instalarán arquetas para facilitar el tendido cada 40 m y en cada cambio de dirección, de acuerdo a planos.
- En canalizaciones formadas por varios tubos se usarán separadores ubicados a distancias convenientes para facilitar la colocación de los ductos y mantener su paralelismo.

2.2.5.3.5 Zanjas para canalización en media tensión enterradas bajo tubo

Este tipo de zanjas para la red de Media Tensión irá enterrada bajo tubos para su protección mecánica. La zanja llevará la siguiente formación:

- En el fondo de la zanja principal de recorrido de todo el parque y en toda la extensión se colocará el conductor desnudo de cobre de la Puesta a Tierra (PAT).
- Los tubos se depositarán sobre un lecho de arena lavada de río 0,10 m según especificaciones del proyecto. Seguidamente se colocará una capa de arena de río con un espesor de 0,15 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.
- Se cubrirá el resto de la canalización con tierra de préstamo o excedente de excavación en tongadas máximas de 20 cm, alcanzando al menos el 95% del PROCTOR normal.
- La canalización contendrá una cinta señalizadora de cables de alta tensión situada a una distancia de 0,1 m de la cota de la capa de terminación a profundidad no inferior a 30 cm de la cota cero del terreno.
- Las zanjas tendrán una profundidad mínima de 0,60 m de la parte superior del tubo instalado, siendo las paredes verticales. Cuando existan impedimentos que no permitan lograr dicha profundidad, éstas podrán reducirse disponiendo protecciones mecánicas suficientes (canalización entubada y hormigonada, de acuerdo a planos). El ancho dependerá del número de circuitos enterrados de acuerdo a planos.

- Se instalarán arquetas para facilitar el tendido cada 100 m y en cada cambio de dirección, de acuerdo a planos.
- Se usarán separadores ubicados a distancias convenientes para facilitar la colocación de los ductos y mantener su paralelismo.

Para cruzamientos, proximidades y paralelismos, tales como calles y carreteras, ferrocarriles, cables de telecomunicaciones, canalizaciones de agua, gas, otros cables de energía eléctrica, conducciones de alcantarillado y depósitos de carburantes, se hará atendiendo a las condiciones de la ITC-LAT 06 “Líneas Subterráneas con Cables Aislados” del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y los órganos competentes de la Administración.

2.2.5.3.6 Zanjas para canalización en media tensión directamente enterrada

Este tipo de zanjas para la red de Media Tensión irá directamente enterrada. La zanja llevará la siguiente formación:

- En el fondo de la zanja principal de recorrido de todo el parque y en toda la extensión se colocará el conductor desnudo de cobre de la Puesta a Tierra (PAT).
- Los conductores se depositarán sobre un lecho de arena lavada de río 0,10 m según especificaciones del proyecto. Seguidamente se colocará una capa de arena lavada de río con un espesor de 0,15 m por encima de los topos y envolviéndolos completamente.
- Se cubrirá el resto de la canalización con tierra de préstamo o excedente de excavación en tongadas máximas de 20 cm, alcanzando al menos el 95% del PROCTOR normal.
- Las zanjas tendrán una profundidad mínima de 0,60 m desde la parte superior de los cables instalados. Las paredes serán verticales, y el ancho dependerá del número de circuitos enterrados según planos.
- La canalización contendrá una cinta señalizadora de conductores situada a una distancia de 0,10m de la cota de la capa de terminación superficial, y como

máximo 0,3 m de la cota del terreno y a 0,25 m como mínimo de la parte superior del conductor.

- No se permitirá la realización de empalmes en los conductores.
- Se ejecutará arquetas en el paso de las zanjas según planos cada 100 m, y en cada cambio de dirección.

En canalizaciones formadas por varios tubos se usarán separadores ubicados a distancias convenientes para facilitar la colocación de los ductos y mantener su paralelismo.

2.2.5.3.7 Zanjas para canalización en Media Tensión en calzada

La Red de Media Tensión cuando discurra por debajo de un camino o calzada irá enterrada bajo tubos y embutidas en hormigón para su protección mecánica. La zanja llevará la siguiente formación:

- Los tubos se depositarán sobre un lecho de hormigón de limpieza HM20/F/18/IIb de 0,10 m según especificaciones del proyecto. Seguidamente se depositará hormigón de consistencia fluida con un espesor de 0,15 m final por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.
- Se cubrirá el resto de la canalización con tierra de préstamo o excedente de excavación en tongadas máximas de 20 cm, alcanzando al menos el 95% del PROCTOR normal.
- La canalización contendrá una cinta señalizadora de cables de alta tensión situada a una distancia de 0,1 m de la cota de la capa de terminación a profundidad no inferior a 30 cm de la cota cero del terreno.
- Las zanjas tendrán una profundidad mínima de 0,80 m de la parte superior del tubo instalado, siendo las paredes verticales. Cuando existan impedimentos que no permitan lograr dicha profundidad, éstas podrán reducirse disponiendo protecciones mecánicas suficientes (canalización entubada y hormigonada, de acuerdo a planos). El ancho dependerá del número de circuitos enterrados de acuerdo a planos.

- En canalizaciones se usarán separadores de tubo a cada extremo del tramo de la calzada para facilitar la colocación de los ductos y mantener su paralelismo.

2.2.5.3.8 Conversiones aéreo-subterráneas

El cable subterráneo en el tramo aéreo de subida hasta conexión con el PCS irá protegido con bandeja portacables, o tubos con la suficiente resistencia mecánica. El interior de los tubos será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable.

El diámetro del tubo será como mínimo 1,5 veces el diámetro del cable o el de la terna del cable, en caso de ser unipolares, y en el caso de ser un canal cerrado su anchura mínima será de 1,8 el diámetro del cable.

En caso de instalarse un solo cable por tubo o canal, éstos serán de plásticos o metálico de material no ferromagnético.

2.2.5.3.9 Arquetas

Las arquetas se ejecutarán prefabricadas, sobre base debidamente preparada, instalándose dispositivo para evacuar agua una vez efectuada la excavación se colocada sobre solera de hormigón en masa de 10 cm de espesor de hormigón HM20 de resistencia característica 20 kN/m³. Dicha solera tendrá un sumidero de 90 mm de diámetro. Esta ejecución podrá sustituirse por la ejecución de arqueta sin fondo provista de una capa de grava no inferior a 10cm. Se ajustarán a las dimensiones y calidades dispuestas en el proyecto de ejecución, colocándose arquetas en cada cambio de dirección o unificación con otras zanj as correspondientes a las de circuitos de servicios auxiliares y comunicación y control, utilizándose arquetas independientes para los circuitos de comunicación o control y eléctricos.

Las arquetas tendrán una apertura de las dimensiones correspondientes para el encaje del tubo de drenaje machihembrado, sin que queden huecos en el mismo. Además quedarán debidamente selladas, sin presencias de recovecos o huecos. Una vez efectuada la excavación se colocará una solera de hormigón en masa de 10 cm de

espesor de hormigón HM20 de resistencia característica 20 kN/m³. Dicha solera tendrá un sumidero de 90 mm de diámetro.

El relleno se hará con tierra de préstamo o excedentes de excavación. La compactación del trasdós de la arqueta se realizará en tongadas de 20 cm compactándose mediante plancha vibrante, debiéndole alcanzar al menos el 95% del PRÓCTOR Normal.

La tapa quedará a 5-10 cm por debajo de la superficie, cubriéndose del mismo material que el terreno. Ésta será de fundición dúctil UNE-EN124 B125.

2.2.6 Cimentaciones de hormigón armado

2.2.6.1 Objeto y alcance

Unidades de obra realizadas con hormigón y armadura de barras de acero para conseguir la resistencia solicitada en el proyecto.

2.2.6.2 Materiales y Equipos

Los hormigones que aquí se definen así como los materiales que lo componen, cumplirán las especificaciones indicadas en el vigente "Código Estructural" así como en el Pliego de Pliego de Prescripciones Técnicas Generales.

Los componentes del hormigón serán:

- Cemento.
- Agua.
- Áridos.
- Aditivos. En el caso de que así se prescriban.

Las características del hormigón detallarán como mínimo:

- Resistencia característica especificada.
- La resistencia mínima del hormigón en masa será $f_{ck} > 20 \text{ N/mm}^2$
- La resistencia mínima del hormigón armado será $f_{ck} > 25 \text{ N/mm}^2$
- Docilidad.

- Tamaño máximo del árido: especificado por el Proyectista o en su defecto 40 mm
- Contenidos de cemento y relación agua/cemento compatible con el ambiente y el tipo de función del hormigón.

El hormigón a emplear para las cimentaciones directas mediante zapatas aisladas o bien mediante zapatas combinadas será siempre procedente de central.

La docilidad del hormigón será dictaminada por las consideraciones de la Dirección Facultativa.

Dosificación

La dosificación del hormigón será la determinada por el Proyectista. La cantidad mínima de cemento por m³ será según el art. 37.3.2 del código Estructural. La cantidad máxima de cemento no será superior a 400 kg/m³ de hormigón. La relación agua/cemento no será mayor que lo determinado según el art. 37.3.2 del código Estructural.

2.2.6.2.1 Cementos

Las especificaciones de los cementos que se usarán en las cimentaciones atenderán a lo dictado a la Instrucción para la recepción de Cementos RC-16 y en el Código Estructural, así como a las siguientes Normas UNE:

- UNE 80 301 Cementos. Cementos comunes. Composición, especificaciones y criterios de conformidad.
- UNE 80 303 Cementos resistentes a sulfatos y/o agua de mar.
- UNE 80 305 Cementos blancos.

2.2.6.2.2 Agua

El agua usada tanto para el amasado como el curado del hormigón en obra, no deben contener ningún ingrediente dañino en cantidades tales que afecten a las propiedades del hormigón o a la protección de la armadura frente a la corrosión.

En caso de origen dudoso del agua, se procederá al análisis de la misma, que deberá cumplir los requisitos especificados en el Código Estructural. No podrá usarse agua de mar o aguas salinas para el hormigón armado o pretensado.

2.2.6.2.3 Áridos

La naturaleza de los áridos y su preparación serán tales que permitan garantizar la adecuada resistencia y durabilidad del hormigón, así como las restantes características que se exijan a éste en el Pliego PG-3 y en el Código Estructural.

Como áridos para la fabricación de hormigones pueden emplearse arenas y gravas existentes en yacimientos naturales, rocas machacadas o escorias siderúrgicas apropiadas, así como otros productos cuyo empleo se encuentre sancionado por la práctica o resulte aconsejable como consecuencia de estudios realizados en laboratorio. En cualquier caso, el suministrador de áridos garantizará documentalmente el cumplimiento de las especificaciones que se indican en el Código Estructural hasta la recepción de éstos.

Cuando no se tengan antecedentes sobre la naturaleza de los áridos disponibles, o se vayan a emplear para otras aplicaciones distintas de las ya sancionadas por la práctica, se realizarán ensayos de identificación mediante análisis mineralógicos, petrográficos, físicos o químicos, según convenga a cada caso.

En el caso de utilizar escorias siderúrgicas como árido, se comprobará previamente que son estables, es decir, que no contienen silicatos inestables ni compuestos ferrosos.

Se prohíbe el empleo de áridos que contengan sulfuros oxidables.

Los áridos deben ser transportados y acopiados de manera que se evite su segregación y contaminación, debiendo mantener las características granulométricas de cada una de sus fracciones hasta su incorporación a la mezcla.

Por su parte, el fabricante de hormigón, que está obligado a emplear áridos que cumplan las especificaciones señaladas en el Código Estructural, deberá en caso de duda, realizar los correspondientes ensayos.

2.2.6.2.4 Aditivos

Aditivos son aquellas sustancias o productos que, incorporados al hormigón antes del amasado (o durante el mismo o en el transcurso de un amasado suplementario) en una proporción no superior al 5% del peso del cemento, producen la modificación deseada, en estado fresco o endurecido, de alguna de sus características, de sus propiedades habituales o de su comportamiento.

En los hormigones armados o pretensados no podrán utilizarse como aditivos el cloruro cálcico ni en general productos en cuya composición intervengan cloruros, sulfuros, sulfitos u otros componentes químicos que puedan ocasionar o favorecer la corrosión de las armaduras.

En los elementos pretensados mediante armaduras ancladas exclusivamente por adherencia, no podrán utilizarse aditivos que tengan carácter de aireantes.

En los documentos de origen, figurará la designación del aditivo de acuerdo con lo indicado en la UNE EN 934-2:98, así como el certificado de garantía del fabricante de que las características y especialmente el comportamiento del aditivo, agregado en las proporciones y condiciones previstas, son tales que produce la función principal deseada sin perturbar excesivamente las restantes características del hormigón, ni representar peligro para las armaduras.

Los aditivos se transportarán y almacenarán de manera que se evite su contaminación y que sus propiedades no se vean afectadas por factores físicos o químicos (heladas, altas temperaturas, etc.). El fabricante suministrará el aditivo correctamente etiquetado, según la UNE 83275:89 EX.

Los aditivos que modifiquen el comportamiento reológico del hormigón deberán cumplir la UNE EN 934-2:98. Los aditivos que modifiquen el tiempo de fraguado deberán cumplir la UNE EN 934-2:98.

2.2.6.2.5 Arenas

Las arenas serán de naturaleza silíceas, no admitiéndose arenas cuyas sustancias perjudiciales excedan de los porcentajes referidos en peso seco, determinados según las normas de ensayo UNE.

No se utilizarán áridos finos que presenten una proporción de materiales orgánicos tal que ensayados con arreglo al método de ensayo UNE-7082, produzca una sustancia más oscura que la sustancia patrón.

Para la arena destinada a confección de morteros, habrán de cumplirse las siguientes condiciones:

- Tamaño máximo de granos tal que la arena pase por un tamiz de abertura no superior a 3,3 mm (1/3 del espesor del tendel)
- Contenido en finos, determinado por tamizado, en legislación, que pase por el tamiz 0,008 no será superior al 15% del peso total de la muestra.
- El contenido total de materiales perjudiciales tales como mica, yeso, feldespatos, etc, no será nunca superior al 20%.

2.2.6.2.6 Cementos

Los cementos que se usarán para la confección de morteros, atenderán a lo dictado a la Instrucción para la recepción de Cementos RC-16 y en el Código Estructural.

El tipo de cemento para la confección de mortero, será determinado por la Dirección Técnica.

La temperatura de llegada del cemento a la obra será inferior de 70° C, cualquiera que sea la forma de suministro de esta, estará igualmente defendido frente a la humedad en todo momento y se conservará en locales cubiertos, secos y ventilados.

2.2.6.2.7 Morteros

Se usará el mortero de alta resistencia para el relleno de las coqueras superficiales de las zapatas aisladas y zapatas combinadas.

El mortero usará los componentes de cemento, arenas y aguas especificados por la dirección técnica, en las proporciones que esta indique.

El mortero de cemento podrá usarse dentro de las 2 horas siguientes a su amasado. Durante este tiempo podrá añadirse agua para compensar la pérdida de agua del amasado. Pasado esta fracción de tiempo, el mortero será desechado sin volver a ser utilizado.

2.2.6.2.8 Gravas

La grava utilizada para mejora de la capacidad portante del suelo cumplirá con lo prescrito en el Código Estructural.

No se admitirán gravas cuyas sustancias perjudiciales excedan de los porcentajes referidos en peso seco, determinados según las normas de ensayo UNE.

El árido grueso estará exento de cualquier sustancia que pueda reaccionar perjudicialmente con los álcalis que contenga el cemento.

Se comprobará que las gravas no presenten una pérdida de peso superior al 12% y al 18% al ser sometido a cinco ciclos de tratamiento con soluciones de sulfato sódico y sulfato magnésico respectivamente, de acuerdo con el método de ensayo UN 7236.

El coeficiente de forma del árido grueso, determinado según el método de ensayo UNE 7318, no deberá ser inferior a 0,15.

2.2.6.3 Ejecución

Antes de hormigonar:

- Replanteo de ejes, cotas de acabado, etc.
- Colocación de armaduras.
- Limpieza y humedecido de los encofrados.

Durante el hormigonado:

- El vertido se realizará desde una altura máxima de 1 m, salvo que se utilicen métodos de bombeo a distancia que impidan la segregación de los componentes del hormigón. Se realizará por tongadas de 30 cm. Se vibrará sin que las armaduras ni los encofrados experimenten movimientos bruscos o sacudidas, cuidando de que no queden coqueras y se mantenga el recubrimiento adecuado.
- Se suspenderá el hormigonado cuando la temperatura descienda de 0°C, o se prevea que lo vaya a hacer en las próximas 48 h. Se podrán utilizar medios especiales para esta circunstancia, pero siempre bajo la autorización de la Dirección de Obra.
- No se dejarán juntas horizontales, pero si a pesar de todo se produjesen, se procederá a la limpieza, rascado o picado de superficies de contacto, vertiendo a continuación mortero rico en cemento, y hormigonando seguidamente. Si hubiesen transcurrido más de 48 h. Se tratará la junta con resinas epoxi.
- No se mezclarán hormigones de distintos tipos de cemento.

Después del hormigonado:

- El curado se realizará manteniendo húmedas las superficies de las piezas hasta que se alcance un 70% de su resistencia.
- Se procederá al desencofrado en las superficies verticales pasados 7 días, y de las horizontales no antes de los 21 días. Todo ello siguiendo las indicaciones de la Dirección de Obra.

2.2.6.4 Control de calidad

Se comprobará:

- El replanteo, dimensiones, nivelación y aplomado de las piezas.
- La separación y espesor de las juntas.
- La disposición de la armadura, tipo de acero, armado y ejecución de la armadura.

Se ensayará:

- La consistencia y resistencia del hormigón, según la EH-08, y las indicaciones de la Dirección de Obra.
- La armadura de acero.

Se rechazarán las piezas con las siguientes deficiencias:

- Resultados de los ensayos inferiores a los especificados.
- Suministro del hormigón con principio de fraguado.
- Deficiente disposición de los encofrados, armaduras y apeos.
- Hormigonado a temperatura inadecuada.
- Aparición de coqueras mayores que el tamaño máximo del árido, disgregaciones y fisuras de más de 0,2 mm.
- Flechas o contraflechas mayores del uno por mil de la longitud característica.
- Desplomes superiores a 5 mm.
- Espesores de juntas mayores de lo especificado en proyecto, o con variaciones de más de 5 mm.

2.2.7 Drenajes

2.2.7.1 Generalidades

Para el cálculo de los elementos de drenaje y pequeñas obras de paso, se considerará un periodo de retorno mínimo de 10 años.

La velocidad máxima de evacuación de aguas se corresponderá con las indicadas según la naturaleza del terreno en la tabla 1.3 de la Instrucción 5.2-IC. Drenaje superficial.

El caudal de referencia se calculará en función de lo indicado en el aptdo. 2 de la Instrucción 5.2-IC. Drenaje superficial.

A fin de disminuir todo lo posible los caudales a evacuar, se desaguará la red de drenaje superficial siempre que sea posible, excepto en zonas muy sensibles a la contaminación donde convenga evitar todo vertido de aguas pluviales.

2.2.7.2 Drenaje Plataforma y Márgenes

Para el diseño, de forma general, se seguirán las indicaciones del art. 3 de la Instrucción 5.2-IC. Drenaje superficial.

El drenaje superficial deberá proyectarse como una red o conjunto de redes que recoja la escorrentía superficial procedente de la plataforma y de los márgenes que viertan hacia ella, y las conduzca a un desagüe.

El desagüe del drenaje superficial deberá hacerse, en general, a dónde y cómo iría normalmente el agua de no existir la instalación, o a cauces naturales o artificiales, dotados de las protecciones necesarias para evitar erosiones o sedimentaciones perjudiciales, disponiendo si es preciso dispositivos de disipación de energía, especialmente donde se vierta en régimen rápido o sea preciso desviar un cauce.

En particular, las aguas procedentes de desmontes no deberán verterse por los terraplenes contiguos sin disponer las cunetas o protecciones necesarias

2.2.7.3 Drenaje Longitudinal

2.2.7.3.1 Objeto y alcance

Se atenderá, de forma general salvo prescripción del Proyectista, a lo indicado en el art. 3.6 de la Instrucción 5.2-IC. Drenajes superficiales.

De forma general se emplearán cunetas de sección triangular revestidas con hormigón o directamente en tierra. Como mínimo, la cuneta tendrá 0,5 m de profundidad y 0,4 m de anchura de la base.

Las pendientes de los taludes de la cuneta serán 1H:2V.

Las dimensiones y pendiente longitudinal de la cuneta deberán asegurar que, cuando desagüen el caudal de referencia se cumplan las condiciones del art 1.2. de la Instrucción 5.2-IC.

Si fueran de temer efectos perjudiciales sobre el firme por infiltración de las aguas de la cuneta el nivel de la lámina libre no deberá rebasar el de la explanada.

La pendiente longitudinal de las cunetas será igual que las de la rasante de la base de rodadura, excepto cuando sea mayor para una mayor capacidad de evacuación de agua.

La cuneta se revestirá con una capa de hormigón en masa de 10 cm.

Salvo justificación en contrario, para estimar la capacidad de desagüe en elementos donde la pérdida de energía sea debida al rozamiento con cauces o conductos de paredes rugosas en régimen turbulento se utilizará la fórmula de Manning-Strickler.

Los pasos de las cunetas bajo los caminos se realizarán mediante conductos circulares machihembrado de hormigón los cuales irán recepcionadas en el camino con hormigón. Las dimensiones mínimas serán las adecuadas para evacuar el caudal de referencia.

2.2.7.3.2 Ejecución

Cuneta en tierra

El replanteo la cuneta se hará con la precisión de cotas y pendientes necesaria para que funcione según lo previsto, siguiendo lo indicado en la especificación de proyecto, documentos Memoria y Planos.

Las cunetas se realizarán mediante excavación una vez que se ha realizado la excavación del terreno natural, desde la base de la explanada.

La excavación de las cunetas se realizará usando la pala de la motoniveladora, con el ángulo requerido para darle a las cunetas las pendientes especificadas en el proyecto.

Las cunetas tendrán serán del tipo y tendrán las dimensiones especificadas, conforme al Proyecto de Ejecución.

La excavación se realizará, en lo posible, de aguas abajo hacia aguas arriba y, en cualquier caso se mantendrá con nivelación y pendiente tales que no produzca retenciones de agua ni encharcamientos.

Finalmente se nivelará la cuneta, comprobando que tiene la pendiente exigida para cada tramo.

Durante la construcción se extremará la limpieza en los tajos del drenaje superficial, evitando la contaminación de sus puntos de contacto con la explanación. Se evitará igualmente dejar restos de hormigón, mortero, áridos, tierras, etc., próximos al drenaje recién construido.

Cuneta Revestida

En los casos indicados en la presente especificación o prescritas por el Proyectista, en las cunetas se dispondrá una capa de hormigón.

La excavación de la cuneta en dichos casos será adecuada para que las dimensiones finales de las cunetas sean las exigidas.

Cuando el terreno natural en el que se realice la excavación no cumpla la condición de suelo tolerable, podrá ser necesario, a juicio del Director de las Obras, colocar una capa de suelo seleccionado según lo especificado en el art. 330, del PG-3, de más de diez centímetros (10 cm) convenientemente nivelada y compactada.

Durante la construcción de las cunetas se adoptarán las medidas oportunas para evitar erosiones y cambio de características en el lecho de asiento. A estos efectos, el tiempo que el lecho pueda permanecer sin revestir se limitará a lo imprescindible para la puesta en obra del hormigón, y en ningún caso será superior a ocho días (8 d).

La puesta en obra se realizará según lo indicado en la presente especificación referente al hormigón.

Paso Salvacunetas

Se construirán los pasos salvacunetas previstos inmediatamente después de la construcción de la correspondiente cuneta.

2.2.7.3.3 Control de Calidad

Cunetas

Control de material.

- Control del hormigón de revestimiento

Control de la ejecución.

- Excavación de la cuneta desde la excavación.
- Dimensiones de la cuneta según especificado.
- Pendientes longitudinales de la cuneta.
- Pendientes transversales de la cuneta.
- Aporte de suelo seleccionado para cunetas revestidas de hormigón.
- Ejecución del hormigón
- Control unidad de obra terminada.
- Dimensiones de la cuneta, profundidad y anchura.
- Pendientes longitudinales y transversales de las cunetas.
- Ajuste con las arquetas para drenaje transversal

Pasos Salvacunetas

Control de material.

- Presencia de certificado de calidad del material en la recepción, con cumplimiento de condiciones de resistencia y tipo hormigón y aceros exigidos.

- Dimensiones de tubos, longitud, diámetro exterior e interior según especificado.
- Presencia de grietas, roturas, irregularidades o defectos.

Control de ejecución.

- Dimensiones adecuadas a las especificadas.
- Presencia de grietas, roturas, irregularidades y defectos en general.
- Comprobación de las condiciones estanqueidad de los tubos.
- Correcta manipulación de los tubos.
- Posición de encaje con la cuneta. Cotas.
- Correcta colocación de las uniones de tubos.
- Pendiente adecuada del tubo.
- Espesor de solera de asiento de hormigón.
- Relleno con hormigón HM-20 hasta cota indicada.
- Recepción del tubo con explanada y firme con capa 10 cm espesor hormigón HM-20.

Control unidad de obra terminada.

- Cotas del tubo en los extremos.
- Recepción del tubo con la explanada y firme.
- Longitud total del paso salvacunetas.
- Ensayo de funcionamiento drenaje y estanqueidad de los tubos.

2.2.7.4 Drenaje Transversal

2.2.7.4.1 Objeto y alcance

Se atenderá para el diseño de los drenajes transversales a lo indicado en el art. 5.2 de la Instrucción 5.2-IC. Drenajes superficiales.

Para evitar sedimentación, colmatación la erosión en las cunetas de terreno natural, por acumulación de caudal de agua, se dispondrán de pasos transversales para el desagüe de dichas cunetas.

Igualmente se colocarán estas obras de paso en intersecciones de los caminos con pequeños cursos naturales de agua procedentes del drenaje natural del terreno.

De forma general, se dispondrá un conducto circular machihembrado de hormigón prefabricado o vado inundable de hormigón. Las dimensiones mínimas de los conductos y vados inundables deberán asegurar la capacidad de evacuación del caudal de referencia.

La alineación del drenaje coincidirá con el curso natural de agua. En el caso de desagüe para las cunetas el recorrido del drenaje será lo más corto posible.

La pendiente de los drenajes de las obras transversales será la misma que la del perfil del lecho del cauce. Sólo si se comprobase la presencia de problemas de importancia (por ejemplo, deslizamiento de la obra, erosiones a la salida, etc.) se recurrirá a diseños más complejos (rebaje de la entrada, caídas a la salida, etc.).

En los casos que se considere necesario, se colocarán embocaduras para acoplar el conducto al terreno. Las distintas soluciones se tomarán conforme a lo indicado en el art. de art. 5.2.2.4 de la Instrucción 5.2-IC. Drenajes superficiales.

2.2.7.4.2 Control de Calidad

Control de material.

- Presencia de certificado de calidad del material en la recepción, con cumplimiento de condiciones de resistencia y tipo hormigón y aceros exigidos.
- Dimensiones de tubos, longitud, diámetro exterior e interior según especificado.
- Presencia de grietas, roturas, irregularidades o defectos.

Control de ejecución.

- Dimensiones adecuadas a las especificadas.
- Presencia de grietas y roturas.
- Comprobación de las condiciones estanqueidad de los tubos.
- Correcta manipulación de los tubos.
- Correcta colocación de las uniones de tubos y con arquetas.
- Pendiente adecuada del tubo.
- Espesor de solera de asiento de hormigón.
- Colocación de calzas cuando haya presencia de agua.
- Relleno con hormigón HM-20 hasta cota indicada.

Control unidad de obra terminada.

- Cotas del tubo en los extremos.
- Ensayo de funcionamiento drenaje y estanqueidad de los tubos.

2.3 Plan de Calidad de la obra

Para cada fase de los trabajos, el Contratista deberá preparar una serie de Programas de Puntos de Inspección (PPI's) de las labores realizadas, que recogerá en documentos escritos y guardará para glosar la documentación final de la obra.

La Ingeniería/Propiedad podrá estar presente en las inspecciones que se realicen, aunque su ausencia no justificará la aprobación de un producto defectuoso.

El establecimiento de los PPI's se realizará previa al inicio de los trabajos, sometiéndose a la aprobación por parte de la Ingeniería/Promotora, quien podrá proponer pruebas y/o ensayos alternativos.

2.3.1 Ensayos en red de tierra

El contratista realizará los ensayos que a continuación se mencionan, emitiendo el correspondiente certificado:

- Medida de las tensiones de paso y contacto, mano-mano y mano-pie (en un mínimo de 50 puntos, a criterio de la Ingeniería), siendo el sistema a utilizar para ambas medidas el de inyección de corriente, y en la medición de tensiones de paso y contacto con un sistema de corrección de cualquier tensión parásita que pueda circular por el terreno; o bien inyectando una intensidad del 1 % de la corriente para la cual ha sido dimensionada la instalación y, en cualquier caso, no inferior a 50 A.
- Medida de la continuidad de la red, indicando sección de conductor equivalente. Esta medida se efectuará, como mínimo entre 10 puntos opuestos, a criterio de la Ingeniería

2.3.2 Puesta en marcha y servicio

El Contratista deberá colaborar en la Puesta en Marcha de los equipos de protecciones y control.

El Contratista deberá cumplimentar los distintos protocolos de recepción, de los equipos e instalaciones, antes de la Puesta en Servicio.

La Puesta en Servicio la realizará el Contratista bajo la dirección de La ingeniería/Promotora.

El Contratista cumplimentará el permiso de Puesta en Marcha ante el Organismo Oficial (Industria).

Secuencia a seguir antes de la Puesta en Marcha. De un modo no exhaustivo se describen las principales actividades que deben realizarse antes de la puesta en marcha, según proceda:

- Verificaciones previas a la energización en A.T.
 - o Verificación de tensiones de amarre y flechas de conexiones tensadas.
 - o Verificación del conexionado del aparellaje de toda la instalación.
 - o Verificar que el valor nominal de tensión en los equipos y resto de características técnicas son correctas.

- o Comprobación por muestreo del apriete de la tortillería en las conexiones, aparellaje y estructura metálica.
- Verificar el ajuste V puesta a punto de los seccionadores:
 - o Enclavamientos eléctricos y/o mecánicos.
 - o Mandos locales.
 - o Control de la resistencia contacto.
 - o Aislamiento.
 - o Velocidad de apertura-cierre.
- Verificar el ajuste y puesta a punto de los interruptores:
 - o Enclavamientos eléctricos y mecánicos.
 - o Mandos locales
 - o Control de la resistencia contacto.
 - o Aislamiento
 - o Velocidad de cierre-apertura.
 - o Tiempos de actuación cierre-apertura (bloques de contacto).
 - o Sincronismo entre fases y entre los contactos cierre-apertura.
- Verificaciones previas a la energización en armarios y circuitos de control y protección:
 - o Verificación del conexionado, de acuerdo con los esquemas correspondientes. Realizar las pruebas de aislamiento de cada uno de los aparatos.
 - o Verificar la separación de las polaridades y respecto a tierra (c.c. y c.a.).
 - o Verificar que el valor nominal de tensión V demás características sean correctas (aparatos y equipos).
 - o Comprobación de la ausencia de conexiones sueltas o mal apriete de bornes.
 - o Comprobar la identificación y el etiquetado de cables.
 - o Comprobar la puesta a tierra de las pantallas de los cables y su etiquetado (Longitud del rabillo de tierra).
 - o Comprobar la relación de los transformadores auxiliares y su concordancia con la relación elegida (TT y TI).

- o Comprobación de la polaridad de los transformadores auxiliares (TT y TI).
- Secuencia a seguir para la puesta en marcha circuito control y protección. De un modo no exhaustivo, describiremos las principales actividades a realizar en la puesta en marcha "en caliente" de los circuitos de control y protección.
 - o Comprobación de los servicios auxiliares c.a.
 - o Comprobación de los servicios auxiliares c.c.
 - o Comprobación para cada posición:
 - o Maniobra: local y remota.
 - o Enclavamientos.
 - o Circuitos de intensidad y tensión: inyección de corriente y tensión, comprobando los aparatos de medida, protección y convertidores.
 - o Protecciones: protocolos de ajuste.
 - o Protección embarrado.
- Instrucciones para la verificación de equipos de medida. A continuación, y a título informativo, se describen las instrucciones para la verificación de los aparatos de medida.
 - o Verificar que los aparatos de medida (amperímetros, voltímetros, vatímetros, varímetros), así como los convertidores, están correctamente conexionados.
 - o Verificar el funcionamiento correcto de cada aparato aplicando distintos valores mediante un equipo de pruebas.
 - o Comprobación en la puesta en servicio de la exactitud de los valores indicados o los convertidos.
 - o Timbrar los circuitos según protocolo correspondiente.
 - o Comprobar y tomar nota de las relaciones de cada aparato de medida y convertidor. En caso que el indicador esté ligado a un convertidor, verificar su correspondencia.
 - o Comprobación del cero en el Centro de Control de la Red, cortocircuitando la salida del convertidor.
 - o Sentido de la potencia, se representa siempre que la potencia entrante en Barras es (+) y la saliente es (-).

- o La inyección de corrientes y tensiones se efectuará desde los bornes más cercanos a los TT y TI.
- o En la hoja verificación equipos de medida se irán anotando los valores medidos o indicados en los equipos de medida al aplicar los distintos valores de tensión, intensidad, potencias activas y reactivas.
- o Una vez anotados los valores leídos en los equipos, se comprobará mediante relaciones que éstas son correctas.
- o En el caso de vatímetros y varímetros, se deben dejar las tensiones aplicadas para la comprobación del cero del convertidor.

Previo programa consensuado con los servicios afectados y con La Ingeniería., se realizarán las pruebas necesarias para garantizar el éxito de la puesta en servicio.

2.3.3 Documentación

El Contratista deberá entregar a la Ingeniería la documentación que se detalla en el Pliego de Condiciones Generales para la Ejecución de Obras, así como en las fases que se solicita.

Además, deberá desarrollar un Plan de Seguridad e Higiene en el Trabajo, que será particular para la zona geográfica y para los riesgos derivados de las labores específicas a realizar. Este Plan se deberá entregar con anterioridad al inicio de los trabajos.

El Contratista entregara la siguiente documentación de los armarios incluidos en su suministro:

- Planos constructivos.
- Situación de equipos en el interior.
- Esquemas de conexionado interno.
- Listas de materiales
- PPI's de aceptación.

Asimismo, deberá realizar la edición conforme a obra ("as built") de todos los planos de la instalación, donde se recojan todas las modificaciones habidas durante el montaje,

tanto en esquemas mecánicos como de control. Dicha documentación formara parte del Catálogo de Equipos que deberá entregar el Contratista al finalizar los trabajos.

3 Condiciones económicas y plazos

3.1 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 (en los contratos de obras de la Administración Pública este porcentaje se establece un máximo del 9 por 100).

Beneficio Industrial:

- El Beneficio Industrial del Contratista se establece en un máximo del 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.

3.2 Precio de Contrata. Importe de Contrata

En el caso de que los trabajos a realizar se contratasen 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 8 por 100 y el beneficio se estima normalmente en 6 por 100, salvo que en las condiciones particulares o contractuales entre Contrata y Promotor se establezca otro destino.

3.3 Precios Contradictorios

Salvo que condiciones contractuales entre Contrata y Promotor que establezca otro destino:

Se producirán precios contradictorios sólo 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 y en el plazo que determina el Pliego de Condiciones Particulares. 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.

3.4 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).

3.5 Revisión de los precios contratados

Una vez que el Contratista y el Promotor cierran el contrato económico de la ejecución de las obras NO SE PROCEDERÁ A REVISIÓN DE PRECIOS.

3.6 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 éste; de su guarda y conservación será responsable el Contratista.

3.7 Responsabilidad del constructor o instalador en el bajo rendimiento de los trabajadores

Si de los partes mensuales, o cualquier solución bajo forma contractual entre Contratista y Promotor para la elaboración de las certificaciones parciales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el Constructor al Técnico Director, éste advirtiese que los rendimientos o calidades, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos o calidades 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 o calidad en la cuantía señalada por el Técnico Director.

Si hecha esta notificación al Constructor o Instalador, en los meses sucesivos, los rendimientos o calidades 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 parciales que preceptivamente deben efectuársele, siempre que el resultado ejecutado tenga solución técnico-normativo. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo se someterá el caso a arbitraje.

3.8 Relaciones valoradas y certificaciones

En cada una de las épocas o fechas que se fijen en el contrato o en los "Pliegos de Condiciones Particulares" que rijan 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, teniendo presente además lo establecido en el presente "Pliego General de Condiciones Económicas", respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc.

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 Técnico Director aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si las hubiere, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante el Propietario contra la resolución del Técnico Director en la forma prevenida de los "Pliegos Generales de Condiciones Facultativas y Legales".

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el Técnico Director 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.

3.9 Mejoras de obras libremente ejecutadas

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Técnico Director, 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 Técnico Director, 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.

3.10 Abono de trabajos presupuestados con partida alzada

Salvo lo preceptuado en el "Pliego de Condiciones Particulares de índole económica", y siempre que no se contradiga el documento contractual entre Contratista y Promotor, 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 Técnico Director 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, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

3.11 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 Técnico Director, en virtud de las cuales se verifican aquéllos.

3.12 Importe de la 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.

3.13 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.

3.14 Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Técnico Director 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 Técnico Director 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 Técnico Director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

3.15 Unidades de obra defectuosas pero aceptables

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Técnico Director 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 dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

3.16 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 Técnico Director.

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.

3.17 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 Técnico Director en representación del Propietario, podrá disponer todo 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 Técnico Director 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.

En todo caso, ocupado o no el edificio está obligado el Contratista a revisar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

3.18 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.

3.19 Contradicción entre el presente pliego de condiciones y las cláusulas del contrato entre contratista o instalador y promotor

En todo caso PREVALECERÁN LOS ACUERDOS Y CLAUSULAS QUE DE MUTUO ACUERDO HAYAN PACTADO CONTRATISTA O INSTALADOR Y PROMOTOR DE LAS OBRAS.

Cuando tal circunstancia se produjera, el Técnico Director puede solicitar al Contratista una copia de dichos acuerdos o contratos suscritos en forma de Contrato Legal y deberá estar firmado por las partes que acuerden tal Documento.

BLOGGERS

ENERGÍAS RENOVABLES S.L.

Proyecto de Ejecución.

***Hibridación de Instalación Fotovoltaica existente
mediante Baterías.***

***Hibridación MER2 mediante nuevo módulo BESS MER2
(11,5 MW/45,14 MWh).***

Término municipal de Mérida (Badajoz).

Anexo 2

Memoria de Cálculo

1	CÁLCULO INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN BESS MER2	3
1.1	OBJETO.....	3
1.2	NORMATIVA	3
1.3	INSTALACIÓN BAJA TENSIÓN EN DC – TRAMO DE RACK A CONVERTIDOR (PCS)	3
1.4	INSTALACIÓN BAJA TENSIÓN EN AC	4
1.4.1	<i>Tramo Convertidor PCS – Centro de Transformación</i>	<i>4</i>
1.4.2	<i>Tramo Centro de Transformación – DTS.....</i>	<i>4</i>
1.4.3	<i>Tramo DTS – Contenedor de Baterías.....</i>	<i>4</i>
1.5	MÉTODO DE CÁLCULO	5
1.5.1	<i>Cálculo por Intensidad Máxima Admisible</i>	<i>5</i>
1.5.2	<i>Cálculo por caída de tensión.....</i>	<i>8</i>
1.6	RESULTADOS DE CÁLCULO DE CABLES DE BAJA TENSIÓN.....	9
1.6.1	<i>Dimensionamiento de las canalizaciones para Cables de Baja Tensión</i>	<i>10</i>
1.7	PROTECCIONES BT	11
1.7.1	<i>Circuitos Rack – Convertidor (PCS). Corriente Continua</i>	<i>11</i>
1.7.2	<i>Circuitos Convertidor (PCS) – CT. Corriente Alterna.....</i>	<i>12</i>
1.7.3	<i>Circuitos CT – DTS. Corriente Alterna.....</i>	<i>13</i>
1.7.4	<i>Circuitos DTS-ESS. Corriente Alterna.....</i>	<i>14</i>
2	CÁLCULOS INSTALACIÓN MEDIA TENSIÓN BESS MER2.....	15
2.1	OBJETO.....	15
2.2	NORMATIVA	15
2.3	CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LA INSTALACIÓN	15
2.4	MÉTODO DE CÁLCULO.....	16
2.4.1	<i>Cálculo por densidad de corriente</i>	<i>17</i>
2.4.2	<i>Cálculo por caída de tensión.....</i>	<i>18</i>
2.4.3	<i>Cálculo por Intensidad de Cortocircuito.....</i>	<i>18</i>
2.5	RESULTADO DE LOS CÁLCULOS DE CABLES DE MEDIA TENSIÓN.....	20
2.5.1	<i>Dimensionamiento de la canalización para los Cables de Media Tensión</i>	<i>21</i>
2.6	PROTECCIONES MT CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	21
2.6.1	<i>Celda de salida de Línea.....</i>	<i>22</i>
2.6.2	<i>Celda de entrada de línea</i>	<i>22</i>
2.6.3	<i>Celda de protección del transformador</i>	<i>23</i>
3	ESTUDIO DE PUESTA A TIERRA BESS MER2	24
3.1	OBJETO.....	24
3.2	NORMATIVA	24
3.2.1	<i>Resistividad Eléctrica del Terreno</i>	<i>24</i>

3.3	RED DE PUESTA A TIERRA CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.....	25
3.3.1	<i>Descripción general de la puesta a tierra</i>	<i>25</i>
3.3.2	<i>Datos de partida de Diseño.....</i>	<i>25</i>
3.3.3	<i>Cálculo de la resistencia de la Puesta a Tierra.....</i>	<i>26</i>
3.3.4	<i>Corriente de defecto a tierra.....</i>	<i>26</i>
3.3.5	<i>Cálculo del conductor del sistema de tierras</i>	<i>27</i>
3.3.6	<i>Tensiones de paso y contacto máximas admisibles.....</i>	<i>28</i>
3.3.7	<i>Cálculo de la tensión máxima de paso y contacto.....</i>	<i>29</i>
3.3.8	<i>Conclusiones</i>	<i>30</i>
3.4	RED DE PUESTA A TIERRA CONTENEDORES BESS	31
3.4.1	<i>Descripción general de la puesta a tierra</i>	<i>31</i>
3.4.2	<i>Datos de partida de Diseño.....</i>	<i>31</i>
3.4.3	<i>Cálculo de la resistencia de la Puesta a Tierra.....</i>	<i>32</i>
3.4.4	<i>Corriente de defecto a tierra.....</i>	<i>32</i>
3.4.5	<i>Cálculo del conductor del sistema de tierras</i>	<i>32</i>
3.4.6	<i>Tensiones de paso y contacto máximas admisibles.....</i>	<i>33</i>
3.4.7	<i>Cálculo de la tensión máxima de paso y contacto.....</i>	<i>34</i>
3.4.8	<i>Conclusiones</i>	<i>35</i>
4	JUSTIFICACIÓN CENTROS DE TRANSFORMACIÓN BESS MER2	37
4.1	ENCLAVAMIENTO MECÁNICO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	37
4.1.1	<i>Introducción.....</i>	<i>37</i>
4.1.2	<i>Descripción del enclavamiento mecánico.....</i>	<i>37</i>
5	JUSTIFICACIÓN DE CAMPOS MAGNÉTICOS BESS MER2	39
5.1	OBJETO.....	39
5.2	MARCO NORMATIVO.....	39
5.3	INTRODUCCIÓN.....	40
5.4	CÁLCULO DEL CAMPO MAGNÉTICO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	42
5.5	CÁLCULO DEL CAMPO MAGNÉTICO POR ZANJA BT	45
5.6	CÁLCULO DEL CAMPO MAGNÉTICO POR ZANJA MT	46
5.7	CONCLUSIONES.....	47
APENDICE I: TABLAS DE RESULTADOS.....		1

Sevilla, abril de 2026

El Técnico al servicio de la empresa

1 Cálculo Instalación de Baja Tensión BESS MER2

1.1 Objeto

Es objeto de este apartado la definición básica de las condiciones y criterios para el cálculo de cables de baja tensión que se requieren para el proyecto del Sistema de Almacenamiento por Baterías BESS MER2.

1.2 Normativa

Los cálculos estarán en conformidad con las normas indicadas a continuación:

- REBT Reglamento electrotécnico para baja tensión e instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT 01 a BT 51.
- UNE-HD 60364-5-52 Instalaciones eléctricas de baja tensión: Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones.

1.3 Instalación Baja Tensión en DC – Tramo de Rack a Convertidor (PCS)

Los circuitos BT en corriente continua de baterías a Convertidor son los circuitos encargados de transportar la energía generada desde los Racks de baterías hasta los Convertidores PCS ubicados en las cercanías del contenedor. Dichos circuitos irán directamente enterrados en zanja.

Las características eléctricas de diseño de cada uno de los circuitos que acometen a los PCS desde los racks se definen considerando que el contenedor de baterías tiene una capacidad de 5015 kWh y un ratio de carga/descarga de 0,25 (4 horas), que dividido entre los 6 racks que lo conforman se obtienen unas características eléctricas máximas de la instalación:

- | | |
|---|-----------|
| • Potencia, Pmax: | 209 kW |
| • Intensidad a potencia máxima, Imp: | 157 A |
| • Tensión nominal a potencia máxima, Vmp: | 1.331,2 V |

1.4 Instalación Baja Tensión en AC

1.4.1 Tramo Convertidor PCS – Centro de Transformación

Los circuitos entre los Convertidores PCS y el Centro de Transformación son los circuitos trifásicos en corriente alterna que permiten la evacuación de la energía generada hasta los CTs. Dichos circuitos irán directamente enterrados o bajo tubo hasta el centro de transformación.

Características Convertidor Huawei LUNA2000-213KTL-H0:

- Número de Convertidores en las BESS: 54
- Potencia máxima, $P_{\text{máx}}$: 236,4 kVA
- Intensidad máxima de salida, $I_{\text{máx}}$: 170,6 A
- Tensión de salida, V_n : 800 V

1.4.2 Tramo Centro de Transformación – DTS

Los circuitos entre los transformadores de servicios auxiliares (DTS) y el Centro de Transformación son los circuitos trifásicos en corriente alterna encargados de la conexión de los DTS. Dichos circuitos irán directamente enterrados o bajo tubo hasta el DTS.

Características del circuito que alimenta al transformador de SSAA denominado como DTS-200K-D0:

- Potencia máxima, $P_{\text{máx}}$: 210 kVA
- Intensidad máxima de entrada, $I_{\text{máx}}$: 151,6 A
- Tensión de entrada: 800 V

1.4.3 Tramo DTS – Contenedor de Baterías

Los circuitos entre los transformadores de servicios auxiliares (DTS) y los contenedores de baterías son los circuitos en corriente alterna que permiten abastecer de energía

eléctrica a los servicios auxiliares de los contenedores BESS. Dichos circuitos irán enterrados bajo tubo hasta los diferentes contenedores de baterías.

Estos circuitos tendrán que abastecer una demanda de los BESS con las siguientes características:

- Potencia demandada por los ESS: 50 kW
- Intensidad máxima, $I_{\text{máx}}$: 72,17 A
- Tensión: 400 V

1.5 Método de Cálculo

Las secciones y tipo de conductores se cumplirán con dos criterios diferentes:

- Intensidad Admisible.
- Máxima Caída de tensión.

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

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

1.5.1 Cálculo por Intensidad Máxima Admisible

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

Circuitos Monofásicos:

$$P_{dc} = U \cdot I$$

$$S = U \cdot I ; P = U \cdot I \cdot \cos\varphi ; Q = U \cdot I \cdot \sin\varphi$$

Donde:

Pdc: Potencia en Corriente Continua [W]

U: Tensión de fase [V]

I: Intensidad de Línea [A]

S: Potencia aparente [VA]

P: Potencia activa [W]

Q: Potencia reactiva [VAr]

Circuitos Trifásicos:

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

Donde:

U: Tensión de fase [V]

I: Intensidad de Línea [A]

S: Potencia aparente [VA]

P: Potencia activa [W]

Q: Potencia reactiva [VAr]

La capacidad máxima de corriente del conductor es suministrada por el fabricante (I_n) para unas condiciones de instalación estándares, la cual será corregida en base a las características de instalación en el parque de Baterías mediante unos factores de corrección (F_n) definidos por la normativa con los que se obtiene la intensidad máxima admisible en la instalación (I_{adm}).

$$I_{adm} = I_n \cdot F_1 \cdot F_2 \cdot F_3$$

Donde:

$I_{corregida}$: Intensidad corregida del cable, en A.

I_n : Intensidad nominal del cable, en A. Definido por el fabricante o normativa.

F1: Factor de corrección por temperatura.

F2: Factor de corrección por resistividad térmica.

F3: Factor de corrección por agrupamiento.

Los factores de corrección se aplicarán en función de las condiciones de instalación. Los factores de corrección utilizados son: por temperatura del terreno, por resistividad térmica del suelo y por agrupación de circuitos.

A continuación, se incluye el valor de los factores considerados en el diseño:

Circuitos Rack – Convertidor PCS

Valores según normativa UNE-HD 60364-5-52:

F1: Factor de corrección por Tª del suelo. (25°C)	0,96
F2: Factor de corrección por resistividad térmica. (2 K*m/W)	1,12
F3: Factor de corrección por agrupamiento. (6 circuitos 2F, 250 mm)	0,70

Circuitos Convertidor PCS – Centro de Transformación

Valores según normativa UNE-HD 60364-5-52:

F1: Factor de corrección por Tª del suelo. (25°C)	0,96
F2: Factor de corrección por resistividad térmica. (2 K*m/W)	1,12
F3: Factor de corrección por agrupamiento. (6 circuitos 3F, 250 mm)	0,70

Circuitos Centro de Transformación – DTS

Valores según normativa UNE-HD 60364-5-52:

F1: Factor de corrección por Tª del suelo. (25°C)	0,96
F2: Factor de corrección por resistividad térmica. (2 K*m/W)	1,12
F3: Factor de corrección por agrupamiento. (2 circuitos, 125 mm)	0,85

Circuitos DTS – Contenedor de Baterías

Valores según normativa UNE-HD 60364-5-52:

F1: Factor de corrección por Tª del suelo. (25°C)	0,96
F2: Factor de corrección por resistividad térmica. (2 K*m/W)	1,05
F3: Factor de corrección por agrupamiento. (4 circuitos, contacto)	0,70

Las instalaciones de generación de energía en Baja Tensión en corriente continua y alterna se diseñarán en cada caso para corrientes de circuitos maximizadas un 25%. Todas las intensidades para el cálculo se asignarán como:

$$I_{\text{cálculo}} = I_{\text{diseño}} \cdot 1,25$$

Los conductores seleccionados deberán tener una intensidad máxima admisible de al menos la $I_{\text{cálculo}}$.

1.5.2 Cálculo por caída de tensión

Para el cálculo de la caída de tensión se empleará las siguientes expresiones:

Tramos monofásicos en Corriente Continua:

$$\Delta U = 2 \cdot I \cdot L / (\rho \cdot S)$$

Donde:

ΔU : Caída de tensión [V]

I : Intensidad del tramo [A]

L : Longitud del tramo [m]

ρ : Resistividad del cobre [VA]

S : Sección de una fase del conductor [mm²]

Tramos trifásicos en corriente alterna:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot (R \cdot FP + X \cdot \sqrt{1 - FP^2})$$

Donde:

ΔU : Caída de tensión [V]

I : Intensidad del tramo [A]

L : Longitud del tramo [m]

R : Resistencia por metro del conductor [Ω /m]

X : Reactancia por metro del conductor [Ω /m]

FP : Factor de potencia

Se diseñarán los conductores para que la caída de tensión media entre los racks hasta los convertidores sea menor del 1%. Todos los cables que se utilizarán en la instalación de baja tensión tendrán un nivel de aislamiento de 0,6/1kV AC – 1,8 kV CC.

1.6 Resultados de cálculo de Cables de Baja Tensión

En el apartado 1 del “Apéndice I. Tablas de Resultados” se incluye las tablas donde se muestra el cálculo de los cables de Baja Tensión DC y AC para el Centro de Transformación Tipo A de 7 contenedores de baterías con 42 convertidores y el Centro de Transformación Tipo B de 2 contenedores de baterías con 12 inversores.

Los conductores empleados en los tramos entre los racks de baterías y los Convertidores es el siguiente:

- Sección: 2x1x240 mm²
- Material Conductor: Aluminio semirrígido clase 2
- Aislamiento: Polietileno reticulado (XLPE)
- Intensidad máxima (UNE-HD 60364-5-52): 343 A
- Tensión: 1.500 V DC

Los conductores empleados desde la salida de cada uno de los Convertidores hasta el interior del CT son:

- Sección: 3x1x240 mm²
- Material Conductor: Aluminio semirrígido clase 2
- Aislamiento: Polietileno reticulado (XLPE)
- Cubierta exterior: Policloruro de Vinilo (PVC)
- Intensidad máxima (UNE-HD 60364-5-52): 290 A
- Tensión: 1.500 V

Los conductores empleados desde la salida del Centro de Transformación hasta el Transformador de SSAA (DTS) son:

- Sección: 3x1x150mm²
- Material Conductor: Aluminio semirrígido clase 2
- Aislamiento: Polietileno reticulado (XLPE)
- Cubierta exterior: Policloruro de Vinilo (PVC)
- Intensidad máxima (Según UNE-HD 60364-5-52):
 - o 150 mm²: 220 A
- Tensión: 1.500 V

Los conductores empleados desde la salida del Transformador de SSAA (DTS) hasta los contenedores de baterías son:

- Sección: 3x1x50mm²
- Material Conductor: Cobre clase 5
- Aislamiento: Polietileno reticulado (XLPE)
- Cubierta exterior: Policloruro de Vinilo (PVC)
- Intensidad máxima (UNE-HD 60364-5-52):
 - o 50 mm²: 135 A
- Tensión: 1.500 V

1.6.1 Dimensionamiento de las canalizaciones para Cables de Baja Tensión

En este proyecto los cables de Baja Tensión irán enterrados bajo tubo en los cruces de caminos, salvo los circuitos de los transformadores de SSAA hasta los contenedores, que irán siempre bajo tubo. Los tubos se dimensionarán según dicta la normativa, que limita la ocupación máxima de los tubos. En la instalación de baja tensión de las baterías existen dos casos diferenciados:

- Circuito entre los Convertidores y el CT: Circuito trifásico formado por 3 conductores de 240 mm². Se aplicará el apartado 3.1.3 de la ITC-BT-07, el cual establece que la relación entre el diámetro interior del tubo y el diámetro

aparente del circuito será superior a 1,5. Aplicando además un factor de corrección de 0,8 para circuitos trifásicos. Se utilizará un tubo de 160 mm de diámetro el cual cumple con los requisitos establecidos:

$$0,8 \cdot D_{\text{tubo}} > 1,5 \cdot D_{\text{apCirc}}$$

$$128 \text{ mm} > 1,5 \cdot 57,8 \text{ mm} = 86,7 \text{ mm}$$

- Circuito entre DTS y los Contenedores BESS: Circuito trifásico formado por 3 conductores de 50 mm². Se aplicará tabla 2 del apartado 1.2 de la ITC-BT-21, la cual establece el diámetro exterior del tubo respecto al número de conductores y la sección nominal de los mismos. Para los conductores seleccionados la tabla indica un tubo con diámetro exterior de 50 mm. Se instalará un tubo de 63 mm de diámetro exterior.

1.7 Protecciones BT

1.7.1 Circuitos Rack – Convertidor (PCS). Corriente Continua

En el Sistema de Almacenamiento de Baterías BESS MER2 existen un total de 9 contenedores BESS, cada uno compuesto por 6 Racks de baterías. Estos Racks son los que conectan mediante circuitos independientes con cada Convertidor PCS correspondiente.

Se establece que la entrada a los Convertidores desde las baterías estará protegida por un fusible por entrada y un interruptor-seccionador de corte en carga que estarán ubicados en el contenedor de baterías y se suministrará por el fabricante. Los fusibles serán DF de tipo NH 1500V, o similar, con intensidad nominal de 250 A y con un poder de corte suficiente para interrumpir la máxima intensidad de cortocircuito.

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_F = 1,60 \cdot I_n$$

$$I_F \leq 1,60 I_z$$

El cable empleado es del tipo aislamiento en Polietileno reticulado (XLPE) y Aluminio de 240 mm² con una intensidad máxima de 343 A que, corregida para la situación de instalación más desfavorable, se reduce a 258,16 A, por lo que se cumple:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad 157 \text{ A} \leq 250 \text{ A} \leq 258,16 \text{ A}$$

$$I_F \leq 1,6 I_z \quad 400 \text{ A} \leq 413 \text{ A}$$

Se comprueba que el circuito está protegido por el fusible de 250 A.

Adicionalmente se instalarán un seccionador de corte en carga de 250 A a la salida de cada Rack de Batería.

1.7.2 Circuitos Convertidor (PCS) – CT. Corriente Alterna

Las Cajas de agrupación o Cajas Combinadoras se localizan en el interior de los Centros de Transformación, y son las encargadas de proteger cada una de las entradas del convertidor.

Por cada uno de los Convertidores sale un circuito trifásico, que, mediante instalación en zanja, acomete al Centro de Transformación, y más específicamente a la caja de agrupación.

Se establece que las Cajas Combinadoras estarán compuestas por un interruptor automático en las entradas y otro interruptor automático a la salida del embarrado hacia el transformador.

El cable empleado es del tipo aislamiento en Polietileno reticulado (XLPE) y Aluminio y será de 240 mm². El interruptor automático a la entrada en AC del centro de transformación tendrá una intensidad nominal de al menos 200 A. La intensidad nominal de la protección es superior a la máxima intensidad que recorrerá cada circuito, pero suficiente para proteger el calibre utilizado en cada caso.

El cable empleado es del tipo aislamiento en Polietileno reticulado (XLPE) y Aluminio, se utilizarán los siguientes calibres:

- o Calibre 240 mm² a la salida de los convertidores.

La Intensidad máxima del conductor de 240 mm² según la norma UNE-HD 60364-5-52, para circuitos enterrados directamente, es de 290 A, que corregida para la situación de instalación más desfavorable se reduce a 218,2 A. Teniendo en cuenta que la intensidad de salida del convertidor es de 170,61 A.

Se cumple para un circuito por entrada:

$$170,61A \leq 200A \leq 218,2A$$

A la salida de cada embarrado se conectará a un interruptor automático, que tendrá capacidad para interrumpir el paso de la corriente de todas las entradas al mismo tiempo. Se define por tanto su intensidad nominal en 4000 A.

1.7.3 Circuitos CT – DTS. Corriente Alterna

Para abastecer a cada DTS de energía eléctrica sale del Centro de Transformación un circuito trifásico, que, mediante instalación en zanja, acomete a los DTS.

El cable empleado es del tipo aislamiento en Polietileno reticulado (XLPE) y Aluminio y será de 150 mm². El interruptor automático a la entrada en AC del DTS tendrá una intensidad nominal de al menos 160 A. La intensidad nominal de la protección es superior a la máxima intensidad que recorrerá cada circuito, pero suficiente para proteger el calibre utilizado en cada caso.

El cable empleado es del tipo aislamiento en Polietileno reticulado (XLPE) y Aluminio, se utilizarán los siguientes calibres:

- o Calibre 150 mm² a la salida del CT.

La Intensidad máxima del conductor de 150 mm² según la norma UNE-HD 60364-5-52, para circuitos enterrados directamente, es de 220 A, que corregida para la situación de instalación más desfavorable se reduce a 201 A. Teniendo en cuenta que la intensidad máxima es de 151,55 A.

Se cumple para un circuito por entrada:

$$151,55A \leq 160A \leq 201A$$

1.7.4 Circuitos DTS-ESS. Corriente Alterna

Para abastecer a cada ESS de energía eléctrica sale del DTS un circuito trifásico, que, mediante instalación en zanja, acomete a los ESS.

El cable empleado es del tipo aislamiento en Polietileno reticulado (XLPE) y Aluminio y será de 50 mm². El interruptor automático a la salida en AC del DTS tendrá una intensidad nominal de al menos 80 A. La intensidad nominal de la protección es superior a la máxima intensidad que recorrerá cada circuito, pero suficiente para proteger el calibre utilizado en cada caso.

El cable empleado es del tipo aislamiento en Polietileno reticulado (XLPE) y Cobre, se utilizarán los siguientes calibres:

- o Calibre 50 mm² a la salida de los DTS.

La Intensidad máxima del conductor de 50 mm² según la norma UNE-HD 60364-5-52, para circuitos enterrados bajo tubo, es de 135 A, que corregida para la situación de instalación más desfavorable se reduce a 95,25 A. Teniendo en cuenta que la intensidad máxima es de 72,17 A.

Se cumple para un circuito por entrada:

$$72,17A \leq 80A \leq 95,25A$$

2 Cálculos Instalación Media Tensión BESS MER2

2.1 Objeto

Es objeto de este apartado la definición de las condiciones y criterios para el cálculo de cables de media tensión que se requieren para el proyecto del Sistema de Almacenamiento con Baterías BESS MER2. Se dimensionarán dichos cables para cumplir con las normativas vigentes, además de las protecciones necesarias.

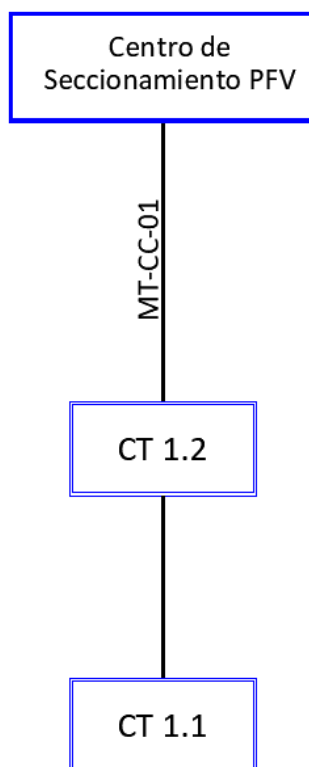
2.2 Normativa

Los cálculos estarán en conformidad con las normas indicadas a continuación:

- RAT Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- UNE 211435 Guía para la elección de cables eléctricos de tensión asignada superior a 0,6/1 kV para circuitos de distribución de energía eléctrica.

2.3 Características básicas de la Instalación

La instalación en Media Tensión se caracteriza por ser una instalación trifásica en corriente alterna, en 15 kV, a 50 Hz y sin Neutro. La instalación irá enterrada y será la encargada de unir los centros de transformación, formando el circuito MT, hasta acometer a la nueva celda a instalar en el Centro de Seccionamiento de la planta fotovoltaica existente.



Esquema circuitos Media Tensión BESS MER2

2.4 Método de cálculo

El cálculo de las secciones y tipo de conductores se realizará mediante la aplicación de los siguientes criterios:

- Intensidad Admisible.
- Máxima Caída de tensión.
- Intensidad máxima de cortocircuito

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

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

2.4.1 Cálculo por densidad de corriente

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

$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I ; \quad P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\phi ; \quad Q = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \sin\phi$$

Donde:

U: Tensión de fase [V]

I: Intensidad de Línea [A]

S: Potencia aparente [VA]

P: Potencia activa [W]

Q: Potencia reactiva [VAr]

La corriente que transporta el conductor en condiciones de máxima potencia de la planta no debe superar la intensidad nominal del cable multiplicada por unos factores de corrección que dependen de la instalación y de las características del terreno. La intensidad corregida se define como:

$$I_{\text{corregida}} = I_n \cdot F_1 \cdot F_2 \cdot F_3 \cdot F_4$$

Donde:

$I_{\text{corregida}}$: Intensidad corregida del cable, en A.

I_n : Intensidad nominal del cable, en A. Definido por el fabricante o normativa.

F1: Factor de corrección por profundidad.

F2: Factor de corrección por temperatura del suelo.

F3: Factor de corrección por resistividad térmica.

F4: Factor de corrección por agrupamiento.

Estos factores de corrección se definen de acuerdo con la norma de aplicación nacional UNE 211435.

2.4.2 Cálculo por caída de tensión

En los circuitos de corriente alterna la caída de tensión se define por:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot (R \cdot FP + X \cdot \sqrt{1 - FP^2})$$

Donde:

ΔU : Caída de tensión en V.

I: Intensidad nominal en A.

L: Longitud del cable en km.

R: Resistividad del conductor en Ω/km .

X: Inductancia del conductor en Ω/km .

FP: Factor de Potencia.

Se diseñará la instalación para que la caída de tensión máxima de los circuitos sea inferior al 1 % calculada entre los transformadores hasta la celda de media tensión situada en Centro de Seccionamiento de la planta fotovoltaica MER2.

2.4.3 Cálculo por Intensidad de Cortocircuito

En un cable un cortocircuito es una corriente de muy elevada intensidad, pero de muy corta duración, seguida de una desconexión permanente. En este supuesto, los períodos de carga son tan breves que se puede suponer que el calentamiento es adiabático, es decir, que todo el calor generado, no se disipa, se queda en el conductor y se emplea en calentar el cable.

La norma UNE-21192, introduce la siguiente expresión para el cálculo de la sección de cable de acuerdo a la intensidad de cortocircuitos:

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

Donde:

I_{cc} : es la intensidad de cortocircuito (en A),

t_{cc} : es la duración del cortocircuito (en segundos),

K : es una constante dependiente del material conductor,

S : es la sección del conductor (en mm²),

B : inversa del coeficiente variación de la resistencia con temperatura ($\beta = 1/\alpha$).

θ_f : temperatura final del cortocircuito (en °C),

θ_i : temperatura inicial del cortocircuito (en °C).

Las constantes utilizadas en la fórmula anterior son:

Material	k	β
Cobre	226	234,5
Aluminio	148	228

En cuanto a las temperaturas iniciales y finales del cortocircuito, dependen de la naturaleza del aislamiento y viene definido en la normativa vigente:

Aislamiento	θ_i	θ_f
Aislados en PVC	70	160
Aislados en XLPE/EPR	90	250

Sustituyendo los valores de los diferentes parámetros obtenemos:

$$I \cdot \sqrt{t} = K \cdot S$$

Donde:

I = Intensidad de cortocircuito en Amperios

t = Duración del cortocircuito en segundos

S = Sección del conductor en mm²

K= coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de sus temperaturas al principio y al final del cortocircuito.

K = 115 en cables de cobre aislados en PVC

K = 74 en cables de aluminio aislados en PVC

K = 143 en cables de cobre aislados en XLPE/EPR

K = 92 en cables de aluminio aislados en XLPE/EPR

En nuestro caso particular, las líneas del sistema colector están formadas por conductor de aluminio RHZ1-OL 12/20 kV, y, por tanto, K=92, se considera que las protecciones evitarán una duración del cortocircuito mayor de 1 s.

Los generadores basados en electrónica de potencia, como son el parque fotovoltaico existente y la instalación BESS aportan una intensidad de cortocircuito mínima, del orden de la intensidad nominal de la misma. Es por ello que la intensidad de cortocircuito máxima que puede darse en la instalación viene definida por la intensidad que aparece al darse una falla en el Centro de Seccionamiento existente.

Según el estudio de cortocircuito de la ingeniería constructiva de la instalación fotovoltaica, con código “ESP-MR2-PV-EL-CNS-008_RAB ESTUDIO DE CORTOCIRCUITO”, la intensidad de cortocircuito máxima de la instalación es la siguiente:

Valores Máximos de Cortocircuito		
Centro de Seccionamiento 15 kV	Icc Trifásico (kA)	Icc monofásico a tierra (kA)
	11,843	0,958

La comprobación de los conductores por intensidad de cortocircuito se muestra en el “Apéndice I. Tablas de Resultados. Apartado 2.3”.

2.5 Resultado de los cálculos de cables de Media Tensión

En el “Apéndice I. Tablas de Resultados” se incluye las tablas donde se muestra el cálculo de los cables de Media Tensión.

El conductor empleado en la red de Media Tensión desde la salida de los CTs hasta la Ampliación del Centro de Seccionamiento es:

- Sección: 400-630 mm²
- Material Conductor: Aluminio semirrígido clase 2
- Denominación: RHZ1
- Aislamiento: Polietileno reticulado (XLPE)
- Pantalla: Corona de hilos de cobre
- Cubierta exterior: Poliolefina libre halógenos
- Intensidad máxima (Enterrado en condiciones estándares):
 - o 400 mm²: 445 A
 - o 630 mm²: 575 A
- Tensión: 12/20 (24) kV

2.5.1 Dimensionamiento de la canalización para los Cables de Media Tensión

Los cables de Media Tensión que forman la línea de media tensión cuando crucen caminos irán enterrados bajo tubo cuando. Se estudiará el tubo necesario para el caso del circuito trifásico con mayor sección de conductores, en este caso es 630 mm².

Según el apartado 4.2 de la ITC-LAT-06, se establece que el diámetro de los tubos no será inferior a vez y media el diámetro aparente del circuito. Se instalará un tubo de 200 mm de diámetro el cual cumple con dicha normativa:

$$D_{\text{tubo}} > 1,5 \cdot D_{\text{apCirc}}$$

$$200 \text{ mm} > 1,5 \cdot 122,8 \text{ mm} = 184,2 \text{ mm}$$

2.6 Protecciones MT Centro de Transformación

Todos los centros de transformación estarán provistos de Celdas de Protección de Media Tensión, de tipo compacta con corte mediante gas de origen natural (libre de SF6). El número y el tipo de celdas que forman parte de un CT dependen de la ubicación del

mismo en el circuito de media tensión, pudiendo existir: celdas de salida de línea, celdas de llegada de línea y celdas de protección del transformador.

2.6.1 Celda de salida de Línea

La alimentación al centro de transformación se realizará mediante una celda remonte, sin protección ni equipos de maniobra. Para realizar un corte efectivo en ese tramo, se utilizaría el interruptor seccionador del centro de transformación contiguo aguas arriba.

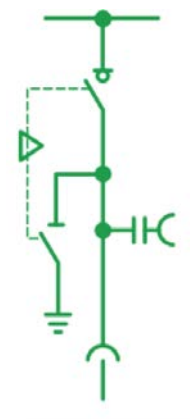


Unidad de salida de línea

2.6.2 Celda de entrada de línea

La unidad de entrada de línea está compuesta por un interruptor-seccionador y un seccionador de puesta a tierra. El interruptor-seccionador está compuesto de tres polos y tiene las siguientes características principales:

- Tensión nominal: 24 kV
- Frecuencia: 50 Hz
- Intensidad nominal en servicio: 630 A
- Corriente admisible valor cresta: 50 kA
- Corriente de corta duración admisible: 20 kA (3 seg)



Unidad de llegada de línea

2.6.3 Celda de protección del transformador

La unidad de protección del transformador está compuesta por un interruptor automático en vacío conectado en serie con un seccionador de tres posiciones, que permite el corte y la puesta a tierra de la línea. El interruptor automático está compuesto de tres polos y tiene las siguientes características principales:

- Tensión nominal: 24 kV
- Frecuencia: 50 Hz
- Intensidad nominal en servicio: 630 A
- Corriente admisible valor cresta: 50 kA
- Corriente de corta duración admisible: 20 kA (3 seg)



Unidad de protección del transformador

3 Estudio de Puesta a Tierra BESS MER2

3.1 Objeto

Es objeto de este apartado es el cálculo del sistema de puesta a tierra de los centros de transformación y de los contenedores BESS instalados en la planta.

El cálculo de la puesta a tierra se basará en el cumplimiento de las tensiones de paso y contacto que se puedan alcanzar no superen los respectivos valores máximos tolerables. Además, se determinará la resistencia de la red de tierras y se asegurará el diseño para proporcionar una instalación segura mediante la limitación de las tensiones de paso, contacto, tal como se establece en la MIE-RAT 13.

3.2 Normativa

Los cálculos se realizarán conforme a las siguientes normas:

- REBT Reglamento electrotécnico para baja tensión e instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT 01 a BT 51.
- RAT Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- IEEE Std. 80-2013: Guide for safety in AC Substation Grounding.
- IEC 60909-3 ed3.0: Short-circuit currents in three-phase AC systems - Part 3: Currents during two separate simultaneous line-to-earth short circuits and partial short-circuit currents flowing through earth.

3.2.1 Resistividad Eléctrica del Terreno

Para la definición de la resistividad del Terreno a utilizar en el cálculo de la puesta a tierra de los elementos de la planta BESS, se han utilizado los valores de resistividad eléctrica utilizados para el proyecto constructivo de la Planta Fotovoltaica MER2.

Del estudio geotécnico constructivo realizado para la planta fotovoltaica se obtuvo que el terreno podía caracterizarse según el siguiente modelo de dos capas:

- De 0 – 1 metros: **121 Ohm·m.**
- > 1 metros: **146,12 Ohm·m.**

3.3 Red de puesta a tierra Centros de Transformación

3.3.1 Descripción general de la puesta a tierra

El esquema de tierras del centro de transformación a utilizar es: Aislado de tierra para la instalación CC y esquema TT para la instalación CA de SSAA.

El sistema de puesta de los Centros de Transformación estará compuesto de:

- Red de tierras de CT. Estará compuesta de una malla de cable de cobre desnudo enterrado bajo la superficie del terreno del centro de transformación, con conductor conectando sus diagonales. La malla de tierra se extenderá por toda la superficie del centro de transformación y se completará con la instalación de picas. A pesar de que no es necesario, como se demuestra en los cálculos, se propone utilizar 10 cm de grava alrededor del centro de transformación.
- La red de tierra del CT estará unida a los cables de tierra instalados en todas las zanjas del proyecto, y al cable de puesta a tierra de los contenedores, resultando una red de puesta a tierra global en la instalación.

3.3.2 Datos de partida de Diseño

- Resistividad media del terreno:
 - o 0 - 1 m: 121 ohm·m
 - o < 1 m: 146,12 ohm·m
- Tiempo de duración del defecto: 0,5 seg
- Corriente máxima de defecto homopolar: 958 A (*)
- Coeficiente de mayoración de la corriente de defecto: 1
- Profundidad de la malla: 0,8 m

(*) Según el cálculo de cortocircuito de la ingeniería constructiva de la planta fotovoltaica MER2.

En etapas previas a la construcción, se deberán comprobar que el diseño actual es óptimo y que se cumplen las tensiones de paso y contacto, incluso realizando medidas de la resistencia de puesta a tierra in situ.

La puesta a tierra de los Centros de Transformación constará de una malla perimetral a un metro del exterior del centro de transformación de aproximadamente 7,1x3,4 metros y enterrada a una profundidad de 0,8 metros. Se unirán las diagonales con el mismo cable desnudo y se instalarán picas de puesta a tierra en los vértices.

3.3.3 Cálculo de la resistencia de la Puesta a Tierra

La resistencia del sistema de puesta a tierra diseñada puede calcularse de forma aproximada mediante la siguiente ecuación detallada en la norma IEEE-80 y en la MIE-RAT 13,

Malla PAT (conductor enterrado horizontalmente):

$$R = \frac{2\rho}{L}$$

Se obtiene que la resistencia de puesta a tierra del anillo a instalar en los CTs es **8,7 Ohm**.

3.3.4 Corriente de defecto a tierra

Es la parte de la corriente de defecto a tierra que pasa al terreno a través de la red de tierras del Centro de transformación y provoca la elevación de potencial en la misma.

Para calcular la corriente de PAT, hay que considerar la resistencia de todos los centros de transformación y contenedores están conectados entre sí por la puesta a tierra general de la instalación BESS, además de la resistencia de puesta a tierra de la instalación fotovoltaica MER2 que conecta en el mismo centro de seccionamiento. De esta manera, solo una parte de la intensidad de defecto se drenará al terreno a través de la PAT del CT, la otra parte se drenará a través de la puesta a tierra global de la planta BESS y de la puesta a tierra global de la planta fotovoltaica existente.

Ante un defecto en un CT de la instalación BESS, los 958 A de intensidad de cortocircuito se repartirá entre la puesta a tierra de la planta fotovoltaica y la instalación BESS. Según la ingeniería constructiva de la planta fotovoltaica, la resistencia de puesta a tierra de dicha instalación es a 0,1656 Ohm y la resistencia de puesta a tierra de la instalación BESS se calcula en 0,79 Ohm, considerando exclusivamente las puesta a tierras de los CTs y contenedores BESS y excluyendo la influencia del cable de puesta a tierra instalado en la zanja, quedando del lado de la seguridad. De la intensidad de defecto que circula por la puesta a tierra de la instalación BESS, solo una parte drenará por la puesta a tierra del CT y el resto lo hará por la instalación de tierras global.

La corriente de defecto a tierra que se usará para el diseño de la Pat del Centro de Transformación es la obtenida si para el cálculo de la resistencia de puesta a tierra global del sistema BESS solo se tienen en cuenta las puestas a tierra de los centros de transformación y contenedores. Esta intensidad calculada es superior a la que circulará realmente a tierra, ya que no se ha tenido en cuenta la resistencia de puesta a tierra del conductor de protección del sistema colector.

La intensidad resultante del cálculo es **60 A**.

3.3.5 Cálculo del conductor del sistema de tierras

Para el dimensionamiento de los conductores de tierra, se tendrá en cuenta la corriente de defecto a tierra de 958 A y un tiempo de defecto de 0,5 segundo. La sección del conductor a instalar en la malla se dimensionará utilizando la ecuación siguiente según la ecuación 37 de la IEEE 80:

$$A = \frac{I_f \cdot \sqrt{t_c \cdot \alpha_r \cdot \rho_r \cdot 10^4}}{\sqrt{TCAP \cdot \ln\left(\frac{k_o + T_m}{k_o + T_a}\right)}}$$

Donde:

A: sección del conductor de cobre (en mm²)

If: máxima falta a tierra (0,958 kA)

T_m: máxima temperatura admisible (250 °C, temperatura límite de soldaduras)

T_a: temperatura ambiente (30°C)

TCAP: capacidad térmica por unidad de volumen (3,42 J/ (cm³ °C)

α_r: Coeficiente térmico de resistividad a temperatura de referencia (0,00393°C⁻¹)

T_c: tiempo máximo de despeje de la falla (0,5 s)

k₀ = 1/α₀ (234,19)

ρ_r : resistividad del conductor a temperatura de referencia (17200 Ω·cm)

Se obtiene que el área mínima del conductor deberá de ser al menos 3,9 mm².

Según la MIE-RAT 13, la máxima densidad de corriente que puede circular por un conductor de cobre es 160 A/mm². De aquí se obtiene que la sección mínima por densidad de corriente es 5,99 mm².

Finalmente, para la puesta a tierra del CT se utilizará un conductor de sección 50 mm², que cumple con ambas condiciones.

3.3.6 Tensiones de paso y contacto máximas admisibles

Las tensiones máximas admisibles de paso y contacto se calculan siguiendo las ecuaciones indicadas en la MIE-RAT 13 de 2014.

Tensión de paso:

$$U_p = U_{pa} \left[1 + \frac{2R_{a1} + 2R_{a2}}{Z_B} \right] = 10 U_{ca} \left[1 + \frac{2R_{a1} + 6\rho_s}{1000} \right]$$

Tensión de contacto:

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

Siendo:

Ra1: La resistencia equivalente del calzado. Se puede emplear 2000 Ohm.

Uca: Valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta. Para un tiempo 0,5 seg tiene un valor de 204 según la Tabla 1 de la ITC-RAT 13.

ps: Resistividad superficial aparente del terreno. Cuando el terreno se recubre de una capa adicional de alta resistividad, se multiplica el valor de la resistividad de la capa de terreno adicional por un coeficiente reductor Cs:

$$C_s = 1 - 0,106 \cdot \left(\frac{1 - \frac{\rho}{\rho^*}}{2h_s + 0,106} \right)$$

ρ : Resistividad del terreno natural, 121 ohm·m.

ρ^* : No se considera recubrimiento inicialmente.

hs: Espesor de la capa superficial, 0 metros.

Utilizando dichas ecuaciones se obtiene que las tensiones máximas para un CT, suponiendo una persona en el interior de la malla sin capa de grava o acerado:

Tensiones de paso Admisible Interior: **11.681,04 V**

Tensiones de contacto Admisible Interior: **445,03 V**

3.3.7 Cálculo de la tensión máxima de paso y contacto

Para el cálculo de las tensiones máximas de paso y contacto que pueden darse en un Centro de Transformación de BESS MER2, se hará uso del software ETAP Power System y de las ecuaciones definidas en la norma internacional IEEE Std. 80-2013 [desde ecuación (87) a ecuación (99)].

- Tensión de paso: se obtiene del producto de un factor geométrico, K_s ; de un factor de corrección, K_i ; de la resistividad del terreno, ρ ; y del promedio de la intensidad y de la longitud de conductor enterrada (I_G/L_s):

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

- Tensión de contacto: se obtiene del producto de un factor geométrico, K_m ; de un factor de corrección, K_i ; de la resistividad del terreno, ρ ; y del promedio de la intensidad y de la longitud de conductor enterrada (I_G/L_s):

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

Se obtiene que las tensiones máximas que se dan en un CT son:

Tensión máxima de paso calculada: **90,7 V**

Tensión máxima de contacto calculada: **135,2 V**

3.3.8 Conclusiones

Se comprueba que la malla de puesta a tierra diseñada para los Centros de Transformación cumple con las condiciones de tensión de paso y tensión de contacto, tanto en el interior como en el exterior de la malla:

Tensión de Paso: **90,7 V < 11.681,04 V**

Tensión de contacto: **135,2 V < 445,03 V**

De aquí se comprueba que no haría falta la instalación de una capa superficial con resistividad elevada para cumplir con la ITC-RAT 13. Aun así, se propone la utilización de una capa de 10 cm de espesor de grava para los perímetros de las cimentaciones de los centros de transformación, mejorando las tensiones de paso y contacto.

Una vez finalizada la obra, se medirán las tensiones de paso y contacto de forma práctica para asegurar de que no hay peligro en ningún punto de la instalación y de que las tensiones de paso y contacto se encuentren dentro de los niveles admisibles de acuerdo con la ITC-RAT 13.

3.4 Red de puesta a tierra Contenedores BESS

3.4.1 Descripción general de la puesta a tierra

El esquema de tierras del Contenedor BESS a utilizar es: Aislado de tierra para la instalación CC y esquema TT para la instalación CA de SSAA.

El sistema de puesta de los Contenedores estará compuesto de:

- Red de tierras de Contenedor. Estará compuesta de una malla de cable de cobre desnudo enterrado bajo la superficie del terreno del centro de transformación, con conductor conectando sus diagonales. La malla de tierra se extenderá por toda la superficie del centro de transformación y se completará con la instalación de picas. A pesar de que no es necesario, como se demuestra en los cálculos, se propone utilizar 10 cm de grava alrededor del centro de transformación.
- La red de tierra del contenedor estará unida a los cables de tierra instalados en todas las zanjas del proyecto, y al cable de puesta a tierra de los centros de transformación, resultando una red de puesta a tierra global en la instalación.

3.4.2 Datos de partida de Diseño

- Resistividad media del terreno:
 - o 0 - 1 m: 121 ohm·m
 - o < 1 m: 146,12 ohm·m
- Tiempo de duración del defecto: 0,5 seg
- Corriente máxima de defecto homopolar: 958 A (*)
- Coeficiente de mayoración de la corriente de defecto: 1
- Profundidad de la malla: 0,8 m

(*) Según el cálculo de cortocircuito de la ingeniería constructiva de la planta fotovoltaica MER2.

En etapas previas a la construcción, se deberán comprobar que el diseño actual es óptimo y que se cumplen las tensiones de paso y contacto, incluso realizando medidas de la resistencia de puesta a tierra in situ.

La puesta a tierra de los Centros de Transformación constará de una malla perimetral a un metro del exterior del centro de transformación de aproximadamente 7,1x3,4 metros y enterrada a una profundidad de 0,8 metros. Se unirán las diagonales con el mismo cable desnudo y se instalarán picas de puesta a tierra en los vértices.

3.4.3 Cálculo de la resistencia de la Puesta a Tierra

La resistencia del sistema de puesta a tierra diseñada puede calcularse de forma aproximada mediante la siguiente ecuación detallada en la norma IEEE-80 y en la MIE-RAT 13,

Malla PAT (conductor enterrado horizontalmente):

$$R = \frac{2\rho}{L}$$

Se obtiene que la resistencia de puesta a tierra del anillo a instalar en los Contenedores es **8,7 Ohm**.

3.4.4 Corriente de defecto a tierra

Es la parte de la corriente de defecto a tierra que pasa al terreno a través de la red de tierras del Contenedor y provoca la elevación de potencial en la misma.

El cálculo de la intensidad de defecto en la puesta a tierra de los contenedores es análogo al descrito en el centro de transformación y, al tener las mismas dimensiones, la intensidad resultante del cálculo se mantiene en **60 A**.

3.4.5 Cálculo del conductor del sistema de tierras

Para el dimensionamiento de los conductores de tierra, se tendrá en cuenta la corriente de defecto a tierra de 958 A y un tiempo de defecto de 0,5 segundo. La sección del conductor a instalar en la malla se dimensionará utilizando la ecuación siguiente según la ecuación 37 de la IEEE 80:

$$A = \frac{I_f \cdot \sqrt{t_c \cdot \alpha_r \cdot \rho_r \cdot 10^4}}{\sqrt{TCAP \cdot \ln\left(\frac{k_o + T_m}{k_o + T_a}\right)}}$$

Donde:

A: sección del conductor de cobre (en mm²)

I_f: máxima falta a tierra (0,584 kA)

T_m: máxima temperatura admisible (250 °C, temperatura límite de soldaduras)

T_a: temperatura ambiente (30°C)

TCAP: capacidad térmica por unidad de volumen (3,42 J/ (cm³ °C)

α_r: Coeficiente térmico de resistividad a temperatura de referencia (0,00393°C⁻¹)

T_c: tiempo máximo de despeje de la falla (0,5 s)

k₀ = 1/α₀ (234,19)

ρ_r : resistividad del conductor a temperatura de referencia (17200 Ω·cm)

Se obtiene que el área mínima del conductor deberá de ser al menos 3,9 mm².

Según la MIE-RAT 13, la máxima densidad de corriente que puede circular por un conductor de cobre es 160 A/mm². De aquí se obtiene que la sección mínima por densidad de corriente es 5,99 mm².

Finalmente, para la puesta a tierra del CT se utilizará un conductor de sección 50 mm², que cumple con ambas condiciones.

3.4.6 Tensiones de paso y contacto máximas admisibles

Las tensiones máximas admisibles de paso y contacto se calculan siguiendo las ecuaciones indicadas en la MIE-RAT 13 de 2014.

Tensión de paso:

$$U_p = U_{pa} \left[1 + \frac{2R_{a1} + 2R_{a2}}{Z_B} \right] = 10 U_{ca} \left[1 + \frac{2R_{a1} + 6\rho_s}{1000} \right]$$

Tensión de contacto:

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

Siendo:

Ra1: La resistencia equivalente del calzado. Se puede emplear 2000 Ohm.

Uca: Valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta. Para un tiempo 0,5 seg tiene un valor de 204 según la Tabla 1 de la ITC-RAT 13.

ps: Resistividad superficial aparente del terreno. Cuando el terreno se recubre de una capa adicional de alta resistividad, se multiplica el valor de la resistividad de la capa de terreno adicional por un coeficiente reductor Cs:

$$C_s = 1 - 0,106 \cdot \left(\frac{1 - \frac{\rho}{\rho^*}}{2h_s + 0,106} \right)$$

ρ: Resistividad del terreno natural, 121 ohm·m.

ρ*: No se considera recubrimiento inicialmente.

hs: Espesor de la capa superficial, 0 metros.

Utilizando dichas ecuaciones se obtiene que las tensiones máximas para un CT, suponiendo una persona en el interior de la malla sin capa de grava o acerado:

Tensiones de paso Admisible Interior: **11.681,04 V**

Tensiones de contacto Admisible Interior: **445,03 V**

3.4.7 Cálculo de la tensión máxima de paso y contacto

Para el cálculo de las tensiones máximas de paso y contacto que pueden darse en un Centro de Transformación de BESS MER2, se hará uso del software ETAP Power System

y de las ecuaciones definidas en la norma internacional IEEE Std. 80-2013 [desde ecuación (87) a ecuación (99)].

- Tensión de paso: se obtiene del producto de un factor geométrico, K_s ; de un factor de corrección, K_i ; de la resistividad del terreno, ρ ; y del promedio de la intensidad y de la longitud de conductor enterrada (I_G/L_S):

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

- Tensión de contacto: se obtiene del producto de un factor geométrico, K_m ; de un factor de corrección, K_i ; de la resistividad del terreno, ρ ; y del promedio de la intensidad y de la longitud de conductor enterrada (I_G/L_S):

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

Se obtiene que las tensiones máximas que se dan en un CT son:

Tensión máxima de paso calculada: **90,7 V**

Tensión máxima de contacto calculada: **135,2 V**

3.4.8 Conclusiones

Se comprueba que la malla de puesta a tierra diseñada para los Centros de Transformación cumple con las condiciones de tensión de paso y tensión de contacto, tanto en el interior como en el exterior de la malla:

Tensión de Paso: **90,7 V < 11.681,04 V**

Tensión de contacto: **135,2 V < 445,03 V**

De aquí se comprueba que no haría falta la instalación de una capa superficial con resistividad elevada para cumplir con la ITC-RAT 13. Aun así, se propone la utilización de

una capa de 10 cm de espesor de grava para los perímetros de las cimentaciones de los contenedores BESS, mejorando las tensiones de paso y contacto.

Una vez finalizada la obra, se medirán las tensiones de paso y contacto de forma práctica para asegurar de que no hay peligro en ningún punto de la instalación y de que las tensiones de paso y contacto se encuentren dentro de los niveles admisibles de acuerdo con la ITC-RAT 13.

4 Justificación Centros de Transformación BESS MER2

4.1 Enclavamiento mecánico Centro de Transformación

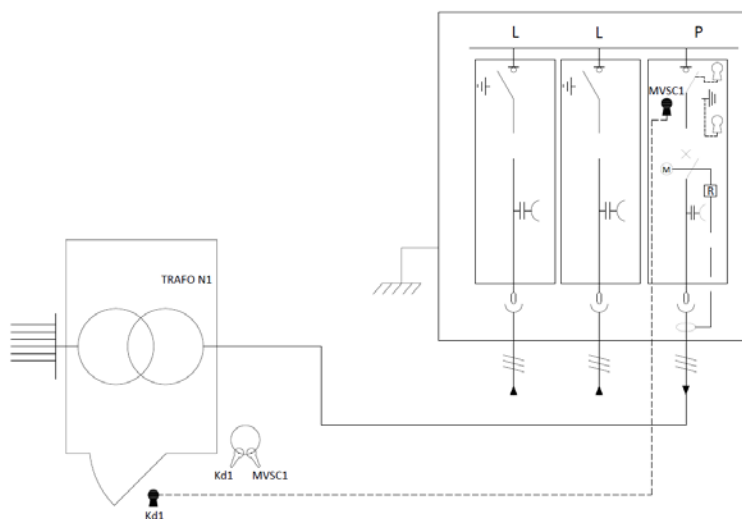
4.1.1 Introducción

Los Centros de Transformación suministrados cumplirán con la ITC-RAT, en concreto la ITC-RAT 06 y normativa adicional y recomendaciones de buena práctica en cuanto la existencia de enclavamientos mecánicos.

En concreto, el punto de la norma ITC-RAT 06 que aplica al centro de transformación del proyecto es el 4.8, en el que se establece que cuando se pueda acceder a un transformador con partes en tensión accesibles a las personas a través de una puerta o rejilla de acceso, existirá un enclavamiento mecánico con el interruptor del primario del transformador, de tal forma que para acceder al transformador el interruptor del primario tenga que estar abierto, y que no se pueda cerrar dicho interruptor mientras la puerta permanezca abierta.

4.1.2 Descripción del enclavamiento mecánico

El enclavamiento mecánico del centro de transformación se basará en el impedimento de abrir la puerta de acceso del transformador sin que el seccionador ubicado en la Celda de Media tensión esté abierto y conectado a tierra. Existirá un enclavamiento mecánico para cada uno de los transformadores.



Esquema del enclavamiento mecánico

El procedimiento que debe cumplimentarse para poder abrir la puerta de acceso del transformador es el siguiente:

1. Introducir la llave MVSC1 para desbloquear el seccionador de la celda de protección del transformador. De esta manera se permite la maniobrabilidad del seccionador ubicado en la celda MT del Centro de transformación.
2. Abrir el seccionador, dejando la línea que une el embarrado MT y el Transformador sin tensión.
3. Conectar el seccionador de puesta a tierra a tierra. Esto permite asegurar que no existe tensión en dicha línea, garantizando la seguridad del operario.
4. Cuando el seccionador de puesta a tierra está cerrado, se permite la extracción de la llave MVSC1. Esta llave estará anillada a la llave Kd1, que es la que permite la apertura de la puerta de acceso al transformador.
5. Al garantizarse la tensión nula en la línea, se puede utilizar la llave Kd1 para abrir la puerta de acceso al transformador. Si el seccionador no estuviera puesto a tierra no se podría abrir la puerta de acceso al transformador.

El procedimiento para re-energizar el transformador es equivalente pero realizado de manera inversa. De esta forma no se permite la re-energización del transformador sin previamente haber cerrado la puerta de acceso.

5 Justificación de Campos Magnéticos BESS MER2

5.1 Objeto

Los estudios y análisis representados en el presenta documento permiten establecer y evaluar los valores máximos que alcanzarán los campos magnéticos producidas por la instalación Baterías BESS MER2, así como comprobar que estos se encuentran dentro de los niveles que la normativa señala como recomendables a su exposición por parte de la población.

5.2 Marco Normativo

El documento del Consejo de la Unión Europea fechado el 12 de julio de 1999, denominado “Recomendaciones relativas a la exposición a campos electromagnéticos” se elaboró a partir de las conclusiones de la comunidad científica, considerando el derecho a la protección de la salud. Este documento establece una serie de restricciones y niveles de referencia basados en la certeza de evitar los efectos nocivos comprobados de los CEM, introduciendo amplios márgenes de seguridad. Las restricciones indicadas por el Consejo se basan en la Guía de la Comisión Internacional de Protección contra Radiaciones No Ionizantes, organismo vinculado a la Organización Mundial de la Salud y están avaladas por el Comité Científico Director de la Comisión.

Para la frecuencia 50 Hz las restricciones alcanzadas respecto al campo magnético son las siguientes:

- Valor límite recomendable de $100 \mu T$ (microteslas)

Referidos a la limitación de los campos magnéticos en las proximidades de instalaciones de alta tensión, tanto en la MIE-RAT-14 (instalación interior) como en la MIE-RAT-15 (instalación exterior) se establece que el diseño de las instalaciones de alta tensión se adoptarán las medidas adecuadas para minimizar, en el exterior de las instalaciones, los campos electromagnéticos generados.

A nivel nacional, el RD 1066/2001 de 28 de septiembre, establece restricciones a las emisiones radioeléctricas. Los valores máximos aquí permitidos son los mismos que los reflejados en el documento del Consejo de la Unión Europea indicado anteriormente.

5.3 Introducción

Tal como se ha indicado previamente, el objeto de este estudio es estimar las emisiones de campo magnético generado por los elementos principales de la Instalación BESS MER2, con el propósito de comprobar el cumplimiento de los límites establecidos en la normativa vigente. Según recoge la ITC-RAT 14 en su apartado 4.7 y la ITC-RAT 15 en su apartado 3.15, del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, se adoptarán las medidas necesarias para minimizar los campos magnéticos generados por los conductores, en este caso, en la instalación BESS MER2.

Para ello se verificarán los límites de emisión de campos magnéticos admisible para público general generado por corrientes de 50 Hz, establecidos en el Real Decreto 1066/2001 y expuestos en la siguiente tabla:

Gama de frecuencia	Intensidad de campo E (V/m)	Intensidad de campo H (A/m)	Campo B (μT)	Densidad de potencia equivalente de onda plana (W/m²)
0-1 Hz		$3,2 \times 10^4$	4×10^4	
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

Niveles de referencia de campos magnéticos

Así, tenemos que, para 50 Hz, el valor de campo magnético B de referencia es:

$$B_{refAC} = \frac{5}{f} = \frac{5}{0,05 \text{ kHz}} = 100 \mu T$$

Sin embargo, para instalaciones en corriente continua (contenedores de baterías y circuitos hasta el Convertidor) los límites del campo magnético marcado por la normativa son mucho más elevados:

$$B_{refCC} = 40.000 \mu T$$

Al ser el límite más de cuatrocientas veces superior al de instalaciones de corriente alterna, se establece que los elementos de corriente continua, como sería el contenedor BESS, no tienen afección y no superarán el umbral máximo permitido.

Atendemos también a la Comisión Internacional para la Protección contra las Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP) y a la NTP 698 a nivel nacional, que valoran los límites de exposición laboral. Se establece así un valor de campo magnético límite dentro de la planta de 500 μT para corrientes de 50 Hz y de 200.000 μT para corriente continua.

Las fórmulas descritas a continuación y el procedimiento empleado se han realizado acorde a la norma IEC 62110.

Valor de campo magnético:

$$B = \mu_0 * H = \frac{\mu_0 * I}{2\pi r}$$

Donde:

B es el campo magnético [μT]

r es la distancia del punto al conductor [m]

I es la intensidad de corriente que circula por el conductor [A]

μ_0 es la permeabilidad magnética del vacío [$\mu T \cdot m/A$]

De esta fórmula se puede obtener que el campo magnético depende de la intensidad que circule por un conductor y de la distancia de este al punto de estudio.

En la instalación no existen circuitos que conduzcan grandes intensidades y, además, todos los cables eléctricos se tienden enterrados, por lo que los únicos puntos de la planta donde se espera que el campo magnético pueda ser importante son en los centros de transformación y sus inmediaciones, al converger en estos los circuitos de la planta.

5.4 Cálculo del Campo Magnético Centro de Transformación

El campo magnético generado en el CT depende principalmente de los conductores y embarrados presentes en el Centro de Transformación. El punto más crítico será el punto más cercano a las líneas que acometen a los Transformadores, en especial las líneas y embarrados de baja tensión, en la acometida al transformador en AC, ya que los circuitos en corriente continua tienen un límite mucho más elevado.

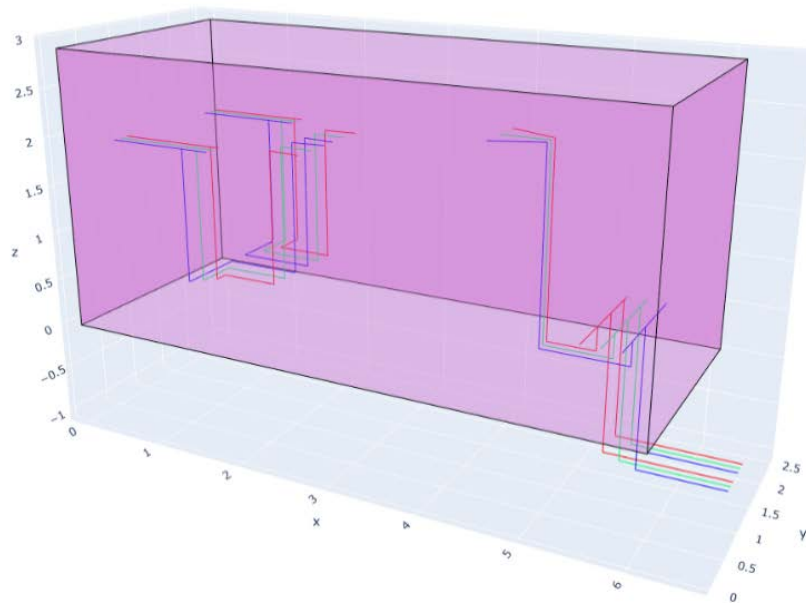
Se va a estudiar el campo generado por los conductores del CT, sin considerar el campo producido por los transformadores. Esta simplificación no afecta de manera significativa a los resultados obtenidos, tal y como indica en la norma UNE-CLC/TR-50453. Igualmente, no se consideran posibles apantallamientos debidos a pantallas de cables o envoltorios de la aparamenta eléctrica, quedando así del lado de la seguridad.

Al existir dos tipologías de centros de transformación, se va a modelar el más restrictivo en el que las intensidades son más elevadas. En este caso el STS JUPITER- 9000K-H1, cuyas características principales son:

- Tensión nominal MT: 15 kV
 - o Intensidad nominal línea salida CT: 382,2 A
- Tensión nominal BT: 0,8 kV
 - o Intensidad nominal entrada BT Transformador: 2 x 3582,8 A

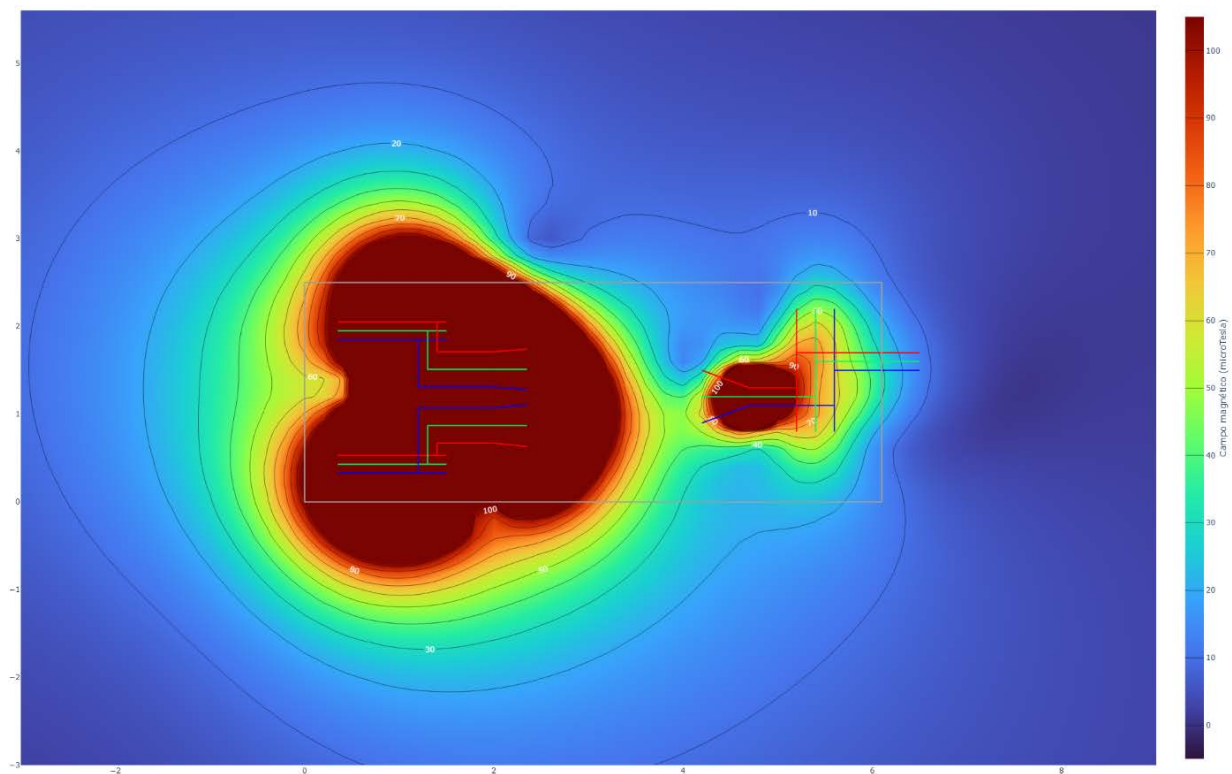
El punto de máximo campo electromagnético se obtiene en el punto cercano a los bornes de entrada en BT de cada uno de circuitos, al ser en este punto donde circula más intensidad.

Se calcula el campo magnético en el CT y sus alrededores mediante el software especializado en cálculo de campos magnéticos “CRMAGPLUS”, suponiendo que el CT opera a su potencia máxima. Para ello se han introducido los principales embarrados y conductores presentes en el Centro de Transformación, quedando representado como como sigue:



Representación del CT en el software

El campo magnético que se obtiene se muestra en la gráfica siguiente, donde se ha limitado el campo máximo representado a **100 μT** :

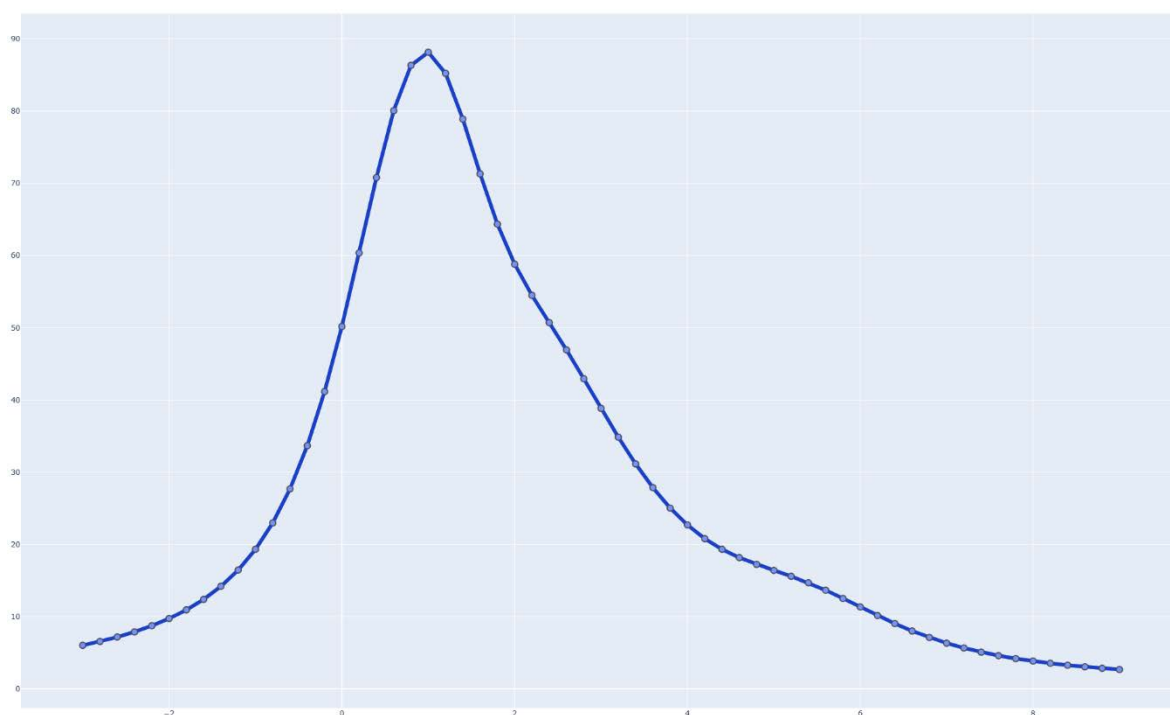


Campo Magnético en el CT del BESS

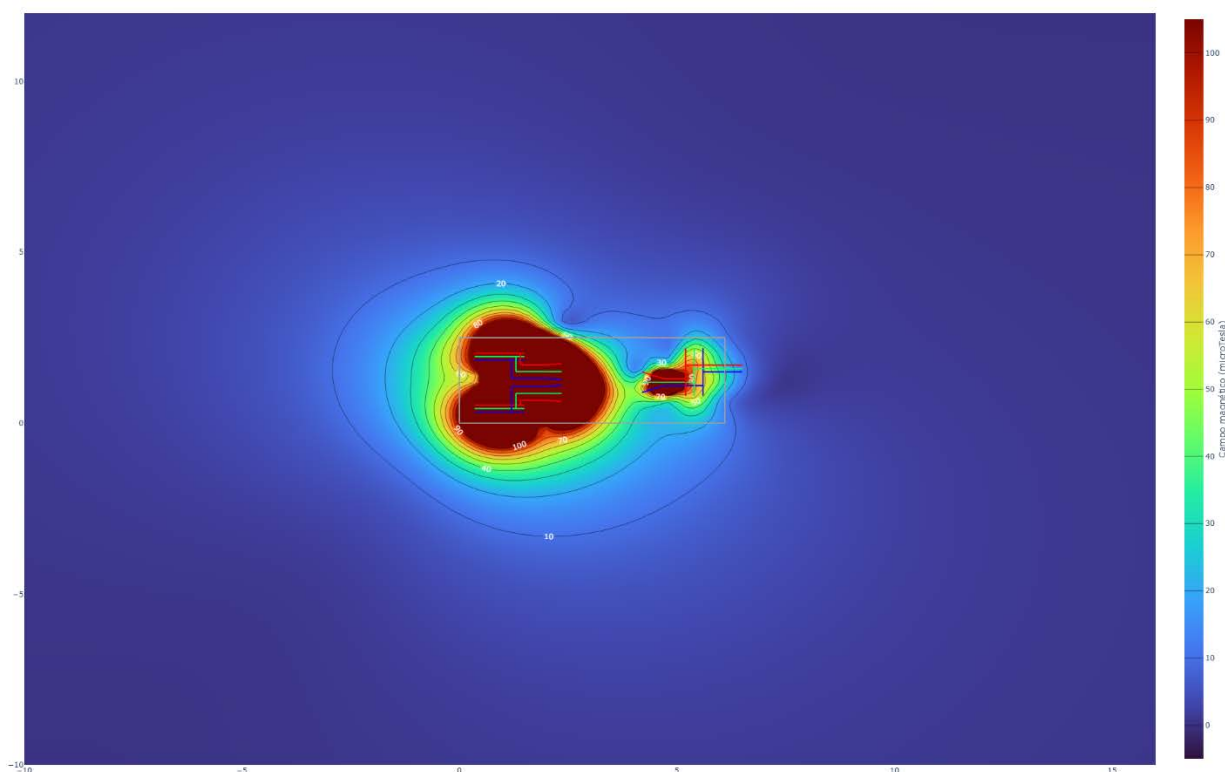
Dado que los centros de transformación se encuentran instalados dentro de una planta BESS, que estará vallada y en la que solo transitarán trabajadores de la misma, se

establece que este valor máximo es inferior al valor máximo establecido para un trabajador. Conviene recordar que este valor se ha estimado sin considerar apantallamiento de conductores y suponiendo que el CT opera al 100% de su capacidad.

Pese a todo, y puesto que el campo magnético disminuye rápidamente con la distancia, si calculamos el Campo magnético a lo largo de una línea situada a 0,8 metros del perímetro del CT obtenemos un valor del campo magnético máximo de **88 μT** .



Para apreciar mejor el descenso del campo conforme nos alejamos del CT, la siguiente gráfica muestra el campo magnético en la zona circundante del CT:



A apenas 10 metros del CT, el campo electromagnético más elevado disminuye hasta los $1,5 \mu\text{T}$.

El punto exterior de la planta más cercano a un Centro de Transformación se encuentra a unos 30 metros. El Campo Magnético generado por el CT en dicho punto exterior de la planta se calcula y es inferior a $1,0 \mu\text{T}$.

5.5 Cálculo del Campo Magnético por Zanja BT

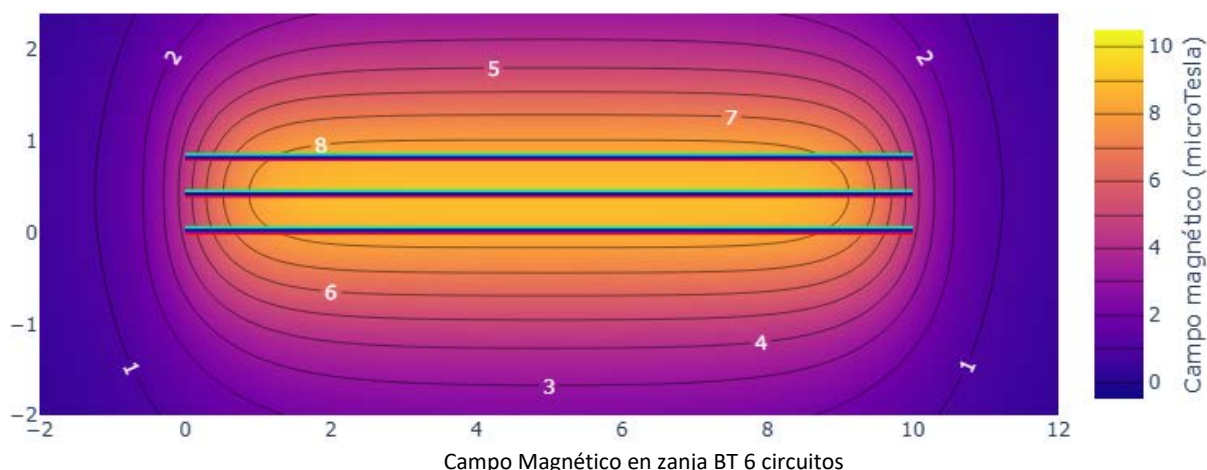
Se va a estudiar el campo generado por los circuitos corriente continua de 0,8 kV en los tramos enterrados en zanja, entre PCS y el Centro de transformación. Para ello se utilizará zanja que tipo más desfavorable que es el de 6 circuitos en dos niveles a 1 metro de profundidad. Todas las zanjas del proyecto BESS se encuentran en el interior del vallado de la planta fotovoltaica, por lo que no generarán campos magnéticos en el exterior. Adicionalmente, se consideran posibles apantallamientos debidos a pantallas de cables ni del terreno quedando así del lado de la seguridad.

Los circuitos se simularán suponiendo el funcionamiento de la planta a potencia nominal, quedando:

- Tensión nominal BT: 0,8 kV
- Intensidad máxima circuitos BT:
 - o Circuito PCS: 170,6 A
 - o Nº Circuitos por Zanja: 6

Se calcula el campo magnético encima de la zanja y sus alrededores, a una altura de 0,5 metros, mediante el software especializado en cálculo de campos magnéticos “CRMAGPLUS”.

A continuación, se incluyen los resultados:



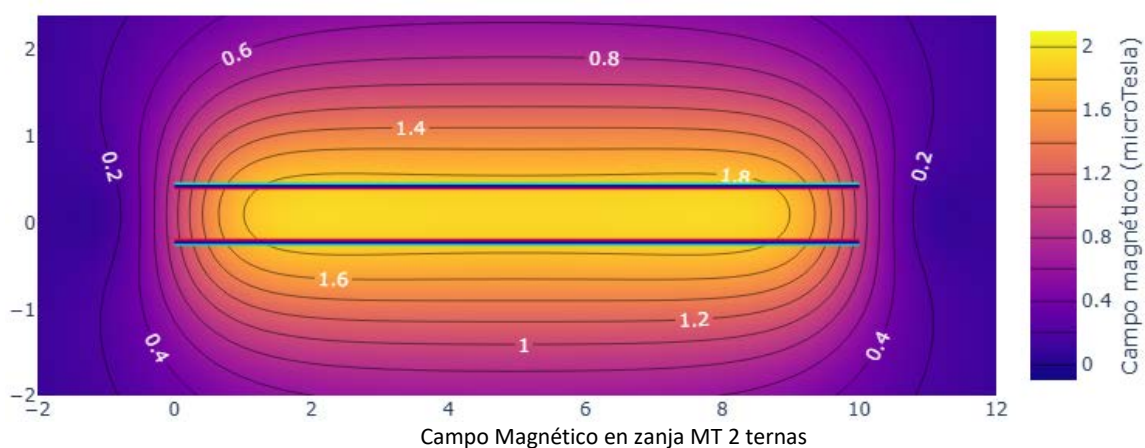
El campo magnético que se obtiene se muestra en la gráfica anterior, donde se puede observar que el valor máximo del campo magnético generado por la zanja es de **9 μ T**.

5.6 Cálculo del Campo Magnético por Zanja MT

Se va a estudiar el campo generado por los conductores de 15 kV en los tramos enterrados en zanja. Para ello se utilizará zanja que tipo más desfavorable, que es la zanja de 1 circuitos a 1 metro de profundidad. Todas las zanjas del proyecto BESS se encuentran en el interior del vallado de la planta fotovoltaica, por lo que no generarán campos magnéticos en el exterior. No se consideran posibles apantallamientos debidos a pantallas de cables ni del terreno quedando así del lado de la seguridad.

Los circuitos se simularán suponiendo el funcionamiento de la planta a potencia nominal, quedando:

- Tensión nominal MT: 15 kV
- Intensidad máxima circuitos MT:
 - o Circuito 1 BESS con 2 c/f: 491 A



El campo magnético que se obtiene se muestra en la gráfica anterior, donde se puede observar que el valor máximo del campo magnético alcanzado por la zanja es de **2,0 μ T**.

5.7 Conclusiones

Como conclusión de la simulación y cálculo del campo magnético generado por los elementos más restrictivos de la planta, en las condiciones más desfavorable de funcionamiento se obtienen **valores de campo magnético en el exterior de la instalación muy inferiores al límite recomendado de 100 μ T**. En concreto, el valor más elevado al que se verá expuesto el público general será de 1 μ T, generado por la zanja el centro de transformación.

APENDICE I: Tablas de Resultados

1	CÁLCULO INSTALACIÓN BAJA TENSIÓN BESS MER2	1
1.1	CABLEADO RACK - CONVERTIDOR PCS	1
1.2	CABLEADO CONVERTIDOR PCS - CT	6
1.3	CABLEADO CT – DTS	9
1.4	CABLEADO DTS – ESS.....	10
2	CÁLCULO INSTALACIÓN MEDIA TENSIÓN BESS MER2	12
2.1	INTENSIDAD ADMISIBLE.....	12
2.2	TABLA CAÍDAS DE TENSIÓN	13
2.3	TABLA CORTOCIRCUITO	14

Sevilla, abril de 2026

El Técnico al servicio de la empresa

1 Cálculo instalación Baja Tensión BESS MER2

1.1 Cableado Rack - Convertidor PCS

ESS 1.1-1 hasta los Convertidores PCS del 1 al 6																		
Tramo	Potencia Rack BES	Tensión Nominal	Intensidad Descarga MÁX.	Intensidad Normativa (x1.25)	Material conductor	Sección del conductor	I MÁX cable	Conductores por fase	Temperatura MÁX cable	Temperatura de Operación cable	Tipo de Cable	Longitud (m)	Factor de Corrección Instalación más Desfav.	Carga del Conductor (%)	Caída de Tensión Rack-Convertidor		Perdidas Joule Rack-Convertidor	
	(W)	(V)	(A)	(A)		(mm2)	(A)			(°C)					ΔU (V)	(% ΔU)	(W)	(%)
Rack 1 - ConvertidorPCS 1	208.960	1.331	156,97	196,21	Al	240,00	343,00	1	90	49,03	AL-XLPE/1.5kVdc (2x(1x240mm2)	6	0,75	60,80%	0,25	0,02%	39,21	0,02%
Rack 1 - ConvertidorPCS 2	208.960	1.331	156,97	196,21	Al	240,00	343,00	1	90	49,03	AL-XLPE/1.5kVdc (2x(1x240mm2)	6	0,75	60,80%	0,25	0,02%	39,21	0,02%
Rack 1 - ConvertidorPCS 3	208.960	1.331	156,97	196,21	Al	240,00	343,00	1	90	49,03	AL-XLPE/1.5kVdc (2x(1x240mm2)	6	0,75	60,80%	0,25	0,02%	39,21	0,02%
Rack 1 - ConvertidorPCS 4	208.960	1.331	156,97	196,21	Al	240,00	343,00	1	90	49,03	AL-XLPE/1.5kVdc (2x(1x240mm2)	6	0,75	60,80%	0,25	0,02%	39,21	0,02%
Rack 1 - ConvertidorPCS 5	208.960	1.331	156,97	196,21	Al	240,00	343,00	1	90	49,03	AL-XLPE/1.5kVdc (2x(1x240mm2)	6	0,75	60,80%	0,25	0,02%	39,21	0,02%
Rack 1 - ConvertidorPCS 6	208.960	1.331	156,97	196,21	Al	240,00	343,00	1	90	49,03	AL-XLPE/1.5kVdc (2x(1x240mm2)	6	0,75	60,80%	0,25	0,02%	39,21	0,02%
																0,02%	235,24	0,02%

ESS 1.1-2 hasta los Convertidores PCS del 7 al 12																		
Tramo	Potencia Rack BES	Tensión Nominal	Intensidad Descarga MÁX.	Intensidad Normativa (x1.25)	Material conductor	Sección del conductor	I MÁX cable	Conductores por fase	Temperatura MÁX cable	Temperatura de Operación cable	Tipo de Cable	Longitud (m)	Factor de Corrección Instalación más Desfav.	Carga del Conductor (%)	Caída de Tensión Rack-Convertidor		Perdidas Joule Rack-Convertidor	
	(W)	(V)	(A)	(A)		(mm2)	(A)		(°C)	ΔU (V)					(% ΔU)	(W)	(%)	
Rack 1 - ConvertidorPCS 7	208.960	1.331	156,97	196,21	Al	240,00	343,00	1	90	49,03	AL-XLPE/1.5kVdc (2x(1x240mm2)	18	0,75	60,80%	0,74	0,06%	116,31	0,06%
Rack 1 - ConvertidorPCS 8	208.960	1.331	156,97	196,21	Al	240,00	343,00	1	90	49,03	AL-XLPE/1.5kVdc (2x(1x240mm2)	18	0,75	60,80%	0,73	0,05%	114,35	0,05%
Rack 1 - ConvertidorPCS 9	208.960	1.331	156,97	196,21	Al	240,00	343,00	1	90	49,03	AL-XLPE/1.5kVdc (2x(1x240mm2)	17	0,75	60,80%	0,71	0,05%	111,08	0,05%
Rack 1 - ConvertidorPCS 10	208.960	1.331	156,97	196,21	Al	240,00	343,00	1	90	49,03	AL-XLPE/1.5kVdc (2x(1x240mm2)	17	0,75	60,80%	0,70	0,05%	109,78	0,05%
Rack 1 - ConvertidorPCS 11	208.960	1.331	156,97	196,21	Al	240,00	343,00	1	90	49,03	AL-XLPE/1.5kVdc (2x(1x240mm2)	17	0,75	60,80%	0,69	0,05%	107,82	0,05%
Rack 1 - ConvertidorPCS 12	208.960	1.331	156,97	196,21	Al	240,00	343,00	1	90	49,03	AL-XLPE/1.5kVdc (2x(1x240mm2)	16	0,75	60,80%	0,67	0,05%	104,55	0,05%
																0,06%	663,89	0,06%

ESS 1.1-3 hasta los Convertidores PCS del 13 al 18																		
Tramo	Potencia Rack BES	Tensión Nominal	Intensidad Descarga MÁX.	Intensidad Normativa (x1.25)	Material conductor	Sección del conductor	I MÁX cable	Conductores por fase	Temperatura MÁX cable	Temperatura de Operación cable	Tipo de Cable	Longitud (m)	Factor de Corrección Instalación más Desfav.	Carga del Conductor (%)	Caída de Tensión Rack-Convertidor		Perdidas Joule Rack-Convertidor	
	(W)	(V)	(A)	(A)		(mm2)	(A)		(°C)	ΔU (V)					(% ΔU)	(W)	(%)	
Rack 1 - ConvertidorPCS 13	208.960	1.331	156,97	196,21	Al	240,00	343,00	1	90	49,03	AL-XLPE/1.5kVdc (2x(1x240mm2)	6	0,75	60,80%	0,25	0,02%	39,21	0,02%
Rack 1 - ConvertidorPCS 14	208.960	1.331	156,97	196,21	Al	240,00	343,00	1	90	49,03	AL-XLPE/1.5kVdc (2x(1x240mm2)	6	0,75	60,80%	0,25	0,02%	39,21	0,02%
Rack 1 - ConvertidorPCS 15	208.960	1.331	156,97	196,21	Al	240,00	343,00	1	90	49,03	AL-XLPE/1.5kVdc (2x(1x240mm2)	6	0,75	60,80%	0,25	0,02%	39,21	0,02%
Rack 1 - ConvertidorPCS 16	208.960	1.331	156,97	196,21	Al	240,00	343,00	1	90	49,03	AL-XLPE/1.5kVdc (2x(1x240mm2)	6	0,75	60,80%	0,25	0,02%	39,21	0,02%
Rack 1 - ConvertidorPCS 17	208.960	1.331	156,97	196,21	Al	240,00	343,00	1	90	49,03	AL-XLPE/1.5kVdc (2x(1x240mm2)	6	0,75	60,80%	0,25	0,02%	39,21	0,02%
Rack 1 - ConvertidorPCS 18	208.960	1.331	156,97	196,21	Al	240,00	343,00	1	90	49,03	AL-XLPE/1.5kVdc (2x(1x240mm2)	6	0,75	60,80%	0,25	0,02%	39,21	0,02%
																0,02%	235,24	0,02%

ESS 1.1-4 hasta los Convertidores PCS del 19 al 24																		
Tramo	Potencia Rack BES	Tensión Nominal	Intensidad Descarga MÁX.	Intensidad Normativa (x1.25)	Material conductor	Sección del conductor	I MÁX cable	Conductores por fase	Temperatura MÁX cable	Temperatura de Operación cable	Tipo de Cable	Longitud (m)	Factor de Corrección Instalación más Desfav.	Carga del Conductor (%)	Caída de Tensión Rack-Convertidor		Perdidas Joule Rack-Convertidor	
	(W)	(V)	(A)	(A)		(mm2)	(A)		(°C)	ΔU (V)					(% ΔU)	(W)	(%)	
Rack 1 - ConvertidorPCS 19	208.960	1.331	156,97	196,21	Al	240,00	343,00	1	90	49,03	AL-XLPE/1.5kVdc (2x(1x240mm2)	18	0,75	60,80%	0,74	0,06%	116,31	0,06%
Rack 1 - ConvertidorPCS 20	208.960	1.331	156,97	196,21	Al	240,00	343,00	1	90	49,03	AL-XLPE/1.5kVdc (2x(1x240mm2)	18	0,75	60,80%	0,73	0,05%	114,35	0,05%
Rack 1 - ConvertidorPCS 21	208.960	1.331	156,97	196,21	Al	240,00	343,00	1	90	49,03	AL-XLPE/1.5kVdc (2x(1x240mm2)	17	0,75	60,80%	0,71	0,05%	111,08	0,05%
Rack 1 - ConvertidorPCS 22	208.960	1.331	156,97	196,21	Al	240,00	343,00	1	90	49,03	AL-XLPE/1.5kVdc (2x(1x240mm2)	17	0,75	60,80%	0,70	0,05%	109,78	0,05%
Rack 1 - ConvertidorPCS 23	208.960	1.331	156,97	196,21	Al	240,00	343,00	1	90	49,03	AL-XLPE/1.5kVdc (2x(1x240mm2)	17	0,75	60,80%	0,69	0,05%	107,82	0,05%
Rack 1 - ConvertidorPCS 24	208.960	1.331	156,97	196,21	Al	240,00	343,00	1	90	49,03	AL-XLPE/1.5kVdc (2x(1x240mm2)	16	0,75	60,80%	0,67	0,05%	104,55	0,05%
																0,06%	663,89	0,06%

ESS 1.1-5 hasta los Convertidores PCS del 25 al 30																		
Tramo	Potencia Rack BES	Tensión Nominal	Intensidad Descarga MÁX.	Intensidad Normativa (x1.25)	Material conductor	Sección del conductor	I MÁX cable	Conductores por fase	Temperatura MÁX cable	Temperatura de Operación cable	Tipo de Cable	Longitud (m)	Factor de Corrección Instalación más Desfav.	Carga del Conductor (%)	Caída de Tensión Rack-Convertidor		Perdidas Joule Rack-Convertidor	
	(W)	(V)	(A)	(A)		(mm2)	(A)		(°C)	ΔU (V)					(% ΔU)	(W)	(%)	
Rack 1 - ConvertidorPCS 25	208.960	1.331	156,97	196,21	Al	240,00	343,00	1	90	49,03	AL-XLPE/1.5kVdc (2x(1x240mm2)	6	0,75	60,80%	0,25	0,02%	39,21	0,02%
Rack 1 - ConvertidorPCS 26	208.960	1.331	156,97	196,21	Al	240,00	343,00	1	90	49,03	AL-XLPE/1.5kVdc (2x(1x240mm2)	6	0,75	60,80%	0,25	0,02%	39,21	0,02%
Rack 1 - ConvertidorPCS 27	208.960	1.331	156,97	196,21	Al	240,00	343,00	1	90	49,03	AL-XLPE/1.5kVdc (2x(1x240mm2)	6	0,75	60,80%	0,25	0,02%	39,21	0,02%
Rack 1 - ConvertidorPCS 28	208.960	1.331	156,97	196,21	Al	240,00	343,00	1	90	49,03	AL-XLPE/1.5kVdc (2x(1x240mm2)	6	0,75	60,80%	0,25	0,02%	39,21	0,02%
Rack 1 - ConvertidorPCS 29	208.960	1.331	156,97	196,21	Al	240,00	343,00	1	90	49,03	AL-XLPE/1.5kVdc (2x(1x240mm2)	6	0,75	60,80%	0,25	0,02%	39,21	0,02%
Rack 1 - ConvertidorPCS 30	208.960	1.331	156,97	196,21	Al	240,00	343,00	1	90	49,03	AL-XLPE/1.5kVdc (2x(1x240mm2)	6	0,75	60,80%	0,25	0,02%	39,21	0,02%
																0,02%	235,24	0,02%

ESS 1.1-6 hasta los Convertidores PCS del 31 al 36																		
Tramo	Potencia Rack BES	Tensión Nominal	Intensidad Descarga MÁX.	Intensidad Normativa (x1.25)	Material conductor	Sección del conductor	I MÁX cable	Conductores por fase	Temperatura MÁX cable	Temperatura de Operación cable	Tipo de Cable	Longitud	Factor de Corrección Instalación más Desfav.	Carga del Conductor	Caída de Tensión Rack-Convertidor		Perdidas Joule Rack-Convertidor	
	(W)	(V)	(A)	(A)		(mm2)	(A)		(°C)	(m)					(%)	ΔU (V)	(% ΔU)	(W)
Rack 1 - ConvertidorPCS 31	208.960	1.331	156,97	196,21	Al	240,00	343,00	1	90	49,03	AL-XLPE/1.5kVdc (2x(1x240mm2)	18	0,75	60,80%	0,74	0,06%	116,31	0,06%
Rack 1 - ConvertidorPCS 32	208.960	1.331	156,97	196,21	Al	240,00	343,00	1	90	49,03	AL-XLPE/1.5kVdc (2x(1x240mm2)	18	0,75	60,80%	0,73	0,05%	114,35	0,05%
Rack 1 - ConvertidorPCS 33	208.960	1.331	156,97	196,21	Al	240,00	343,00	1	90	49,03	AL-XLPE/1.5kVdc (2x(1x240mm2)	17	0,75	60,80%	0,71	0,05%	111,08	0,05%
Rack 1 - ConvertidorPCS 34	208.960	1.331	156,97	196,21	Al	240,00	343,00	1	90	49,03	AL-XLPE/1.5kVdc (2x(1x240mm2)	17	0,75	60,80%	0,70	0,05%	109,78	0,05%
Rack 1 - ConvertidorPCS 35	208.960	1.331	156,97	196,21	Al	240,00	343,00	1	90	49,03	AL-XLPE/1.5kVdc (2x(1x240mm2)	17	0,75	60,80%	0,69	0,05%	107,82	0,05%
Rack 1 - ConvertidorPCS 36	208.960	1.331	156,97	196,21	Al	240,00	343,00	1	90	49,03	AL-XLPE/1.5kVdc (2x(1x240mm2)	16	0,75	60,80%	0,67	0,05%	104,55	0,05%
																0,06%	663,89	0,06%

ESS 1.1-7 hasta los Convertidores PCS del 37 al 42																		
Tramo	Potencia Rack BES	Tensión Nominal	Intensidad Descarga MÁX.	Intensidad Normativa (x1.25)	Material conductor	Sección del conductor	I MÁX cable	Conductores por fase	Temperatura MÁX cable	Temperatura de Operación cable	Tipo de Cable	Longitud (m)	Factor de Corrección Instalación más Desfav.	Carga del Conductor (%)	Caída de Tensión Rack-Convertidor		Perdidas Joule Rack-Convertidor	
	(W)	(V)	(A)	(A)		(mm2)	(A)		(°C)	ΔU (V)					(% ΔU)	(W)	(%)	
Rack 1 - ConvertidorPCS 37	208.960	1.331	156,97	196,21	Al	240,00	343,00	1	90	49,03	AL-XLPE/1.5kVdc (2x(1x240mm2)	6	0,75	60,80%	0,25	0,02%	39,21	0,02%
Rack 1 - ConvertidorPCS 38	208.960	1.331	156,97	196,21	Al	240,00	343,00	1	90	49,03	AL-XLPE/1.5kVdc (2x(1x240mm2)	6	0,75	60,80%	0,25	0,02%	39,21	0,02%
Rack 1 - ConvertidorPCS 39	208.960	1.331	156,97	196,21	Al	240,00	343,00	1	90	49,03	AL-XLPE/1.5kVdc (2x(1x240mm2)	6	0,75	60,80%	0,25	0,02%	39,21	0,02%
Rack 1 - ConvertidorPCS 40	208.960	1.331	156,97	196,21	Al	240,00	343,00	1	90	49,03	AL-XLPE/1.5kVdc (2x(1x240mm2)	6	0,75	60,80%	0,25	0,02%	39,21	0,02%
Rack 1 - ConvertidorPCS 41	208.960	1.331	156,97	196,21	Al	240,00	343,00	1	90	49,03	AL-XLPE/1.5kVdc (2x(1x240mm2)	6	0,75	60,80%	0,25	0,02%	39,21	0,02%
Rack 1 - ConvertidorPCS 42	208.960	1.331	156,97	196,21	Al	240,00	343,00	1	90	49,03	AL-XLPE/1.5kVdc (2x(1x240mm2)	6	0,75	60,80%	0,25	0,02%	39,21	0,02%
																0,02%	235,24	0,02%

ESS 1.2-1 hasta los Convertidores PCS del 1 al 6																		
Tramo	Potencia Rack BES	Tensión Nominal	Intensidad Descarga MÁX.	Intensidad Normativa (x1.25)	Material conductor	Sección del conductor	I MÁX cable	Conductores por fase	Temperatura MÁX cable	Temperatura de Operación cable	Tipo de Cable	Longitud (m)	Factor de Corrección Instalación más Desfav.	Carga del Conductor (%)	Caída de Tensión Rack-Convertidor		Perdidas Joule Rack-Convertidor	
	(W)	(V)	(A)	(A)		(mm2)	(A)			(°C)					ΔU (V)	(% ΔU)	(W)	(%)
Rack 1 - ConvertidorPCS 1	208.960	1.331	156,97	196,21	Al	240,00	343,00	1	90	49,03	AL-XLPE/1.5kVdc (2x(1x240mm2)	6	0,75	60,80%	0,25	0,02%	39,21	0,02%
Rack 1 - ConvertidorPCS 2	208.960	1.331	156,97	196,21	Al	240,00	343,00	1	90	49,03	AL-XLPE/1.5kVdc (2x(1x240mm2)	6	0,75	60,80%	0,25	0,02%	39,21	0,02%
Rack 1 - ConvertidorPCS 3	208.960	1.331	156,97	196,21	Al	240,00	343,00	1	90	49,03	AL-XLPE/1.5kVdc (2x(1x240mm2)	6	0,75	60,80%	0,25	0,02%	39,21	0,02%
Rack 1 - ConvertidorPCS 4	208.960	1.331	156,97	196,21	Al	240,00	343,00	1	90	49,03	AL-XLPE/1.5kVdc (2x(1x240mm2)	6	0,75	60,80%	0,25	0,02%	39,21	0,02%
Rack 1 - ConvertidorPCS 5	208.960	1.331	156,97	196,21	Al	240,00	343,00	1	90	49,03	AL-XLPE/1.5kVdc (2x(1x240mm2)	6	0,75	60,80%	0,25	0,02%	39,21	0,02%
Rack 1 - ConvertidorPCS 6	208.960	1.331	156,97	196,21	Al	240,00	343,00	1	90	49,03	AL-XLPE/1.5kVdc (2x(1x240mm2)	6	0,75	60,80%	0,25	0,02%	39,21	0,02%
																0,02%	235,24	0,02%

ESS 1.2-2 hasta los Convertidores PCS del 7 al 12																		
Tramo	Potencia Rack BES	Tensión Nominal	Intensidad Descarga MÁX.	Intensidad Normativa (x1.25)	Material conductor	Sección del conductor	I MÁX cable	Conductores por fase	Temperatura MÁX cable	Temperatura de Operación cable	Tipo de Cable	Longitud (m)	Factor de Corrección Instalación más Desfav.	Carga del Conductor (%)	Caída de Tensión Rack-Convertidor		Perdidas Joule Rack-Convertidor	
	(W)	(V)	(A)	(A)		(mm2)	(A)			(°C)					ΔU (V)	(% ΔU)	(W)	(%)
Rack 1 - ConvertidorPCS 7	208.960	1.331	156,97	196,21	Al	240,00	343,00	1	90	49,03	AL-XLPE/1.5kVdc (2x(1x240mm2)	18	0,75	60,80%	0,74	0,06%	116,31	0,06%
Rack 1 - ConvertidorPCS 8	208.960	1.331	156,97	196,21	Al	240,00	343,00	1	90	49,03	AL-XLPE/1.5kVdc (2x(1x240mm2)	18	0,75	60,80%	0,73	0,05%	114,35	0,05%
Rack 1 - ConvertidorPCS 9	208.960	1.331	156,97	196,21	Al	240,00	343,00	1	90	49,03	AL-XLPE/1.5kVdc (2x(1x240mm2)	17	0,75	60,80%	0,71	0,05%	111,08	0,05%
Rack 1 - ConvertidorPCS 10	208.960	1.331	156,97	196,21	Al	240,00	343,00	1	90	49,03	AL-XLPE/1.5kVdc (2x(1x240mm2)	17	0,75	60,80%	0,70	0,05%	109,78	0,05%
Rack 1 - ConvertidorPCS 11	208.960	1.331	156,97	196,21	Al	240,00	343,00	1	90	49,03	AL-XLPE/1.5kVdc (2x(1x240mm2)	17	0,75	60,80%	0,69	0,05%	107,82	0,05%
Rack 1 - ConvertidorPCS 12	208.960	1.331	156,97	196,21	Al	240,00	343,00	1	90	49,03	AL-XLPE/1.5kVdc (2x(1x240mm2)	16	0,75	60,80%	0,67	0,05%	104,55	0,05%
																0,06%	663,89	0,06%

1.2 Cableado Convertidor PCS - CT

CT1.1 - De Convertidor a CT															
CONVERTIDOR PCS						CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN									
Nº del Convertidor (PCS)	Potencia Máxima Convertidor	Intensidad Máx. salida Convertidor	Intensidad Normativa (x1.25)	Tensión de Operación Convertidor	Sección del conductor	Conductores por fase	Tipo de Cable	Longitud (m)	Factor de Corrección Instalación mas Desfav.	Carga del Conductor (%)	Caída de Tensión Convertidor a CT		Caída de Tensión Acumulada Máxima (%)	Pérdidas Joule Máximas Tramo	
	(kVA)	(A)	(A)	(V)	(mm2)						ΔU (V)	(% ΔU)		(W)	(%)
CT 1.1-PCS 01	236,4	170,6	213,3	800	240	1	AL-XLPE/1500V (3x(1x240mm2)	25	0,75	78,16%	1,16	0,14%	0,20%	305,43	0,13%
CT 1.1-PCS 02	236,4	170,6	213,3	800	240	1	AL-XLPE/1500V (3x(1x240mm2)	24	0,75	78,16%	1,11	0,14%	0,19%	293,22	0,12%
CT 1.1-PCS 03	236,4	170,6	213,3	800	240	1	AL-XLPE/1500V (3x(1x240mm2)	24	0,75	78,16%	1,11	0,14%	0,19%	293,22	0,12%
CT 1.1-PCS 04	236,4	170,6	213,3	800	240	1	AL-XLPE/1500V (3x(1x240mm2)	24	0,75	78,16%	1,11	0,14%	0,19%	293,22	0,12%
CT 1.1-PCS 05	236,4	170,6	213,3	800	240	1	AL-XLPE/1500V (3x(1x240mm2)	24	0,75	78,16%	1,11	0,14%	0,19%	293,22	0,12%
CT 1.1-PCS 06	236,4	170,6	213,3	800	240	1	AL-XLPE/1500V (3x(1x240mm2)	25	0,75	78,16%	1,16	0,14%	0,20%	305,43	0,13%
CT 1.1-PCS 07	236,4	170,6	213,3	800	240	1	AL-XLPE/1500V (3x(1x240mm2)	24	0,75	78,16%	1,11	0,14%	0,19%	293,22	0,12%
CT 1.1-PCS 08	236,4	170,6	213,3	800	240	1	AL-XLPE/1500V (3x(1x240mm2)	24	0,75	78,16%	1,11	0,14%	0,19%	293,22	0,12%
CT 1.1-PCS 09	236,4	170,6	213,3	800	240	1	AL-XLPE/1500V (3x(1x240mm2)	23	0,75	78,16%	1,07	0,13%	0,19%	281,00	0,12%
CT 1.1-PCS 10	236,4	170,6	213,3	800	240	1	AL-XLPE/1500V (3x(1x240mm2)	23	0,75	78,16%	1,07	0,13%	0,19%	281,00	0,12%
CT 1.1-PCS 11	236,4	170,6	213,3	800	240	1	AL-XLPE/1500V (3x(1x240mm2)	24	0,75	78,16%	1,11	0,14%	0,19%	293,22	0,12%
CT 1.1-PCS 12	236,4	170,6	213,3	800	240	1	AL-XLPE/1500V (3x(1x240mm2)	24	0,75	78,16%	1,11	0,14%	0,19%	293,22	0,12%
CT 1.1-PCS 13	236,4	170,6	213,3	800	240	1	AL-XLPE/1500V (3x(1x240mm2)	20	0,75	78,16%	0,93	0,12%	0,17%	244,35	0,10%
CT 1.1-PCS 14	236,4	170,6	213,3	800	240	1	AL-XLPE/1500V (3x(1x240mm2)	19	0,75	78,16%	0,88	0,11%	0,17%	232,13	0,10%
CT 1.1-PCS 15	236,4	170,6	213,3	800	240	1	AL-XLPE/1500V (3x(1x240mm2)	19	0,75	78,16%	0,88	0,11%	0,17%	232,13	0,10%
CT 1.1-PCS 16	236,4	170,6	213,3	800	240	1	AL-XLPE/1500V (3x(1x240mm2)	19	0,75	78,16%	0,88	0,11%	0,17%	232,13	0,10%
CT 1.1-PCS 17	236,4	170,6	213,3	800	240	1	AL-XLPE/1500V (3x(1x240mm2)	19	0,75	78,16%	0,88	0,11%	0,17%	232,13	0,10%

CT1.1 - De Convertidor a CT															
CT 1.1-PCS 18	236,4	170,6	213,3	800	240	1	AL-XLPE/1500V (3x(1x240mm2)	20	0,75	78,16%	0,93	0,12%	0,17%	244,35	0,10%
CT 1.1-PCS 19	236,4	170,6	213,3	800	240	1	AL-XLPE/1500V (3x(1x240mm2)	20	0,75	78,16%	0,93	0,12%	0,17%	244,35	0,10%
CT 1.1-PCS 20	236,4	170,6	213,3	800	240	1	AL-XLPE/1500V (3x(1x240mm2)	19	0,75	78,16%	0,88	0,11%	0,17%	232,13	0,10%
CT 1.1-PCS 21	236,4	170,6	213,3	800	240	1	AL-XLPE/1500V (3x(1x240mm2)	19	0,75	78,16%	0,88	0,11%	0,17%	232,13	0,10%
CT 1.1-PCS 22	236,4	170,6	213,3	800	240	1	AL-XLPE/1500V (3x(1x240mm2)	19	0,75	78,16%	0,88	0,11%	0,17%	232,13	0,10%
CT 1.1-PCS 23	236,4	170,6	213,3	800	240	1	AL-XLPE/1500V (3x(1x240mm2)	19	0,75	78,16%	0,88	0,11%	0,17%	232,13	0,10%
CT 1.1-PCS 24	236,4	170,6	213,3	800	240	1	AL-XLPE/1500V (3x(1x240mm2)	20	0,75	78,16%	0,93	0,12%	0,17%	244,35	0,10%
CT 1.1-PCS 25	236,4	170,6	213,3	800	240	1	AL-XLPE/1500V (3x(1x240mm2)	17	0,75	78,16%	0,79	0,10%	0,15%	207,69	0,09%
CT 1.1-PCS 26	236,4	170,6	213,3	800	240	1	AL-XLPE/1500V (3x(1x240mm2)	17	0,75	78,16%	0,79	0,10%	0,15%	207,69	0,09%
CT 1.1-PCS 27	236,4	170,6	213,3	800	240	1	AL-XLPE/1500V (3x(1x240mm2)	17	0,75	78,16%	0,79	0,10%	0,15%	207,69	0,09%
CT 1.1-PCS 28	236,4	170,6	213,3	800	240	1	AL-XLPE/1500V (3x(1x240mm2)	17	0,75	78,16%	0,79	0,10%	0,15%	207,69	0,09%
CT 1.1-PCS 29	236,4	170,6	213,3	800	240	1	AL-XLPE/1500V (3x(1x240mm2)	17	0,75	78,16%	0,79	0,10%	0,15%	207,69	0,09%
CT 1.1-PCS 30	236,4	170,6	213,3	800	240	1	AL-XLPE/1500V (3x(1x240mm2)	17	0,75	78,16%	0,79	0,10%	0,15%	207,69	0,09%
CT 1.1-PCS 31	236,4	170,6	213,3	800	240	1	AL-XLPE/1500V (3x(1x240mm2)	18	0,75	78,16%	0,83	0,10%	0,16%	219,91	0,09%
CT 1.1-PCS 32	236,4	170,6	213,3	800	240	1	AL-XLPE/1500V (3x(1x240mm2)	17	0,75	78,16%	0,79	0,10%	0,15%	207,69	0,09%
CT 1.1-PCS 33	236,4	170,6	213,3	800	240	1	AL-XLPE/1500V (3x(1x240mm2)	17	0,75	78,16%	0,79	0,10%	0,15%	207,69	0,09%
CT 1.1-PCS 34	236,4	170,6	213,3	800	240	1	AL-XLPE/1500V (3x(1x240mm2)	17	0,75	78,16%	0,79	0,10%	0,15%	207,69	0,09%
CT 1.1-PCS 35	236,4	170,6	213,3	800	240	1	AL-XLPE/1500V (3x(1x240mm2)	17	0,75	78,16%	0,79	0,10%	0,15%	207,69	0,09%
CT 1.1-PCS 36	236,4	170,6	213,3	800	240	1	AL-XLPE/1500V (3x(1x240mm2)	18	0,75	78,16%	0,83	0,10%	0,16%	219,91	0,09%
CT 1.1-PCS 37	236,4	170,6	213,3	800	240	1	AL-XLPE/1500V (3x(1x240mm2)	15	0,75	78,16%	0,70	0,09%	0,14%	183,26	0,08%
CT 1.1-PCS 38	236,4	170,6	213,3	800	240	1	AL-XLPE/1500V (3x(1x240mm2)	15	0,75	78,16%	0,70	0,09%	0,14%	183,26	0,08%
CT 1.1-PCS 39	236,4	170,6	213,3	800	240	1	AL-XLPE/1500V (3x(1x240mm2)	14	0,75	78,16%	0,65	0,08%	0,14%	171,04	0,07%
CT 1.1-PCS 40	236,4	170,6	213,3	800	240	1	AL-XLPE/1500V (3x(1x240mm2)	14	0,75	78,16%	0,65	0,08%	0,14%	171,04	0,07%
CT 1.1-PCS 41	236,4	170,6	213,3	800	240	1	AL-XLPE/1500V (3x(1x240mm2)	15	0,75	78,16%	0,70	0,09%	0,14%	183,26	0,08%
CT 1.1-PCS 42	236,4	170,6	213,3	800	240	1	AL-XLPE/1500V (3x(1x240mm2)	15	0,75	78,16%	0,70	0,09%	0,14%	183,26	0,08%
												0,14%	0,20%	9.945	0,10%

CT1.2 - De Convertidor a CT															
CONVERTIDOR PCS						CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN									
Nº del Convertidor (PCS)	Potencia Máxima Convertidor	Intensidad Máx. salida Convertidor	Intensidad Normativa (x1.25)	Tensión de Operación Convertidor	Sección del conductor	Conductores por fase	Tipo de Cable	Longitud	Factor de Corrección Instalación mas Desfav.	Carga del Conductor	Caída de Tensión Convertidor a CT		Caída de Tensión Acumulada Máxima	Pérdidas Joule Máximas Tramo	
	(kVA)	(A)	(A)	(V)	(mm2)						ΔU (V)	(% ΔU)		(W)	(%)
CT 1.2-PCS 01	236,4	170,6	213,3	800	240	1	AL-XLPE/1500V (3x(1x240mm2)	19	0,75	78,16%	0,88	0,11%	0,17%	232,13	0,10%
CT 1.2-PCS 02	236,4	170,6	213,3	800	240	1	AL-XLPE/1500V (3x(1x240mm2)	18	0,75	78,16%	0,83	0,10%	0,16%	219,91	0,09%
CT 1.2-PCS 03	236,4	170,6	213,3	800	240	1	AL-XLPE/1500V (3x(1x240mm2)	18	0,75	78,16%	0,83	0,10%	0,16%	219,91	0,09%
CT 1.2-PCS 04	236,4	170,6	213,3	800	240	1	AL-XLPE/1500V (3x(1x240mm2)	18	0,75	78,16%	0,83	0,10%	0,16%	219,91	0,09%
CT 1.2-PCS 05	236,4	170,6	213,3	800	240	1	AL-XLPE/1500V (3x(1x240mm2)	18	0,75	78,16%	0,83	0,10%	0,16%	219,91	0,09%
CT 1.2-PCS 06	236,4	170,6	213,3	800	240	1	AL-XLPE/1500V (3x(1x240mm2)	19	0,75	78,16%	0,88	0,11%	0,17%	232,13	0,10%
CT 1.2-PCS 07	236,4	170,6	213,3	800	240	1	AL-XLPE/1500V (3x(1x240mm2)	19	0,75	78,16%	0,88	0,11%	0,17%	232,13	0,10%
CT 1.2-PCS 08	236,4	170,6	213,3	800	240	1	AL-XLPE/1500V (3x(1x240mm2)	19	0,75	78,16%	0,88	0,11%	0,17%	232,13	0,10%
CT 1.2-PCS 09	236,4	170,6	213,3	800	240	1	AL-XLPE/1500V (3x(1x240mm2)	18	0,75	78,16%	0,83	0,10%	0,16%	219,91	0,09%
CT 1.2-PCS 10	236,4	170,6	213,3	800	240	1	AL-XLPE/1500V (3x(1x240mm2)	18	0,75	78,16%	0,83	0,10%	0,16%	219,91	0,09%
CT 1.2-PCS 11	236,4	170,6	213,3	800	240	1	AL-XLPE/1500V (3x(1x240mm2)	18	0,75	78,16%	0,83	0,10%	0,16%	219,91	0,09%
CT 1.2-PCS 12	236,4	170,6	213,3	800	240	1	AL-XLPE/1500V (3x(1x240mm2)	19	0,75	78,16%	0,88	0,11%	0,17%	232,13	0,10%
											0,11%		0,17%	2.700	0,10%

1.3 Cableado CT – DTS

CT1.1 - De CT a DTS															
DEMANDA DTS						CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN									
Nº del DTS	Potencia Máxima Demandada DTS (kW)	Intensidad Máx. salida CT (A)	Intensidad Normativa (x1.25) (A)	Tensión de Operación DTS (V)	Sección del conductor (mm ²)	Conductores por fase	Tipo de Cable	Longitud (m)	Factor de Corrección Instalación mas Desfav.	Carga del Conductor (%)	Caída de Tensión CT a DTS		Caída de Tensión Acumulada Máxima (%)	Pérdidas Joule Máximas Tramo	
											ΔU (V)	(% ΔU)		(W)	(%)
DTS 1.1-1	210	151,6	189,4	800	150	1	AL-XLPE/1500V (3x(1x150mm ²))	19	0,91	75,38%	1,12	0,14%	0,14%	275,04	0,13%
DTS 1.1-2	210	151,6	189,4	800	150	1	AL-XLPE/1500V (3x(1x150mm ²))	17	0,91	75,38%	1,00	0,12%	0,12%	246,09	0,12%
											0,14%		0,14%	521	0,12%

CT1.2 - De CT a DTS															
DEMANDA DTS						CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN									
Nº del DTS	Potencia Máxima Demandada DTS (kW)	Intensidad Máx. salida CT (A)	Intensidad Normativa (x1.25) (A)	Tensión de Operación DTS (V)	Sección del conductor (mm ²)	Conductores por fase	Tipo de Cable	Longitud (m)	Factor de Corrección Instalación mas Desfav.	Carga del Conductor (%)	Caída de Tensión CT a DTS		Caída de Tensión Acumulada Máxima (%)	Pérdidas Joule Máximas Tramo	
											ΔU (V)	(% ΔU)		(W)	(%)
DTS 1.2-1	210	151,6	189,4	800	150	1	AL-XLPE/1500V (3x(1x150mm ²))	21	1,08	64,07%	1,23	0,15%	0,15%	303,99	0,14%
											0,15%		0,15%	304	0,14%

1.4 Cableado DTS – ESS

DTS1.1-1 - a ESS															
DEMANDA ESS						CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN									
Nº del DTS	Potencia Máxima Demandada ESS	Intensidad Máx. salida DTS	Intensidad Normativa (x1.25)	Tensión de Operación DTS	Sección del conductor	Conductores por fase	Tipo de Cable	Longitud	Factor de Corrección Instalación mas Desfav.	Carga del Conductor	Caída de Tensión CT a DTS		Caída de Tensión Acumulada Máxima	Pérdidas Joule Máximas Tramo	
	(kW)	(A)	(A)	(V)	(mm2)						ΔU (V)	(% ΔU)		(%)	(W)
DTS 1.1-1-ESS 1.1-1	50	72,2	90,2	400	50	1	CU-XLPE/1500V (3x(1x50mm2)	41	0,71	75,76%	2,15	0,54%	0,69%	266,74	0,53%
DTS 1.1-1-ESS 1.1-2	50	72,2	90,2	400	50	1	CU-XLPE/1500V (3x(1x50mm2)	27	0,71	75,76%	1,42	0,35%	0,51%	175,66	0,35%
DTS 1.1-1-ESS 1.1-3	50	72,2	90,2	400	50	1	CU-XLPE/1500V (3x(1x50mm2)	31	0,71	75,76%	1,63	0,41%	0,56%	201,68	0,40%
DTS 1.1-1-ESS 1.1-4	50	72,2	90,2	400	50	1	CU-XLPE/1500V (3x(1x50mm2)	17	0,71	75,76%	0,89	0,22%	0,38%	110,60	0,22%
												0,54%	0,69%	755	0,38%

DTS1.1-2 - a ESS															
DEMANDA ESS						CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN									
Nº del DTS	Potencia Máxima Demandada ESS	Intensidad Máx. salida DTS	Intensidad Normativa (x1.25)	Tensión de Operación DTS	Sección del conductor	Conductores por fase	Tipo de Cable	Longitud	Factor de Corrección Instalación mas Desfav.	Carga del Conductor	Caída de Tensión CT a DTS		Caída de Tensión Acumulada Máxima	Pérdidas Joule Máximas Tramo	
	(kW)	(A)	(A)	(V)	(mm2)						ΔU (V)	(% ΔU)		(%)	(W)
DTS 1.1-2-ESS 1.1-5	50	72,2	90,2	400	50	1	CU-XLPE/1500V (3x(1x50mm2)	50	0,71	75,76%	2,62	0,66%	0,81%	325,29	0,65%
DTS 1.1-2-ESS 1.1-6	50	72,2	90,2	400	50	1	CU-XLPE/1500V (3x(1x50mm2)	36	0,71	75,76%	1,89	0,47%	0,63%	234,21	0,47%
DTS 1.1-2-ESS 1.1-7	50	72,2	90,2	400	50	1	CU-XLPE/1500V (3x(1x50mm2)	40	0,71	75,76%	2,10	0,52%	0,68%	260,24	0,52%
												0,66%	0,81%	820	0,55%

DTS1.2-1 - a ESS															
DEMANDA ESS						CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN									
Nº del DTS	Potencia Máxima Demandada ESS	Intensidad Máx. salida DTS	Intensidad Normativa (x1.25)	Tensión de Operación DTS	Sección del conductor	Conductores por fase	Tipo de Cable	Longitud (m)	Factor de Corrección Instalación mas Desfav.	Carga del Conductor (%)	Caída de Tensión CT a DTS		Caída de Tensión Acumulada Máxima (%)	Pérdidas Joule Máximas Tramo	
	(kW)	(A)	(A)	(V)	(mm2)						ΔU (V)	(% ΔU)		(W)	(%)
DTS 1.2-1-ESS 1.2-1	50	72,2	90,2	400	50	1	CU-XLPE/1500V (3x(1x50mm2)	20	0,71	75,76%	1,05	0,26%	0,42%	130,12	0,26%
DTS 1.2-1-ESS 1.2-2	50	72,2	90,2	400	50	1	CU-XLPE/1500V (3x(1x50mm2)	33	0,71	75,76%	1,73	0,43%	0,59%	214,69	0,43%
											0,43%		0,59%	345	0,34%

2 Cálculo instalación Media Tensión BESS MER2

2.1 Intensidad Admisible

Circuito MT BESS - CC - 01		(Nº Convertidores PCS: 54. Intensidad de línea en celda de llegada en S/E: 491 A)									Factores Corrección				Intensidades				
Tramo	De	A	Distancia total (m)	Nº PCS	Potencia Instalada (MVA)	Potencia Nominal (MW)	Tipo Aislamiento	Sección mm2	Nº Conductores Por Fase	Zanja nº ternas	Fc Agrup. Circuitos	Fc Resist. Terreno	Fc Tª terreno	Fc Profund.	I _{max} Admisible (A)	Factor Corrección	I _{max} Corregida (A)	Inominal (A)	Utilización I / I _{max}
CC-01/CT-1.2/C. Secc	CT- 1.2	C. Secc	146	54	12,77	11,50	RH5Z1-OL AL	400	2	2	0,82	0,88	1,00	1,00	890	0,72	642	491	0,77
CC-01/CT-1.1/CT-1.2	CT- 1.1	CT- 1.2	33	42	9,93	8,95	RH5Z1-OL AL	630	1	1	1,00	0,88	1,00	1,00	575	0,88	506	382	0,76
			179																

2.2 Tabla Caídas de Tensión

Circuito MT BESS - CC - 01	(Nº Convertidores PCS: 54. Intensidad de línea en celda de llegada en S/E: 491 A)										Secuencia +/-								A Potencia Nominal			
Tramo	De	A	Distancia total (m)	Nº PCS	Potencia Instalada (MVA)	Potencia Nominal (MW)	Tipo Aislamiento	Sección mm2	Nº Conductores Por Fase	Zanja nº ternas	R Sec +	Rt Sec +	XL Sec +	XLt Sec +	C	Ct	XCt	Susc. B Sec +	Caída Tension ΔU		Perdida Potencia ΔP	
											(Ω/km)	(Ω)	(Ω/km)	(Ω)	(μF/km)	(μF)	(Ω)	(μS)	(V)	(%)	(kW)	(%) tramo
CC-01/CT-1.2/C. Secc	CT- 1.2	C. Secc	146	54	12,77	11,50	RH5Z1-OL AL	400	2	2	0,050	0,007	0,055	0,008	0,580	0,085	37590	26,603	8,54	0,06	5,29	0,04
CC-01/CT-1.1/CT-1.2	CT- 1.1	CT- 1.2	33	42	9,93	8,95	RH5Z1-OL AL	630	1	1	0,063	0,002	0,100	0,003	0,350	0,012	275593	3,629	2,19	0,01	0,91	0,01
			179																ΔU% = 0,07		ΔPkW = 6,20	
																				ΔPtotkW = 0,05%		

2.3 Tabla Cortocircuito

Circuito MT BESS - CC - 01	(Nº Convertidores PCS: 54. Intensidad de línea en celda de llegada en S/E: 491 A)										Icc trifásico			Icc monofásico		
Tramo	De	A	Distancia total (m)	Nº PCS	Potencia Instalada (MVA)	Potencia Nominal (MW)	Tipo Aislamiento	Sección mm2	Nº Conductores Por Fase	Zanja nº ternas	ICCmax Admisible (kA)	ICC (kA)	Utilización ICC / ICCmax	ICCmax Ad. Pantalla 16mm2 (kA)	ICC (kA)	Utilización ICC / ICCmax
CC-01/CT-1.2/C. Secc	CT- 1.2	C. Secc	146	54	12,77	11,50	RH5Z1-OL AL	400	2	2	37,79	11,84	0,31	2,41	0,96	0,40
CC-01/CT-1.1/CT-1.2	CT- 1.1	CT- 1.2	33	42	9,93	8,95	RH5Z1-OL AL	630	1	1	59,52	11,84	0,20	2,41	0,96	0,40
			179													

BLOGGERS

ENERGÍAS RENOVABLES S.L.

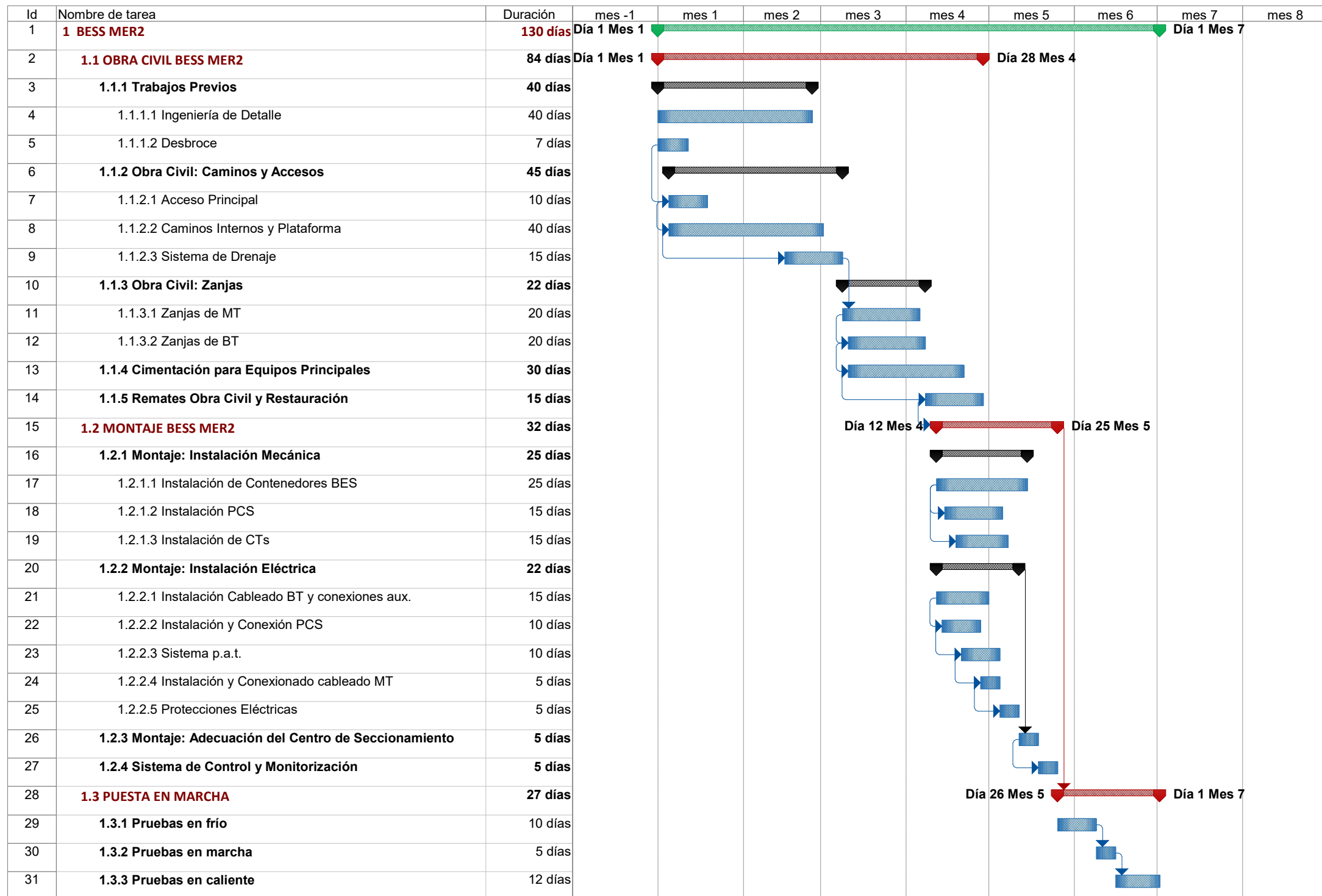
Proyecto de Ejecución.

***Hibridación de Instalación Fotovoltaica existente
mediante Baterías.***

***Hibridación MER2 mediante nuevo módulo BESS MER2
(11,5 MW/45,14 MWh).***

Término municipal de Mérida (Badajoz).

Anexo 3
Cronograma



BLOGGERS

ENERGÍAS RENOVABLES S.L.

Proyecto de Ejecución.

***Hibridación de Instalación Fotovoltaica existente
mediante Baterías.***

***Hibridación MER2 mediante nuevo módulo BESS MER2
(11,5 MW/45,14 MWh).***

Término municipal de Mérida (Badajoz).

Anexo 4

Estudio Seguridad y Salud

1	OBJETO.....	4
2	DATOS DEL PETICIONARIO	5
3	CARACTERÍSTICAS DE LA OBRAS.....	6
3.1.	EMPLAZAMIENTO	6
3.2.	OBLIGATORIEDAD DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	8
3.3.	INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS.	9
3.4.	ACCESOS Y ACCESIBILIDAD	9
3.5.	ZONAS ESPECIALES	10
3.6.	CLIMATOLOGÍA	10
3.7.	MANO DE OBRA ESTIMADA.	10
3.8.	SITUACIÓN DEL AMBULATORIO O CENTRO DE SALUD MÁS CERCANO.	11
3.9.	UNIDADES CONSTRUCTIVAS QUE COMPONEN LA OBRA.....	11
3.10.	MEDIOS AUXILIARES Y MAQUINARIA.	12
3.11.	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DE CONTRATA DE LA OBRA.....	13
4	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS	14
4.1.	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS LABORALES QUE PUEDEN SER EVITADOS	14
4.2.	RELACIÓN DE RIESGOS LABORALES QUE NO SE HAN PODIDO ELIMINAR	15
4.3.	RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS AL INICIO DE LAS OBRAS.....	16
4.3.1.	<i>Formación de personal</i>	16
4.3.2.	<i>Charla de seguridad y primeros auxilios para personal de ingreso en obra</i>	16
4.3.3.	<i>Charlas sobre riesgos específicos</i>	16
4.3.4.	<i>Medicina asistencial</i>	17
4.3.5.	<i>Instalaciones Provisionales Eléctricas</i>	18
4.3.6.	<i>Medidas de Emergencia</i>	21
4.3.7.	<i>Actuación en Caso de Emergencia.</i>	22
4.3.8.	<i>Actuación en caso de accidente:</i>	23
4.4.	RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS DE LAS UNIDADES DE OBRA	23
4.4.1.	<i>Riesgos Generales de la Obra</i>	23
4.4.2.	<i>Replanteo</i>	24
4.4.3.	<i>Implantación</i>	27
4.4.4.	<i>Despeje y Desbroce</i>	28
4.4.5.	<i>Movimiento de Tierras y Nivelación</i>	30
4.4.6.	<i>Excavación en Pozo y Zanjas</i>	36
4.4.7.	<i>Rellenos</i>	42
4.4.8.	<i>Trabajos con Ferralla: Manipulación y Puesta en Obra</i>	44

4.4.9. Trabajos de Hinca.....	46
4.4.10. Trabajos de Manipulación de Hormigón.....	48
4.4.11. Trabajos de Encofrado y Desencofrado.....	51
4.4.12. Descargos.....	54
4.4.13. Trabajos en proximidad de tensión.....	55
4.4.14. Trabajos en tensión.....	55
4.4.15. En maniobras locales con interruptores o seccionadores.....	57
4.4.16. Electricidad.....	57
4.4.17. Ejecución de Conducciones Eléctricas Subterráneas.....	61
4.4.18. Tendido de Conductores.....	63
4.4.19. Señalización Provisional de Obra.....	69
4.4.20. Drenajes.....	71
4.4.21. Ejecución de Canalizaciones.....	73
4.5. RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS DE LOS MEDIOS AUXILIARES.....	75
4.5.1. Escaleras de mano.....	75
4.5.2. Maquinaria en General.....	78
4.5.3. Maquinaria para Movimiento de Tierras.....	87
4.5.4. Maquinaria de Elevación.....	109
4.5.5. Maquinaria de Herramientas en General.....	116
5 PROTECCIONES COLECTIVAS.....	131
6 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.....	133
7 INSTALACIONES DE HIGIENE Y SERVICIOS COMUNES.....	135
8 PLIEGO DE CONDICIONES.....	136
8.1. NORMATIVA LEGAL APLICABLE.....	136
8.2. CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN.....	137
8.2.1. Protecciones Personales.....	137
8.2.2. Protecciones Colectivas.....	138
8.2.2.1. Vallas Autónomas de Limitación y Protección.....	138
8.2.2.2. Pasarelas.....	138
8.3. SERVICIOS DE PREVENCIÓN-BOTIQUÍN.....	138
8.3.1. Servicio Técnico de Seguridad e Higiene.....	138
8.3.2. Servicios Médicos.....	138
8.3.3. Botiquín.....	138
8.4. VIGILANTE DE SEGURIDAD.....	139
8.5. COMITÉ DE SEGURIDAD E HIGIENE.....	140

8.6. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR 142

8.7. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD..... 142

9 PRESUPUESTO 145

10 LAMINAS 150

1 Objeto

El objeto del presente Estudio de Seguridad y Salud es definir las condiciones relativas a la prevención de accidentes y enfermedades laborales durante la ejecución de los trabajos que se contemplan en el proyecto, así como las características de las instalaciones preceptivas para higiene y bienestar de los trabajadores.

Este Estudio de Seguridad se redacta de acuerdo con el Real Decreto 1627/1.997, de 24 de octubre, Ministerio de Presidencia (B.O.E. 256/97 de 25 Octubre).

Tiene por finalidad dar unas directrices básicas mínimas, que deben reflejarse y desarrollarse en el Plan de Seguridad y Salud que el contratista debe presentar para su aprobación por el director de obra, antes del comienzo de los trabajos.

Este estudio se redacta considerando los riesgos detectables a surgir en el transcurso de esta obra. Esto no quiere decir que no surjan otros riesgos, que deberán ser estudiados en el citado Plan de Seguridad y Salud de la forma más profunda posible, en el momento en que se detecten.

2 Datos del peticionario

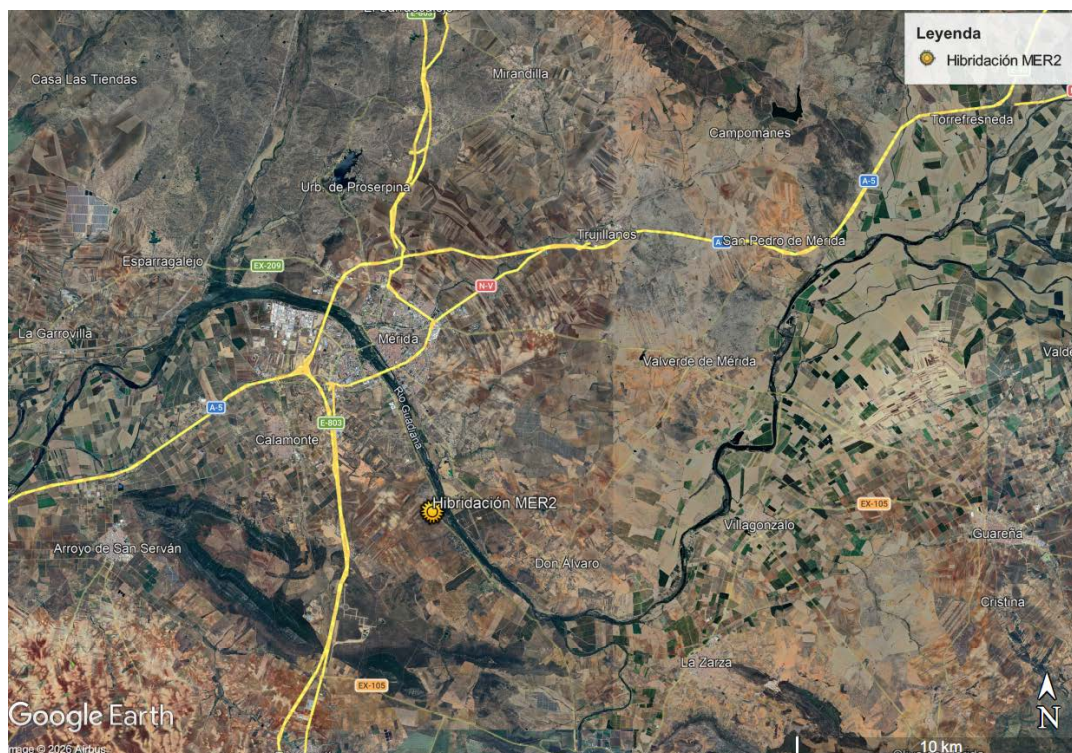
Se redacta el presente proyecto por encargo de la empresa BLOGGERS ENERGIAS RENOVABLES S.L. como promotora de las instalaciones:

- DENOMINACIÓN SOCIAL: BLOGGERS ENERGIAS RENOVABLES S.L.
- CIF: B-90397464
- DIRECCIÓN SOCIAL:
- PERSONA DE CONTACTO:

3 Características de la Obras

3.1. Emplazamiento

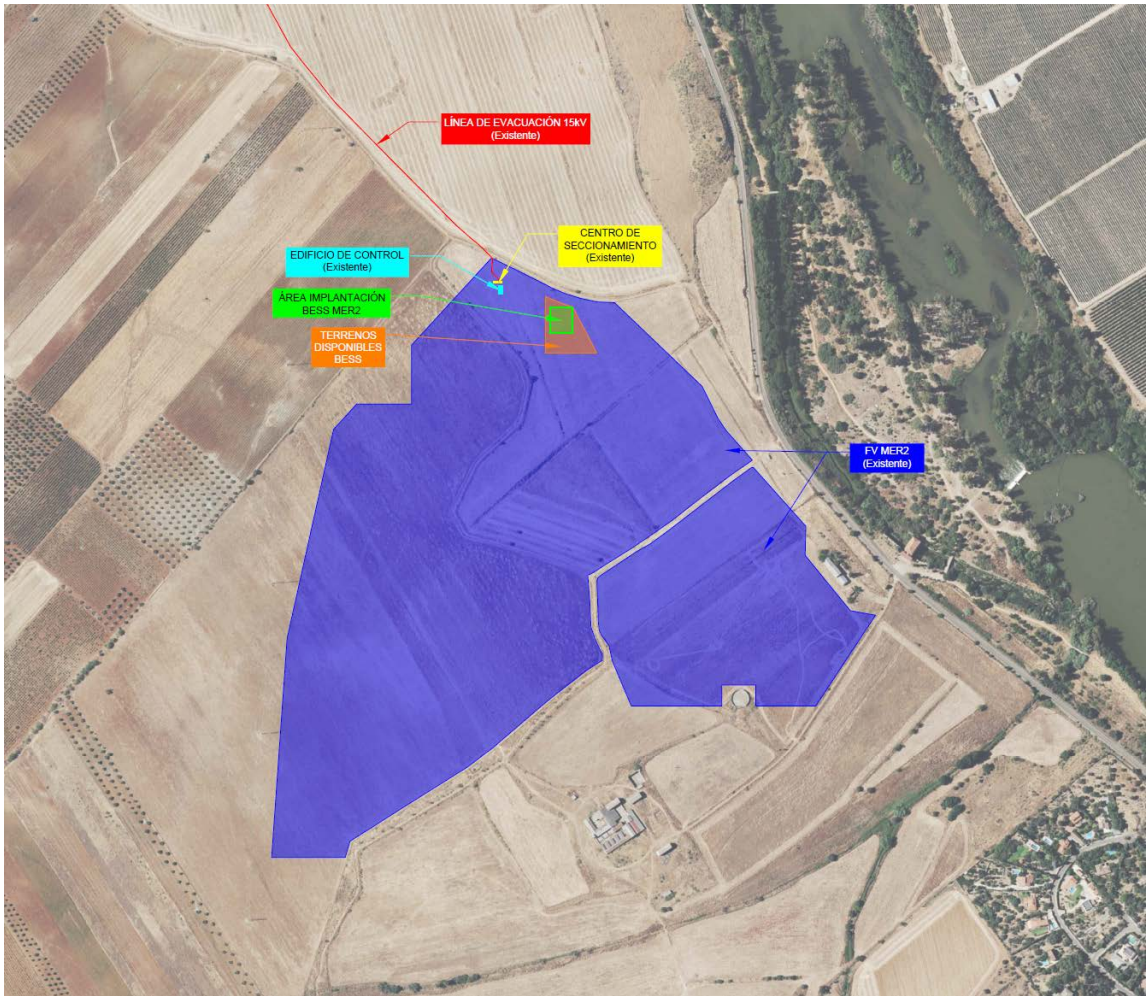
El proyecto se encuentra localizado en el municipio de Mérida, en la provincia de Badajoz, España, aproximadamente a 6 km al S de la localidad de Mérida y a 6 km al SO de la localidad de Calamonte.



Localización Hibridación MER2 (Fuente: Google Earth)

La implantación BESS MER2 se ubicará dentro de los terrenos acotados por las siguientes coordenadas UTM ETRS89 Huso 29:

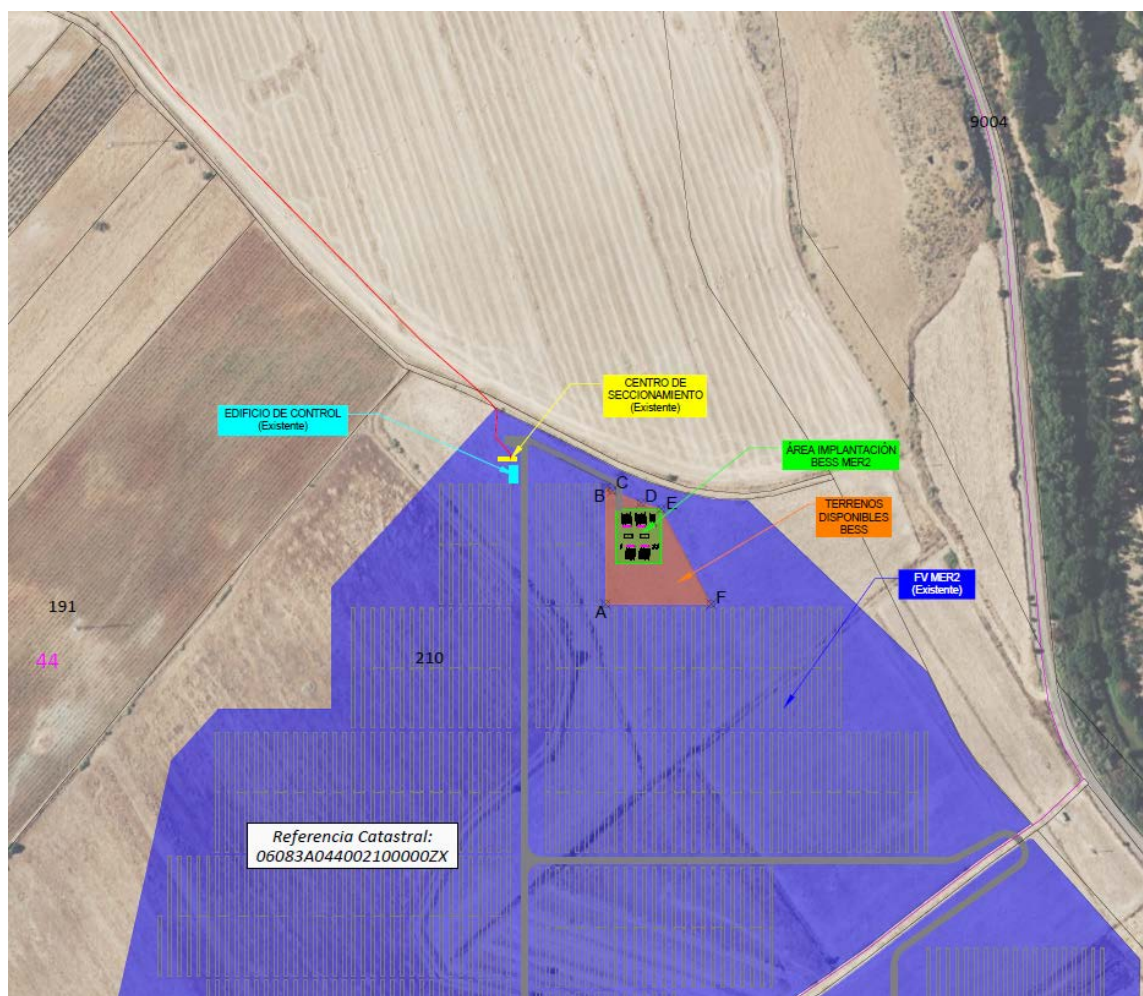
COORDENADAS TERRENOS DISPONIBLES BESS MER2				
UTM Huso 29 ETRS89			Geográficas	
Punto	X	Y	Longitud	Latitud
A	731894,92	4305112,24	0° 19' 38.2121" W	38° 51' 51.4492" N
B	731894,92	4305190,35	0° 19' 38.1173" W	38° 51' 53.9805" N
C	731899,23	4305188,09	0° 19' 37.9412" W	38° 51' 53.9032" N
D	731918,54	4305180,08	0° 19' 37.1506" W	38° 51' 53.6252" N
E	731932,03	4305175,94	0° 19' 36.5967" W	38° 51' 53.4783" N
F	731965,45	4305112,24	0° 19' 35.2885" W	38° 51' 51.3822" N



Terrenos BESS MER2

Las instalaciones correspondientes a las BESS MER2 ocupan las siguientes parcelas catastrales:

ITEM	TERMINO MUNICIPAL	POLIGONO	PARCELA	REFERENCIA CATASTRAL	USO PRINCIPAL
1	Mérida	44	210	06083A044002100000ZX	Agrario



Parcelario catastral

3.2. Obligatoriedad del Estudio de Seguridad y Salud

Según se especifica en el artículo 4 del capítulo II, del R.D. 1627/97, de 24 de Octubre “Obligatoriedad del Estudio de Seguridad y Salud o del Estudio Básico de Seguridad y Salud en las obras”.

1.- El promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio de seguridad y salud en los proyectos de obras en que se den alguno de los supuestos siguientes:

a) Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.759,08 Euros.

b) Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.

c) Que el volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.

d) Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

2.- En los proyectos de obras no incluidos en ninguno de los supuestos previstos en el apartado anterior, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud.

Por tanto, procede elaborar el ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.

3.3. Interferencias y Servicios Afectados.

No se prevé ninguna interferencia ni afección a ningún organismo más allá de la propia instalación fotovoltaica en la que se instalan las BESS.

No obstante, las posibles interferencias con cualquier otro servicio que pudiera haber deberán ser puestas en conocimiento de BLOGGERS ENERGIAS RENOVABLES S.L. por el contratista al redactar su Plan de Seguridad.

3.4. Accesos y Accesibilidad

Se accederá a través del acceso existente que da servicio a la planta fotovoltaica FV MER2, utilizando los mismos caminos de acceso y sin necesidad de realizar ninguna modificación a los mismos. Se diseñará un ramal que conecte el área de instalación de las BESS con los caminos internos de la planta fotovoltaica

La accesibilidad de la maquinaria a los lugares donde se ejecutarán las obras, en función de la pendiente de las laderas, se ha clasificado de acuerdo con las siguientes categorías:

- Fácil: Tramos con pendiente inferior al 15%.
- Media: Tramos de más de 50 metros con pendientes del 15% al 30%, o de menos de 50 metros y pendientes del 30% al 40%.

- Dificil: Tramos de más de 50 metros con pendiente del 30% al 40%.
- Especial: Tramos de cualquier longitud con pendientes superiores al 40%.

En el proyecto objeto del presente estudio, la accesibilidad de todo el trazado se clasifica como fácil.

3.5. Zonas Especiales

En el área de implantación propuesta, no se han detectado zonas de características geotécnicas desfavorables según una primera inspección visual: deslizamientos, terrenos fangosos, que puedan condicionar la seguridad de la obra ni que obliguen a llevar a cabo labores inusuales en este tipo de obras, aunque debe corroborarse mediante estudio geotécnico pormenorizado al inicio de las obras.

3.6. Climatología

El clima en el ámbito de proyecto es suave, y generalmente cálido y templado. En invierno hay en Mérida mucha más lluvia que en verano. De acuerdo con Köppen y Geiger clima se clasifica como Csa. La temperatura media anual es 17.2 ° C con una precipitación anual promedio de 462 mm.

La precipitación es la más baja en julio, con un promedio de 2 mm, mientras que el mes con mayores precipitaciones es octubre con 68 mm.

Con una temperatura media de 27.3 ° C, agosto es el mes más caluroso del año. El mes más frío del año es enero con una temperatura media de 8.1 °C.

Entre los meses más secos y más húmedos, la diferencia en las precipitaciones es 66 mm.

3.7. Mano de Obra Estimada.

A partir del Programa del posible desarrollo de los trabajos, con las unidades de obra y la programación de los trabajos a realizar durante los 6 meses, se puede evaluar el número total de operarios que trabajarán en la obra, así como el número máximo de operarios que trabajarán simultáneamente.

Se estima que el número total de trabajadores que van a intervenir en la obra es 30 siendo la máxima concurrencia de trabajadores en la fase punta de la obra de unos 20 operarios trabajando simultáneamente.

3.8. Situación del ambulatorio o centro de salud más cercano.

Se incluye a continuación listado con las direcciones y teléfonos de contacto de los centros asistenciales más próximos:

- Servicio Extremeño de Salud (emergencia sanitaria) Telf.: 112
- Teléfono Central de Emergencias. Telf.: 112
- Hospital de Mérida. Av/ Don Antonio Campos Hoyos 26, Mérida (Badajoz) Telf: 924 38 10 00, urg. 924381000.
- Centro de Salud Calamonte. Calle del Dr. Marañón 4,6 (Badajoz) Telf: 924 323049, urg. -.

3.9. Unidades Constructivas Que Componen La Obra

Las unidades constructivas que componen la obra son las siguientes:

- Implantación.
- Replanteo.
- Despeje y desbroce.
- Movimiento de tierras.
 - Excavación.
 - Retirada del material no clasificado y transporte de tierras a vertedero.
 - Nivelación.
 - Excavación en pozo y zanjas.
 - Rellenos.
 - Colocación de tuberías en zanjas, compactado.
- Estructuras de hormigón: Cimentación, muros.
 - Excavación.

- Encofrado y desencofrado.
- Ferrallado.
- Soldadura.
- Hormigonado.
- Montaje de centros de transformación
 - Replanteo
 - Transporte hasta el lugar de ubicación
 - Excavación cimentación
 - Hormigonados y rellenos
 - Colocación del centro de transformación.
- Electricidad.
 - Electricidad en media y baja tensión.
 - Canalizaciones eléctricas subterráneas.
- Trabajos de albañilería.
 - Arquetas.
- Señalización de los viales.
 - Señalización provisional de obra.
- Remates y obras complementarias.
 - Reposición de todos los servicios afectados por las obras.
 - Limpieza de materiales sobrantes y excedentes.

3.10. Medios Auxiliares Y Maquinaria.

Para la ejecución de las obras se prevé que se utilicen los siguientes medios auxiliares y maquinaria:

- Maquinaria en General:
 - Camión de transporte pesado (especiales).
 - Camión hormigonera.
 - Carretilla elevador (Toro).
 - Bomba estática autopropulsada.

- Maquinaria de movimiento de tierras:
 - Pala cargadora sobre oruga o sobre neumáticos.
 - Retroexcavadora sobre oruga o sobre neumáticos.
 - Camión basculante.
 - Dumper.
 - Dumper autovolquete (Dumper o motovolquete autopropulsado).
 - Motoniveladora.
 - Compactador.
 - Zanjadora.
 - Máquina de hincas

- Maquinaria de Elevación:
 - Grúa autopropulsada.
 - Camión grúa.

3.11. Presupuesto de ejecución de contrata de la obra.

El Presupuesto de Ejecución por contrata de las obras contenidas en el presente proyecto asciende a la cantidad de CINCO MILLONES NOVECIENTOS SESENTA Y SIETE MIL SEISCIENTOS NOVENTA Y NUEVE EUROS CON CUARENTA Y SIETE CENTIMOS (5.967.699,47 €)

4 Identificación de riesgos

4.1. Identificación de Riesgos Laborales que Pueden ser Evitados

Identificación de riesgos laborales que pueden ser evitados y, en consecuencia, se evitan.

En este trabajo, se consideran riesgos evitados los siguientes:

- Los originados por las máquinas carentes de protecciones en sus partes móviles, que se han eliminado mediante la exigencia de que todas las máquinas estén completas; con todas sus protecciones.
- Los originados por las máquinas eléctricas carentes de protecciones contra los contactos eléctricos, que se han eliminado mediante la exigencia de que todas ellas estén dotadas con doble aislamiento o en su caso, de toma de tierra de sus carcasas metálicas, en combinación con los interruptores diferenciales de los cuadros de suministro y red de toma de tierra general eléctrica.
- Los derivados del factor de forma y de ubicación del puesto de trabajo, que se han resuelto mediante la aplicación de procedimientos de trabajo seguro, en combinación con las protecciones colectivas, equipos de protección individual y señalización.
- Los derivados de las máquinas sin mantenimiento preventivo, que se eliminan mediante el control de sus libros de mantenimiento y revisión de que no falte en ellas, ninguna de sus protecciones específicas y la exigencia en su caso, de poseer el marcado CE.
- Los derivados de los medios auxiliares deteriorados o peligrosos; mediante la exigencia de utilizar medios auxiliares con marcado CE o en su caso, medios auxiliares en buen estado de mantenimiento, montados con todas las protecciones diseñadas por su fabricante.
- Los derivados por el mal comportamiento de los materiales preventivos a emplear en la obra, que se exigen en su caso, con marcado CE o con el certificado de ciertas normas UNE.

4.2. Relación de Riesgos Laborales que no se han podido eliminar

En este trabajo, se consideran riesgos existentes en la obra, pero resueltos mediante la prevención contenida en este trabajo el listado siguiente:

1. Caídas de personas a distinto nivel.
2. Caída de personas al mismo nivel.
3. Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento.
4. Caídas de objetos en manipulación.
5. Caídas de objetos desprendidos.
6. Pisadas sobre objetos.
7. Choques contra objetos inmóviles.
8. Choques contra objetos móviles.
9. Golpes por objetos o herramientas.
10. Proyección de fragmentos o partículas.
11. Atrapamiento por o entre objetos.
12. Atrapamiento por vuelco de máquinas, tractores o vehículos.
13. Sobreesfuerzos.
14. Exposición a temperaturas ambientales extremas.
15. Contactos térmicos.
16. Exposición a contactos eléctricos.
17. Explosiones.
18. Incendios.
19. Accidentes causados por seres vivos.
20. Atropellos o golpes con vehículos.
21. Patologías no traumáticas.
22. “In itinere”.

Cada uno de los 22 epígrafes de la lista precedente surge de la estadística considerada en el “Anuario de Estadística de Accidentes de Trabajo de la Secretaría General Técnica de la Subdirección General de Estadísticas Sociales y Laborales del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales”; tiene su desarrollo en función de la peculiaridad de cada actividad

de obra, medios auxiliares y máquinas utilizadas, en combinación con los oficios presentes en la obra y las protecciones colectivas a instalar para eliminar los riesgos.

4.3. Riesgos y Medidas Preventivas al Inicio de las Obras

4.3.1. Formación de personal

Su objetivo es informar a los trabajadores de los riesgos propios de los trabajos que van a realizar, darles a conocer las técnicas preventivas y mantener el espíritu de seguridad de todo el personal.

Para la enseñanza de las Técnicas de Prevención, además de los sistemas de divulgación escrita, como folletos, normas, etc., ocuparán un lugar primordial las charlas específicas de riesgos y actividades concretas.

4.3.2. Charla de seguridad y primeros auxilios para personal de ingreso en obra

Todo el personal, antes de comenzar sus trabajos, asistirá a una charla en la que será informado de los riesgos generales de la obra, de las medidas previstas para evitarlos, de las Normas de Seguridad de obligado cumplimiento y de aspectos generales de Primeros Auxilios.

4.3.3. Charlas sobre riesgos específicos

Dirigidas a los grupos de trabajadores sujetos a riesgos concretos en función de las actividades que desarrollen. Serán impartidas por los Mandos directos de los trabajos o Responsables de Seguridad.

Si, sobre la marcha de los trabajos, se detectasen situaciones de especial riesgo en determinadas profesiones o fases de trabajo, se programarían Charlas Específicas, impartidas por el Técnico de Seguridad, encaminadas a divulgar las medidas de protección necesarias en las actividades a que se refieran.

Se prevé que al comienzo de los trabajos, el Jefe de Obra o en su lugar el Jefe de Trabajos, impartirá una Charla de Prevención a la que deben asistir todos los trabajadores, a fin de que participen en los temas siguientes:

- Características de la obra a realizar.
- Métodos - Procedimientos previstos.
- Protecciones colectivas y prendas de uso individual establecidas.
- Resumen del Estudio de Seguridad y Salud.
- Actuaciones en caso de incidente o accidente.

4.3.4. Medicina asistencial

Partiendo de la imposibilidad humana de conseguir el nivel de riesgo cero, es necesario prever las medidas que disminuyan las consecuencias de los accidentes que, inevitablemente, puedan producirse. Esto se llevará a cabo a través de tres situaciones:

4.3.4.1. El control médico de los empleados

Tal como establece la Legislación Vigente, todos los trabajadores que intervengan en la construcción de las obras objeto de este Plan, pasarán los reconocimientos médicos previstos en función del riesgo a que, por su oficio u ocupación, vayan a estar sometidos.

4.3.4.2. La organización de medios de actuación rápida y primeros auxilios a accidentados

La primera asistencia médica a los posibles accidentados será realizada en obra por personal adiestrado haciendo uso de un botiquín de primeros auxilios

En segunda instancia por los Servicios Médicos de la Mutua Laboral concertada por el contratista o, cuando la gravedad o tipo de asistencia lo requiera, por los Servicios de Urgencia de los Hospitales Públicos o Privados más próximos.

En la obra se dispondrá, en todo momento, de un vehículo para hacer una evacuación inmediata, de un medio de comunicación (teléfono) y de un Botiquín y, además, habrá personal con unos conocimientos básicos de Primeros Auxilios, con el fin de actuar en casos de urgente necesidad.

Así mismo se dispondrá, tal como dice el apartado A3 del Anexo VI del R.D. 486/1997, en obra de una "nota" escrita, colocada en un lugar visible y de la que se informará y dará copia a todos los contratistas, que contendrá una relación con las direcciones y teléfonos de los Hospitales más cercanos.

4.3.4.3. La medicina asistencial en caso de accidente o enfermedad profesional.

El contratista acreditará que este servicio queda cubierto por la organización de la Mutua Laboral con la que debe tener contratada póliza de cobertura de incapacidad transitoria, permanente o muerte por accidente o enfermedad profesional.

4.3.4.4. Control de la prevención

La documentación disponible en obra y que estará a disposición del Coordinador de Seguridad y Salud será:

- Estudio de Seguridad aprobado.
- Tc1 y Tc2.
- Comunicación Apertura de Centro de Trabajo.
- Seguro de Responsabilidad Civil.
- Reconocimientos Médicos.
- Certificados de maquinaria.
- Nombramiento y aceptación de Vigilante de Seguridad.
- Acreditación de formación e información.
- Registro de entrega de EPI' S.

4.3.5. Instalaciones Provisionales Eléctricas

a) Normas de seguridad para trabajar en instalaciones eléctricas:

Se pueden establecer como normas básicas de seguridad para los trabajos en instalaciones eléctricas, las denominadas coloquialmente "cinco reglas de oro":

1. Abrir con corte visible todas las fuentes de tensión del punto a trabajar, verificando que no haya tensión de retorno.

2. Enclavar o bloquear el equipo de corte, y si no es posible, señalar tal circunstancia en el dispositivo de mando. El llevarse los cartuchos fusibles es una buena medida para evitar que alguien pueda poner en tensión la instalación.
3. Reconocimiento de la ausencia de tensión mediante la comprobación en todos los conductores, bien con voltímetro o lámpara de prueba.
4. Cortocircuitar los conductores activos y conectar el punto de cortocircuito a tierra.
5. Acotar la zona de trabajo mediante señales, vallas, cintas de señalización, etc.

b) Riesgos más frecuentes:

- Caídas en altura.
- Descargas eléctricas de origen directo o indirecto.
- Caídas al mismo nivel.

c) Normas preventivas:

Se hará entrega al instalador eléctrico de la obra la siguiente normativa para que sea seguida durante sus revisiones de la instalación eléctrica provisional de obra:

- No permita las conexiones a tierra a través de conducciones de agua. No permita "enganchar" a las tuberías, ni hacer en ellas o asimilables armaduras, pilares, etc.
- No permita el tránsito de carretillas y personas sobre mangueras eléctricas, pueden pelarse y producir accidentes.
- No permita el tránsito bajo líneas eléctricas de las compañías con elementos longitudinales transportados a hombro (pértigas, reglas, escaleras de mano y asimilables).
- La inclinación de la pieza puede llegar a producir el contacto eléctrico.
- No permita la anulación del hilo de tierra de las mangueras eléctricas.
- No permita las conexiones directas cable-clavija de otra máquina.

- Vigile si hay conexiones eléctricas de cables a las bases ayudados a ajustarse mediante pequeñas cuñitas de madera, si es así desconéctelas de inmediato. Lleve consigo conexiones "macho" normalizadas para que las instalen.
- No permita que se desconecten las mangueras por el procedimiento del "tirón". Obligue a la desconexión amarrando y tirando de la clavija enchufe.
- No permita la ubicación de cuadros de distribución o conexión eléctrica en las zonas de los forjados con huecos, retírelos hacia lugares firmes aunque cubra los huecos con protecciones.
- No permita la ubicación de cuadros de distribución o conexión eléctrica junto al borde de forjados, retírelos a zonas más seguras aunque estén protegidos los bordes de los forjados.
- Compruebe diariamente el buen estado de los disyuntores diferenciales, al inicio de la jornada y tras la pausa dedicada para la comida, accionando el botón de test.
- Tenga siempre en el almacén un disyuntor de repuesto (media o alta sensibilidad) con el que sustituir rápidamente el averiado.
- Tenga siempre en el almacén interruptores automáticos (magnetotérmicos) con los que sustituir inmediatamente los averiados.
- Mantenga en buen estado (o sustituya ante el deterioro) todas las señales de "peligro electricidad" que se hayan previsto para la obra.

d) Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad, aislante en su caso.
- Guantes aislantes.
- Comprobador de tensión
- Herramientas manuales con aislamiento.
- Botas aislantes, chaqueta ignífuga en maniobras eléctricas.
- Tarimas, alfombrillas, pértigas aislantes.

e) Protecciones colectivas:

- Mantenimiento periódico del estado de las mangueras, tomas de tierra, enchufes, cuadros distribuidores, etc.

4.3.6. Medidas de Emergencia

a) Medidas preventivas y de seguridad para accidentes:

- Al inicio de las obras, se facilitará planos de situación de la obra, indicando los accesos a la obra, a Bomberos, Compañía de Ambulancias, indicando los principales accesos a la obra.
- Se nombrará a personas encargadas de llamar a los servicios de emergencia en caso de emergencias. Dispondrán de toda la información de teléfonos, personas de contacto, ...

b) Medidas preventivas y de seguridad para incendios:

Según lo establecido por el Decreto 3769/1972 de 23 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley 81/1968, de 5 de diciembre, sobre Incendios Forestales (vigente en la actualidad), se establecen las siguientes normas de seguridad:

- Mantener los caminos o pistas o fajas libres de obstáculos que impidan el paso y la maniobra de vehículos y limpios de residuos o desperdicios.
- Mantener limpios de vegetación los parques de clasificación, cargaderos y zonas de carga intermedia. Los productos se apilarán en cargaderos, distanciando entre sí un mínimo de 10 metros las pilas de madera o cualquier otro material combustible.
- Mantener limpios de vegetación los lugares de emplazamiento de grupos electrógenos, motores o equipos eléctricos de explosión.
- La carga de combustible se hará en frío, sin fumar y no debiendo arrancar el motor en el mismo lugar de la carga.
- Los emplazamientos de grupos electrógenos y motores o equipos eléctricos o de explosión tendrán al descubierto el suelo mineral, y una faja de seguridad,

alrededor del emplazamiento que tendrá una anchura mínima de 5 metros; proponiendo para nuestro caso, una anchura de la faja cortafuegos de 10 metros desde el centro del emplazamiento y sin permitir la intrusión de las copas de los árboles en la mencionada faja.

- Se dispondrá de extintores y reserva de agua en cantidad no inferior a 50 litros por persona. Cuando existan motores de explosión o eléctricos, será preceptivo además contar con extintores de espuma o gas carbónico.
- Dotar de una faja de seguridad de 15 metros de anchura mínima, libre de residuos, de matorral espontáneo y de vegetación seca, a las viviendas, edificaciones e instalaciones de carácter industrial en zona forestal colocando matachispas en las chimeneas.

4.3.7. Actuación en Caso de Emergencia.

- a) Actuación en caso de incendio:

El aviso de fuego deberá comunicarse al encargado de obra, director de obra, técnico, capataz o cualquier persona con posibilidades de utilizar radiocomunicación o telecomunicación.

El aviso se hará llegar a:

- Protección Civil. Telf. 112
- Bomberos: Telf. 080

Se deberá comunicar si es posible la siguiente información:

- Tipo de combustible.
- Fuerza y dirección del viento.
- Marcha del fuego.
- Causas que han motivado el fuego.

Así mismo, se pedirá información acerca del comportamiento a seguir por el personal y equipo.

4.3.8. Actuación en caso de accidente:

- Servicio Extremeño de Salud (emergencia sanitaria) Telf.: 112
- Teléfono Central de Emergencias. Telf.: 112
- Hospital de Mérida. Av/ Don Antonio Campos Hoyos 26, Mérida (Badajoz) Telf: 924 38 10 00, urg. 924381000.
- Centro de Salud Mérida Norte. Calle La Legua s/n Mérida (Badajoz) Telf: 924 48 72 28, urg. -.

4.4. Riesgos y Medidas Preventivas de las Unidades de Obra**4.4.1. Riesgos Generales de la Obra**

Se consideran riesgos generales aquellos riesgos que afectan al trabajador por el mero hecho de encontrarse en la obra, con independencia de su oficio, del trabajo que realice y de si lo está realizando en ese momento.

Los riesgos generales afectan a todos los trabajadores de la obra.

Las protecciones colectivas se marcarán en cada unidad de obra, maquinaria y/o medio auxiliar que generen los distintos riesgos.

a) Riesgos más frecuentes:

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caídas de objetos por manipulación.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Golpes contra objetos inmóviles.
- Atrapamiento por/entre objetos.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas.
- Atropellos, golpes y choques con/contra vehículos.

b) Normas preventivas:

- Zonas de paso limpias e iluminadas.

- Se repondrán inmediatamente las protecciones colectivas que por algún motivo puntual y concreto se hayan tenido que retirar.
- No se transitará por debajo de cargas suspendidas.
- Zonas de paso y acopios ordenados.
- Se transitará por la obra prestando la mayor atención posible.
- En los acopios, los materiales estarán colocados de forma estable, aún en condiciones climatológicas rigurosas.
- No se transitará junto a máquinas o vehículos.

c) Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Ropa de trabajo o mono.
- Casco de seguridad.
- Botas de seguridad.

d) Protecciones colectivas:

- En cada capítulo se definirán las protecciones colectivas concretas que se adopten para la realización de los trabajos correspondientes.
- En el acceso a la obra se colocará la señalización referente al uso obligatorio de los E.P.I.'s., prohibida la entrada a toda persona ajena a la obra y peligro cargas suspendidas. También se dispondrá del cartel de asistencia a accidentados con los teléfonos y direcciones de los centros de urgencia más cercanos. Los cuadros eléctricos llevarán la pegatina de riesgo eléctrico.
- En la salida se colocará la señal de STOP para vehículos.

4.4.2. Replanteo

a) Riesgos más frecuentes:

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Caída de objetos.

- Golpes en brazos, piernas, con la maza al clavar estacas y materializar puntos de referencia.
- Proyección de partículas de acero en clavamientos.
- Golpes contra objetos.
- Atropellos por maquinaria o vehículos, por presencia cercana a la misma en labores de comprobación.
- Ambientes de Polvo en suspensión.
- Riesgo de accidentes de tráfico dentro y fuera de la obra.
- Riesgos derivados de los trabajos realizados bajo condiciones meteorológicas adversas (bajas temperaturas, fuertes vientos, lluvias, etc.)
- Riesgos de picaduras de insectos y reptiles.

b) Normas preventivas:

- Todo el equipo debe usar botas antideslizantes y especiales para evitar caídas por las pendientes y al mismo nivel.
- Deben evitarse subidas o posiciones por zonas muy pendientes, si no se está debidamente amarrado a una cuerda, con cinturón de sujeción y un punto fijo en la parte superior de la zona.
- Para la realización de comprobaciones o materializar datos en zonas de encofrado o en alturas de estructuras y obras de fábrica, se tendrá que acceder por escaleras reglamentarias o accesos adecuados, como estructuras tubulares (escaleras fijas).
- Todos los trabajos que se realicen en alturas, de comprobación o replanteo, tienen que desarrollarse con cinturón de sujeción y estar anclado a puntos fijos de las estructuras.
- Debe evitarse la estancia durante los replanteos, en zonas que puedan caer objetos, por lo que se avisarán a los equipos de trabajo para que eviten acciones con herramientas hasta que se haya abandonado la zona.
- Para clavar las estacas con ayuda de los punteros largos se tendrá que usar guantes, y punteros con protector de golpes en manos.

- Deben evitarse el uso de los punteros que presenten deformaciones en la zona de golpeo, por tener el riesgo de proyección de partículas de acero, en cara y ojos. Se usarán gafas antipartículas, durante estas operaciones.
- En tajos donde la maquinaria esté en movimiento y en zonas donde se aporten materiales mediante camiones, se evitará la estancia de los equipos de replanteo, respetando una distancia de replanteo de acuerdo con la Dirección Facultativa y el jefe de Obra.
- En los tajos que por necesidad se tenga que realizar alguna comprobación con la maquinaria funcionando y en movimiento, se realizarán las comprobaciones, preferentemente parando por un momento el proceso constructivo, o en su caso realizar las comprobaciones siempre mirando hacia la maquinaria y nunca de espaldas a la misma.
- Se comprobarán antes de realizar los replanteos la existencia de cables eléctricos y demás servicios afectados, para evitar contactos directos e indirectos con los mismos. En cualquier caso se mantendrán las distancias de seguridad mínimas de 5 m. a las conducciones.
- Los replanteos en zonas de tráfico se realizarán con chalecos reflectantes, y en caso de peligro con mucho tráfico los replanteos se realizarán con el apoyo de Señalistas.
- Las miras utilizadas serán dieléctricas.
- El vehículo utilizado para el transporte del equipo y aparatos, será revisado con periodicidad y conducido normalmente por un mismo operario.
- En el vehículo se dispondrá continuamente de un botiquín que contenga los elementos básicos para atención de urgencias.

c) Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco con barbuquejo.
- Guantes de lona y piel.
- Mono de trabajo.

- Botas de seguridad antideslizantes.
- Botas de agua.
- Impermeables.
- Mascarilla antipolvo.
- Pantalla facial antiimpactos.
- Cinturón de sujeción.
- Chalecos reflectantes.

4.4.3. Implantación

a) Riesgos más frecuentes:

- Caídas de personas al mismo nivel.
- Atropellos y golpes contra objetos.
- Caídas de materiales.
- Incendios.
- Riesgo de contacto eléctrico.
- Derrumbamiento de acopios.

b) Normas preventivas:

- Se procederá a la colocación del vallado perimetral de las zonas localizadas de las obras.
- Se colocarán las casetas de oficinas, aseos, vestuarios y comedores. Además, se indicarán la ubicación de los almacenes.
- Se realizarán las instalaciones provisionales de obra como: electricidad, agua, saneamiento y teléfono.
- Se señalizarán las vías de circulación interna o externa de la obra.
- Se señalizarán los almacenes y lugares de acopio y cuanta señalización informativa sea necesaria.
- Se montará toda la instalación eléctrica teniendo en cuenta la carga de energía que debe soportar, así como los elementos de protección necesarios para cada circunstancia (diferenciales, fusibles, etc.).

- Se instalarán los diferentes agentes extintores de acuerdo a los tipos de fuego a extinguir.
- En el acopio de medios y materiales se harán teniendo en cuenta los pesos y formas de cada uno de ellos. Se apilarán de mayor a menor, permaneciendo los más pesados o voluminosos en las zonas bajas.

c) Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad.
- Guantes de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Traje de agua para tiempo lluvioso.

4.4.4. Despeje y Desbroce

a) Riesgos más frecuentes:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caídas de objetos.
- Choques o golpes contra objetos.
- Vuelcos de maquinaria.
- Caída imprevista de materiales transportados.
- Riesgos derivados de los trabajos realizados bajo condiciones meteorológicas adversas (bajas temperaturas, fuertes vientos, lluvias, etc.)
- Ambiente pulverulento.
- Contaminación acústica.
- Contactos eléctricos directos.
- Contactos eléctricos indirectos.

b) Normas preventivas:

- Se eliminará la capa de tierra vegetal así como tocones de árboles, etc.
- Durante el desbroce, las zonas en las que puedan producirse desprendimientos de rocas, parte de tierras o árboles con raíces descarnadas, sobre personas, máquinas o vehículos, deberán ser señaladas, balizadas y protegidas convenientemente. Los árboles, postes o elementos inestables deberán apuntalarse adecuadamente con tornapuntas y jabalcones hasta conseguir su retirada o trasplante.
- En invierno establecer un sistema de iluminación provisional de las zonas de paso y trabajo, disponiendo de materiales y medios para solucionar los pasos de maquinaria y personas. En verano proceder al regado previo de las zonas de trabajo que puedan originar polvareda, durante su remoción.
- Siempre que existan interferencias entre los trabajos de desbroce y las zonas de circulación de peatones, máquinas o vehículos, se ordenarán y controlarán mediante personal auxiliar debidamente adiestrado, que vigile y dirija sus movimientos.
- Se seleccionarán las plantas, arbustos, árboles que hay que tener en cuenta para su conservación, protección, traslado o mantenimiento posterior.
- Los operarios de las máquinas deben mirar alrededor de las mismas para observar las posibles fugas de aceite, las piezas o conducciones en mal estado, etc.
- Comprobar los faros, las luces de posición, los intermitentes y luces de stop.
- Comprobar el estado de los neumáticos en cuanto a presión y cortes en los mismos, o estado de las orugas y sus elementos de engarce, en los casos que proceda.
- Los operarios de la maquinaria empleada en el Despeje y Desbroce deberán cumplir y hacer respetar a sus compañeros las siguientes reglas:
- No subir pasajeros.
- No permitir el estacionamiento ni la permanencia de personas en las inmediaciones de las zonas de evolución de la máquina.

- No utilizar la pala cargadora como andamio o plataforma para el trabajo de personas.
- No colocar la pala cargadora por encima de las cabinas de otras máquinas.
- Es recomendable que el personal que intervenga en los trabajos de desbroce, tenga actualizadas y con las dosis de refuerzo preceptivas, las correspondientes vacunas antitetánica. En esta actividad, pueden producirse con más facilidad las picaduras de insectos y reptiles.

c) Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad.
- Guantes comunes de trabajo de lona y piel.
- Guantes anticorte y antiabrasión, de punto impregnado en látex rugoso.
- Guantes de tacto en piel flor.
- Faja antivibratoria de protección lumbar.
- Protectores antirruido.
- Pantalla contra impactos.
- Botas de seguridad antideslizantes.
- Botas de agua.
- Traje de agua.
- Protector de las vías respiratorias con filtro mecánico.
- Cinturón de seguridad.
- Chalecos reflectantes para señalistas.

4.4.5. Movimiento de Tierras y Nivelación

a) Riesgos más frecuentes:

En desmontes, vaciados y apertura de zanjas:

- Deslizamiento o desplome de tierras y/o rocas.
- Desprendimientos de tierras y/o rocas, por el manejo de la maquinaria.

- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- Caídas de personal, vehículo, maquinaria u objetos a distinto nivel (desde el borde de excavaciones).
- Caídas de personas al interior de una zanja.
- Riesgos derivados de los trabajos realizados bajo condiciones meteorológicas adversas (bajas temperaturas, fuertes vientos, lluvias, etc.).
- Problemas de circulación interna (embarramiento) debidos al mal estado de las pistas de acceso o circulación.
- Interferencias con conducciones enterradas.
- Sobreesfuerzos.
- Ruido ambiental.

En procedimientos mecánicos:

- Lesiones internas por trabajos continuados expuestos a vibraciones (taladradoras).
- Lesiones por rotura de las barras o punteros del taladro.
- Ruidos de gran intensidad.
- Proyecciones de tierras y/o rocas.
- Los propios de ambientes en los que se genera polvo.

b) Normas preventivas:

General:

- Se deberá prestar especial atención a los taludes que deben tener las excavaciones para garantizar su estabilidad durante el tiempo que deban de permanecer abiertas.

- Antes del inicio de los trabajos se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.
- Deben prohibirse los trabajos en la proximidad de postes eléctricos, de teléfono, etc., cuya estabilidad no quede garantizada antes del inicio de las tareas.
- Se han de utilizar testigos que indiquen cualquier punto del terreno que haya que salvaguardar de la excavación (conducciones enterradas, túneles de trasvase, etc.).
- Se recomienda evitar en lo posible los barrizales, en prevención de accidentes.
- En caso de presencia de agua en la obra, se procederá de inmediato a su achique.
- Las maniobras de carga a cuchara de camiones, serán dirigidas por el Capataz, Encargado.
- Se conservarán los caminos de circulación interna, cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante escorias, zahorras, etc.
- Se prohíbe permanecer o trabajar en el entorno del radio de acción del brazo de una máquina para el movimiento de tierras.
- Durante la excavación, antes de proseguir el frente de avance se eliminarán los bolos y viseras inestables.
- Se señalizará la distancia de seguridad mínima de aproximación 2 m, al borde del vaciado.
- En época de lluvias y si la plataforma anexa al talud tuviera pendiente hacia el mismo, se ejecutará a una distancia de aproximadamente 1 m una canaleta de evacuación de agua paralela al borde del corte y con caída suficiente para garantizar su perfecto funcionamiento.
- Las coronaciones de taludes permanentes, a las que deban acceder las personas, se protegerán mediante una barandilla resistente situada como mínimo a 2 metros del borde. (Como norma general se colocará barandilla siempre en excavaciones cuya profundidad sea igual o superior a 2 metros).
- Los pozos y zanjas estarán correctamente señalizados, para evitar caídas del personal a su interior.
- En los trabajos en zanja, la distancia mínima entre trabajadores será de 1 m.

- Quedan prohibidos los acopios (tierras, materiales, etc.) a una distancia inferior a los 2 m., (como norma general) del borde de una excavación.
- Cuando la profundidad de una zanja sea igual o superior a 1,5 m, se entibará. (Se puede disminuir la entibación, desmochando en bisel a 45º los bordes superiores de la zanja).
- Cuando la profundidad de una zanja sea igual o superior a los 2 m se protegerán los bordes de coronación mediante una barandilla reglamentaria (pasamanos, listón intermedio y rodapié) situada a una distancia mínima de 2 m del borde.
- Cuando la profundidad de una zanja sea inferior a los 2 m puede instalarse una señalización de peligro de los siguientes tipos:
 - Línea en yeso o cal situada a 2 m del borde de la zanja paralela a la misma (su visión es posible con escasa iluminación).
 - Línea señalización paralela a la zanja formada por cuerda de banderolas sobre pies derechos.
- Cuando sea necesario acceder o aproximarse a menos de 2 m. del borde del vaciado donde no existe protección se efectuará sujeto con un cinturón de seguridad sujeto a un punto fijo, bien construido exprofeso, o bien del medio natural (por ejemplo un árbol).
- Conducciones enterradas: es preciso, antes de proceder a la excavación conocer la situación exacta de los servicios públicos que atraviesan el solar, con los datos aportados por los diferentes organismos. Una vez obtenidos éstos, se marcará en el terreno, el lugar donde está ubicadas, eligiendo un sistema que perdure hasta la realización de la excavación en esa zona anotando la profundidad exacta a la que se encuentran éstas, protegiéndolas ante eventuales sobrecargas producidas, por la circulación de vehículos pesados.
- La excavación mecánica, se realizará hasta 1 metro antes de llegar a la conducción y a partir de entonces, la excavación será manual con perforadores neumáticos, picos, etc., hasta 0,50 m., utilizando la pala manual a partir de esta distancia.

- Una vez localizada la canalización, se arriostrará convenientemente, para evitar que parta por su propio peso.
- El acceso para personal será independiente del acceso para vehículos.
- Las rampas para el acceso de vehículos al fondo del vaciado tendrán una pendiente máxima del 12% en rectas y del 8% en curvas.
- Se crearán fuertes topes de final de recorrido para la aproximación de vehículos al borde del vaciado a una distancia mínima de 2 m.
- Las rampas para el movimiento de camiones y/o máquinas, conservarán el talud lateral que exija el terreno, y el ancho mínimo de rampa será de 4,5 m.
- Todo el personal que maneje los camiones, dumper, (apisonadores o compactadores), será especialista en el manejo de estos vehículos, estando en posesión de la documentación de capacitación acreditativa.
- Todos los vehículos serán revisados periódicamente, en especial en los órganos de accionamiento neumático, quedando reflejados las revisiones en el libro de mantenimiento.
- Se prohíbe sobrecargar los vehículos por encima de la carga máxima admisible, que llevarán siempre escrita de forma legible.
- Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en su interior.
- Cada equipo de carga para rellenos será dirigido por un jefe de equipo que coordinará las maniobras.
- Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar las polvaredas. (Especialmente si se debe conducir por vías públicas, calles y carreteras).
- Se señalizarán los accesos y recorrido de los vehículos en el interior de la obra para evitar las interferencias.
- Se instalará en el borde de los terraplenes de vertido, sólidos topes de limitación de recorrido para el vertido en retroceso.
- Todas las maniobras de vertido en retroceso serán dirigidas por el Encargado.

- Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5 m. (como norma general) en torno a las compactadores y apisonadoras en funcionamiento.
- Todos los vehículos empleados en esta obra, para las operaciones de relleno y compactación serán dotados de bocina automática de marcha hacia atrás.
- Se señalizarán los accesos a la vía pública, mediante las señales normalizadas de "peligro indefinido", "peligro salida de camiones" y "STOP".
- Los vehículos de compactación y apisonado irán provistos de cabina de seguridad de protección en caso de vuelco.
- Se establecerán a lo largo de la obra los letreros divulgativos y señalización de los riesgos propios de este tipo de trabajos (peligro: - vuelco -, - atropello -, - colisión -, etc)
- Los conductores de cualquier vehículo provisto de cabina cerrada, quedan obligados a utilizar el casco de seguridad para abandonar la cabina en el interior de la obra.

c) Equipos de protección individual:

- Ropa de trabajo.
- Casco de seguridad (lo utilizarán, aparte de personal a pie, los maquinistas y camioneros, que deseen o deban abandonar las correspondientes cabinas de conducción).
- Botas o calzado de seguridad.
- Botas de seguridad impermeables.
- Trajes impermeables para ambientes lluviosos.
- Faja antivibratoria (en especial para los conductores de maquinaria para el movimiento de tierras).
- Guantes de cuero.
- Guantes de goma o P.V.C.
- Gafas antipolvo.
- Gafas de seguridad.

- Botas y guantes aislantes de la electricidad para trabajos con sospecha de encontrar cables eléctricos enterrados.
- Protectores auditivos.
- Mascarillas con filtro mecánico.
- Cinturón de seguridad

d) Protecciones colectivas:

- Valla perimetral para cerramiento de la obra con accesos controlados y señalizados.
- Valla sectorial interna de obra para aislamiento de zonas peligrosas.
- Barandilla de protección en el perímetro del vaciado.
- Cinta normalizada de banderolas para señalización de riesgos, incluso p.p. de pies derechos de sustentación.
- Sirena acústica de accionamiento manual.
- Cartel avisador de riesgos con leyenda, incluso pie derecho de sustentación.
- Rótulo orientativo de lugares con acopios peligrosos.
- Formación y conservación de retallo para tope final de aproximación máxima al borde de excavaciones para los vehículos.
- Pasarelas en zanjas.
- Señales indicativas de riesgo.
- Entibaciones.
- Apuntalamientos, apeos.
- Protección de huecos horizontales.
- Distancia de seguridad a líneas eléctricas.

4.4.6. Excavación en Pozo y Zanjas

El proyecto prevé la ejecución de una serie de excavaciones en pozo, para la ejecución de las cimentaciones, y en zanja, para el tendido de los distintos circuitos que compondrán las canalizaciones subterráneas.

Asimismo, será necesario disponer de una pista de trabajo entre 3 y 5 metros de anchura, dependiendo de las características de la zona.

Desde el punto de vista de excavabilidad, los materiales en que se abrirá la zanja se han clasificado en las tres categorías siguientes:

Excavabilidad fácil:

Terrenos excavables mediante retroexcavadora, zanjadora, que permiten el empleo de hélice en las perforaciones subterráneas. Se incluyen en este grupo:

- Los rellenos de las carreteras y los suelos sin cementar, de cualquier origen o composición.
- Las rocas poco consolidadas de cualquier conjunto litológico: arcillas y margas.

Excavabilidad media:

Terrenos excavables mediante retroexcavadora potente, previendo bajo rendimiento e incluso, en ocasiones, el empleo de martillo rompedor. Sus características resistentes y de fracturación equivaldrían a las de los materiales denominados ripables en la ejecución de desmontes. Pertenecen a este grupo:

- Los suelos con intercalaciones poco frecuentes de niveles cementados.
- Las formaciones donde alternan estratos de roca completamente meteorizada con otros de roca sana: siempre que éstos últimos no sobrepasen el 30 por ciento, aproximadamente.
- Los tramos de conglomerados y gravas cementadas parcialmente meteorizados.

Excavabilidad difícil:

Terrenos excavables mediante la utilización de explosivos o el empleo sistemático de martillo rompedor. Corresponden a este grupo todas las formaciones con predominio de

rocas sanas: calizas y conglomerados terciarios, calizas cretácicas y calizas y dolomías trifásicas.

a) Riesgos más frecuentes:

- Atropellos y colisiones debidos a la maquinaria
- Desprendimientos del terreno por filtraciones, sobrecargas, vibraciones, etc.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caídas de personas a distinto nivel (al interior de la zanja).
- Atrapamientos de personas por la maquinaria.
- Inundación.
- Golpes por o contra objetos, máquinas, etc.
- Caídas de materiales o herramientas.
- Los derivados por contactos con conducciones enterradas
- Inhalación de agentes tóxicos o pulverulentos.

b) Normas preventivas:

- Se solicitará de las correspondientes Compañías, la posición y solución a adoptar para las instalaciones que puedan ser afectadas por la excavación, así como la distancia de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.
- El personal que debe trabajar en el interior de las zanjas conocerá los riesgos a los que está sometido.
- Se elegirá el personal idóneo para el manejo de maquinaria.
- El acceso y salida de una zanja se efectuará mediante una escalera sólida, anclada en el borde superior de la zanja y estará apoyada sobre una superficie sólida de reparto de cargas antideslizante. La escalera sobrepasará en 1 m. el borde de la zanja.
- La línea de señalización será paralela a la zanja formada por cuerda de banderola sobre pies derechos.
- Se realizará un cierre eficaz del acceso a la coronación de los bordes de las zanjas en toda la zona.

- Si los trabajos requieren iluminación se efectuará mediante torretas aisladas con toma a tierra, en las que se apoyarán proyectores de intemperie, alimentados a través de un cuadro eléctrico general de la obra.
- Si los trabajos requieren iluminación portátil, la alimentación de las lámparas se efectuará a 24 V. Los portátiles estarán provistos de rejilla protectora y de carcasa con mango aislados eléctricamente.
- En régimen de lluvias y encaramientos de las zanjas (o trincheras) es imprescindible la revisión minuciosa y detallada antes de reanudar los trabajos.
- Se revisará el estado de cortes y taludes a intervalos regulares en aquellos casos en los que se puedan recibir empujes exógenos por proximidad de (camino, carreteras, calles, etc.), transitados por vehículos; y en especial si en la proximidad se establecen tajos con uso de martillos neumáticos, compactadores por vibración o paso de maquinaria para el movimiento de tierras.
- Los trabajos a realizar en los bordes de las zanjas (o trincheras), con taludes no muy estables, se ejecutarán sujetos con el cinturón de seguridad amarrado a “puntos fuertes” ubicados con el exterior de las zanjas.
- Se efectuará el achique inmediato de las aguas que afloran en el interior de las zanjas para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.
- Ser revisarán las entibaciones tras la interrupción de los trabajos antes de reanudarse de nuevo.
- No se trabajará en niveles superpuestos.
- Se procederá a la excavación adoptando un talud de excavación en el cajeo de las cimentaciones con pendientes de entre 1/5 (ancho/alto) para terrenos rocosos, y de pendiente 3/2 para terrenos residuales.
- Para realizar la excavación se mantendrá la distancia de seguridad adecuada entre la maquinaria de movimiento de tierras y el borde del talud, teniendo en cuenta la consistencia del terreno. Igualmente se procederá para el acopio de tierras al borde de la excavación.
- Para todas las operaciones se utilizarán maquinaria específica de obra. Ver especificaciones para cada tipo de maquinaria.

- Quedan prohibidos los acopios (tierras, materiales, etc.) al borde de una zanja manteniendo la distancia adecuada para evitar sobrecargas.
- Cuando la profundidad de una zanja o las características geológicas lo aconsejen se entibará o se taluzarán sus paredes.
- Cuando la profundidad de una zanja sea inferior a los 2 m., puede instalarse una señalización de peligro de los siguientes tipos:
 - un balizamiento paralelo a la zanja formada por cuerda de banderolas sobre pies derechos.
 - en casos excepcionales se cerrará eficazmente el acceso a la coronación de los bordes de las zanjas en toda una determinada zona.
- En régimen de lluvias y encharcamiento de las zanjas (o trincheras), es imprescindible la revisión minuciosa y detallada antes de reanudar los trabajos.
- Se establecerá un sistema de señales acústicas conocidas por el personal, para ordenar la salida de las zanjas en caso de peligro.
- Se revisará el estado de cortes o taludes a intervalos regulares, en aquellos casos en los que puedan recibir empujes exógenos por proximidad de caminos, carreteras, calles, etc. 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.
- Los trabajos a realizar en los bordes de las zanjas o trincheras, con taludes no muy estables, se ejecutarán sujetos con el cinturón de seguridad amarrado a "puntos fuertes", ubicados en el exterior de las zanjas.
- Se efectuará el achique inmediato de las aguas que afloran (o caen) en el interior de las zanjas para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.
- Se revisarán las entibaciones tras la interrupción de los trabajos antes de reanudarse de nuevo.
- Todo lo correspondiente a las máquinas de movimiento de tierras o excavaciones.

c) Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad de polietileno
- Mascarillas antipolvo con filtro mecánico recambiable.
- Cinturón de seguridad
- Protectores auditivos.
- Guantes de protección.
- Calzado reforzado de seguridad.
- Botas de goma o P.V.C.
- Cazadora de alta visibilidad.
- Trajes para ambientes húmedos o lluviosos.

d) Protecciones colectivas:

- Vallado perimetral de seguridad de la zona de vaciado para profundidades iguales o mayores de 2 m., a una distancia de seguridad de 2 m. como mínimo. El vallado será de altura 0,90 m., estará sujeta a postes anclados adecuadamente al terreno de manera que el conjunto sea estable, y dispondrá de la señalización adecuada.
- Barandilla a 0,90 m., listón intermedio y rodapié.
- Señalización con cinta para profundidades menores de 2 m.
- No acopiar a menos de 2 m. del borde de la excavación.
- Revisión de taludes.
- Entibación y arriostramiento
- Revisión de los apuntalamientos.
- Formación correcta de taludes
- Instalación de pasos sobre las zanjas
- Acopio de los productos de la excavación a un solo lado de la zanja.
- Colocación de escaleras portátiles, separadas como máximo 30 m.
- Orden y limpieza en el entorno y en los viales.
- La alimentación a las lámparas portátiles se realizará con una tensión de 24 V.
- Señalización y ordenación del tráfico de máquinas de forma visible y sencilla.

- Todo lo correspondiente a las máquinas de movimiento de tierras o excavaciones.

4.4.7. Rellenos

En las zonas fácilmente excavables, al menos en el metro superficial, los materiales procedentes de la excavación serán aptos, prácticamente en su totalidad, para posterior relleno de la zanja, bien directamente o tras una ligera selección que tendrá por objeto eliminar la grava y los bloques en el relleno del fondo de la excavación, hasta alcanzar unos 20 cm por encima de la tubería, evitando así posibles impactos.

En las zonas con predominio de excavabilidad media o difícil, se considera que será necesario recurrir a préstamos para disponer de un material fino adecuado para el relleno del fondo de la zanja. Respecto al relleno de la parte superior de la zanja, se estima que podrá realizarse con el material restante prácticamente sin seleccionar, pues, teniendo en cuenta la fracturación de las diferentes formaciones rocosas, no será frecuente la extracción de bloques de más de unos 20 cm de diámetro.

a) Riesgos más frecuentes:

- Accidentes de vehículos por exceso de carga o mala conservación de sus mandos, elementos resistentes o ruedas (vuelcos y/o atropellos).
- Caída de material de las cajas de los vehículos.
- Caída de personal de vehículos en marcha, cuando van en sus cajas y/o sus carrocerías.
- Accidentes del personal por falta de responsable que dirija cada maniobra de carga y descarga.
- Atropellos de personal en maniobras de vehículos.
- Accidentes en el vertido de material, al circular los camiones en marcha atrás.
- Peligro de atropellos por falta de visibilidad debido al polvo.
- Vibraciones sobre las personas.
- Polvo ambiental.
- Ruido puntual y ambiental.

b) Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad de polietileno
- Botas de goma.
- Mascarillas y gafas de protección antipolvo.
- Guantes de cuero.
- Faja antivibratoria (Compactadores)
- Cazadora de alta visibilidad.
- El conductor de cualquier tipo de vehículo provisto de cabina cerrada con techo (camiones, maquinaria de movimiento de tierras, automóviles, etc.) que circulen por la obra utilizará el casco de seguridad para abandonar la cabina del vehículo y permanecer en el exterior del mismo o para desplazarse a pie por la obra.

c) Normas preventivas:

- Los vehículos y la maquinaria alquilada serán revisadas antes del comienzo de la obra en todos sus elementos de seguridad, exigiéndose mantener actualizado el libro de mantenimiento.
- Los vehículos y maquinaria pertenecientes a subcontratistas se presentarán con un certificado que acredite su revisión por un taller cualificado antes de empezar a trabajar en la obra.
- Se prohíbe sobrepasar el tope de carga máxima especificado en cada vehículo.
- Se prohíbe que los vehículos transporten personal fuera de la cabina de conducción y en número superior a los asientos existentes.
- Se regarán con frecuencia los tajos y cajas de los camiones para evitar polvaredas.
- Se señalarán los accesos y recorridos de los vehículos.
- Las maniobras de marcha atrás de los vehículos al borde de terraplenes se dirigirán por persona especialista en evitar desplomes y caídas de vehículos.
- Se protegerán los bordes de los terraplenes con señalización y barandillas sólidas de 90 cm. de altura, listón intermedio y rodapié.

- Se instalará señalización en accesos a vía pública (peligro indefinido y stop).
- Los vehículos subcontratados tendrán vigente la Póliza de Seguros con responsabilidad Civil ilimitada, el Carné de Empresa y los Seguros Sociales cubiertos, antes de comenzar los trabajos de la obra.
- Se advertirá al personal de obra mediante letreros divulgativos y señalización de peligro al vuelco, atropellos y colisiones.

4.4.8. Trabajos con Ferralla: Manipulación y Puesta en Obra

a) Riesgos más frecuentes:

- Golpes por o contra objetos.
- Cortes y heridas principalmente en manos, piernas y pies por objetos o material.
- Atrapamientos o aplastamientos en operaciones de carga y descarga.
- Sobreesfuerzos.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Caídas de objetos o materiales.

b) Normas preventivas:

- La zona destinada a la ferralla debe disponer de espacio suficiente, no interferir zonas de paso u otras actividades de obra y estar fuera de zonas de influencia de posibles caídas de objetos y materiales de estructura.
- Se habilitará en obra un espacio dedicado al acopio clasificado de los redondos de ferralla próximo al lugar de montaje de armaduras.
- Los paquetes de redondos se almacenarán en posición horizontal sobre durmientes de madera capa a capa, evitándose las alturas de las pilas superiores a 1'50 m.
- El izado de paquetes de armaduras, en barras sueltas o montadas, mediante grúa se ejecutará suspendiendo la carga de dos puntos separados, lo suficiente para que la carga permanezca estable, evitando la permanencia o paso de personas bajo cargas suspendidas.

- Para el izado de cargas se utilizarán cables o eslingas en perfecto estado.
- El ángulo superior, en el anillo de cuelgue que formen las hondillas de las eslingas entre sí, será igual o menor de 90°.
- La ferralla montada (pilares, parrillas, etc.) se almacenará en los lugares designados a tal efecto, separados del lugar de montaje.
- Los desperdicios o recortes de hierro y acero, se recogerán acopiándose en el lugar determinado para su posterior carga y transporte.
- Se efectuará un barrido diario de puntas, alambres y recortes de ferralla en torno al banco (o bancos, borriquetas, etc.) de trabajo.
- La ferralla montada se transportará al punto de ubicación, suspendida del gancho de la grúa mediante eslingas (o balancín) que la sujetarán de dos puntos distantes para evitar deformaciones y desplazamientos no deseados.
- Queda prohibido el transporte aéreo de armaduras de pilares en posición vertical. Se transportarán suspendidos de dos puntos mediante eslingas hasta llegar próximos al lugar de ubicación, depositándose en el suelo. Sólo se permitirá el transporte vertical para la ubicación exacta "in situ".
- Las maniobras de ubicación "in situ" de ferralla montada se guiarán mediante un equipo de tres hombres; dos, guiarán mediante sogas en dos direcciones la pieza a situar, siguiendo las instrucciones del tercero que procederá manualmente a efectuar las correcciones de aplomado.
- La colocación y montaje de barras o elementos armados previamente, se realizará sobre el encofrado en el caso de vigas y forjados, y sobre el forjado (espera del pilar anterior) en el caso de pilares; en este último caso se adoptarán las medidas para garantizar su estabilidad hasta que se coloque el encofrado.

c) Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad de polietileno.
- Guantes de seguridad.
- Calzado de seguridad.

- Botas de goma o P.V.C.
- Cinturón porta-herramientas.
- Cinturón de seguridad de categoría II ó categoría III (si hay peligro de caída en altura)
- Traje impermeable para tiempo lluvioso.
- Mono de trabajo.

4.4.9. Trabajos de Hinca

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas al mismo y a distinto nivel
- Caídas de equipos y herramientas durante su manipulación.
- Aplastamientos
- Golpes con/contra objetos, máquinas, herramientas
- Atropellos y/o atrapamientos con maquinaria móvil o elementos mecánicos en movimiento.
- Vuelcos y deslizamientos de materiales.
- Contactos eléctricos directos o indirectos.
- Desprendimiento de materiales desde los bordes de la excavación
- Atropellos por maquinaria, vehículos
- Sobreesfuerzos

b) Riesgos derivados en la hinca:

- Salpicaduras de restos de combustible
- Salpicaduras de hormigón del relleno
- Zona de posicionamiento y empuje inestable, irregular
- Riesgos propios del terreno en el que se actúa o los derivados del diseño de la obra.

c) Medidas de seguridad y protecciones colectivas

- Se señalizará la obra con carteles informativos de riesgos específicos y los EPIs a emplear.
- Se revisarán el puente grúa, los útiles de elevación, los extintores, la instalación eléctrica, etc.
- Se dispondrá de un medidor de gases para entrar en la tubería
- Se dispondrá de un sistema de comunicación entre la máquina y el exterior.
- Se dispondrá de iluminación mediante fluorescentes en el interior del tubo.
- Zonas de trabajos limpias, ordenadas y bien iluminadas.
- Se prohíbe transportar personas en la máquina de hinca
- Se prohíbe la permanencia de personas en el radio de acción de la máquina cuando ésta esté en funcionamiento
- Las operaciones de mantenimiento se efectuarán con la máquina en posición de parada
- Señalización y de las instalaciones afectadas por la obra.
- Acotamiento y señalización de las áreas de trabajo y acopio evitando solapes con otras actividades y aproximación de vehículos.
- Acopios estables de menos de 1,5 mts. de altura y situados a más de 2,5 mts. de los bordes de la excavación.
- Ejecución de solera hormigón para establecimiento de máquina de empuje y muro de hormigón o recubrimiento de terreno para apoyo de máquina de empuje y asegurar la estabilidad de la misma, siguiendo indicaciones de los técnicos encargados de realizar la hinca.
- Limpieza continua de material de extracción, teniendo perfecta accesibilidad al foso y a la hinca, para la disposición de tubos de recubrimiento.
- Disposición de tubería de recubrimiento y ejecución de soldaduras en caso de tubería de chapa, según el avance de la perforación.
- Se utilizarán escaleras de mano para el acceso a los fosos.
- Revisión constante del terreno según avance de maquinaria para evitar cualquier problema de desprendimiento por inestabilidad del terreno, tanto en el interior de la perforación como en la superficie.

- Los vehículos utilizados dispondrán de señal acústica-luminosa de marcha atrás.

4.4.10. Trabajos de Manipulación de Hormigón

a) Riesgos más frecuentes:

- Caída de personas y/u objetos al mismo nivel.
- Caída de personas y/u objetos a distinto nivel.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Pinchazos y golpes por o contra objetos, materiales, etc.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos).
- Hundimientos
- Atrapamientos.
- Vibraciones por manejo de la aguja vibrante.
- Electrocución.
- Riesgos higiénicos por ambientes pulverulentos.
- Sobreesfuerzos.
- Ruido puntual y ambiental.

b) Normas preventivas:

a. Normas preventivas antes del vertido del hormigón:

i. Normas preventivas aplicables al hormigonado de cimientos:

- Antes del inicio del vertido del hormigón, personal competente revisará el buen estado de seguridad de las paredes de los cimientos.
- Antes del inicio del hormigonado personal competente revisará el buen estado de seguridad de los encofrados en prevención de reventones y de derrames.
- Se mantendrá una limpieza esmerada durante esta fase. Se eliminarán, antes del vertido del hormigón, puntas, resto de madera, redondos y alambres.
- Se instalarán pasarelas de circulación de personas sobre las zanjas a hormigonar, formadas por un mínimo de tres tablones trabados (60 cm. de anchura).
- Para vibrar el hormigón desde posiciones sobre la cimentación que se hormigona, se establecerán plataformas de trabajo móviles, formadas por un mínimo de tres tablones que se dispondrán perpendicularmente al eje de la zanja o zapata.

b. Vertidos directos mediante canaleta:

- Se prohíbe situar a los operarios detrás de los camiones hormigonera durante el retroceso.
- La maniobra de vertido será dirigida por personal competente que vigilará que no se realicen maniobras inseguras.

c. Vertidos mediante cubo o cangilón:

- Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa. Se señalará mediante una traza horizontal el nivel máximo de llenado del cubo.
- Se prohíbe trasladar cargas suspendidas en las zonas donde se encuentre trabajando personal.
- Se prohíbe rigurosamente a toda persona permanecer debajo de las cargas suspendidas por las grúas.
- La apertura del cubo para vertido se ejecutará exclusivamente accionando la palanca dispuesta al efecto, con las manos protegidas con guantes impermeables.
- Se evitará golpear con el cubo los encofrados.
- Del cubo penderán cabos de guía para ayuda a su correcta posición de vertido. Se prohíbe guiarlo o recibirlo directamente, en prevención de caídas por movimiento pendular del cubo.

d. Vertido de hormigón mediante bombeo:

- El equipo encargado del manejo de la bomba de hormigón estará especializado en este trabajo.
- 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 a la vez de dos operarios, para evitar golpes o caídas por la acción incontrolada de la boca de vertido.

- Antes del inicio del hormigonado de una determinada superficie (un forjado o losas, por ejemplo), se establecerá un camino de tablonos seguro sobre los que apoyarse los operarios que gobiernan el vertido con la manguera.
- El hormigonado de pilares y elementos verticales se ejecutará gobernando la manguera desde castilletes de hormigonado.
- El manejo, montaje y desmontaje de la tubería de la bomba de hormigonado, será dirigido por un operario especialista.
- Al inicio del trabajo de hormigonado se enviarán lechadas fluidas de mortero de pobre dosificación para que actúen como lubricantes en el interior de las tuberías facilitando el deslizamiento del material para ya posteriormente bombear con la dosificación requerida.
- Después de hormigonar, se lavará y limpiará el interior de los tubos.
- Habrá que evitar tapones porque estos producen riesgo de accidente al desmontar la tubería. Esto se logrará eliminando al máximo los codos de la tubería y, sobre todo, los codos de radio pequeño, pues esto da lugar a grandes pérdidas de carga y, por lo tanto, a un mal funcionamiento de la instalación.
- Se prohíbe introducir o accionar la pelota de limpieza sin antes instalar el receptáculo 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 hormigonado, cumplimentando la documentación correspondiente.

e. Para la fase de vibrado del hormigón:

- Para el uso de vibradores eléctricos es fundamental, dado el ambiente de trabajo, su aislamiento y protección adecuada.

c) Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad de polietileno.
- Guantes de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Gafas de seguridad antiproyecciones (contra salpicaduras del hormigón).
- Guantes impermeabilizados.
- Traje impermeable para tiempo lluvioso.
- Mandil.
- Cinturón de seguridad
- Faja antivibratoria.
- Protectores auditivos.

4.4.11. Trabajos de Encofrado y Desencofrado

a) Riesgos más frecuentes:

- Desprendimientos de las maderas o chapas por mal apilado o colocación de las mismas.
- Caída de piezas o herramientas de los tajos al vacío.
- Caída de tableros o piezas de madera.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Golpes en las manos al clavar puntas o en la colocación de las chapas.
- Cortes por o contra objetos, máquinas o material, etc.
- Cortes al utilizar la mesa de sierra circular.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Contactos eléctricos.
- Sobreesfuerzos.
- Golpes por o contra objetos.
- Dermatitis por contacto con el hormigón.

b) Normas preventivas:

- Se prohíbe la permanencia de operarios en las zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado de chapas, tablones, sopandas, puntales y ferralla; igualmente, se procederá durante la elevación de viguetas, nervios, armaduras, pilares, bovedillas, etc.
- El ascenso y descenso del personal a los encofrados se efectuará a través de escaleras de mano reglamentarias.
- La madera y puntales deben ser izados con eslingas, en mazos debidamente abrazados con cables de acero, o por sistemas en que se mantenga la estabilidad y de suficiente resistencia; las planchas, paneles, módulos, etc. de encofrado deben ser izados por medio de bateas protegidas, jaulas u otros sistemas seguros.
- Se instalarán listones sobre los fondos de madera de las losas de escalera, para permitir un más seguro tránsito de esta fase y evitar deslizamientos.
- Se instalarán barandillas reglamentarias para impedir la caída al vacío de las personas o redes de seguridad para proteger a los trabajadores si se produce su caída.
- Se esmerará el orden y la limpieza durante la ejecución de los trabajos.
- Los clavos o puntas existentes en la madera usada, se extraerán (o remacharán).
- Los clavos sueltos o arrancados se eliminarán mediante un barrido y apilado en lugar conocido para su posterior retirada.
- Una vez concluido un determinado tajo, se limpiará eliminando todo el material sobrante, que se apilará en un lugar conocido para su posterior retirada.
- Se instalarán las señales que se estimen adecuadas a los diferentes riesgos.
- El desencofrado se realizará siempre con ayuda de uñas metálicas, realizándose siempre desde el lado del que no puede desprenderse el material de encofrado.
- Se prohíbe hacer fuego directamente sobre los encofrados. Si se hacen fogatas se efectuarán en el interior de recipientes metálicos aislados de los encofrados.
- El personal encofrador, acreditará a su contratación ser "carpintero encofrador" con experiencia.
- Antes del vertido del hormigón se comprobará la estabilidad del elemento constructivo.

- Queda prohibido encofrar sin antes haber cubierto el riesgo de caída de altura mediante el desplazamiento de las redes.
- El apuntalamiento debe hacerse de forma que el desmontaje pueda realizarse parcialmente, garantizando la resistencia, la estabilidad y la seguridad. Las operaciones de desencofrado no se deben realizar antes de tiempo. No se deben sobrecargar los encofrados, las partes recién hormigonadas ni las recién desencofradas.
- Cumplimiento de la norma de tránsito para el tipo de encofrado, pisando entre juntas de tableros.
- Los puntales metálicos deformados se retirarán del uso sin intentar enderezarlos para volverlos a utilizar.
- Para la colocación del encofrado tradicional de pilares, se deben utilizar castilletes dotados de plataforma protegida.
- Todas las máquinas accionadas eléctricamente tendrán sus correspondientes protecciones a tierra e interruptores diferenciales, manteniendo en buen estado todas las conexiones y cables.
- En todas las máquinas se conservarán en perfecto estado sus correspondientes mecanismos de seguridad.
- Las conexiones eléctricas se efectuarán mediante mecanismos estancos de intemperie.

c) Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad de polietileno.
- Guantes de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Gafas de seguridad antiproyecciones (contra salpicaduras del hormigón).
- Guantes impermeabilizados.
- Traje impermeable para tiempo lluvioso.
- Botas de goma

- Mandil.
- Cinturón de seguridad.
- Mono de trabajo.

4.4.12. Descargos

Se fuera necesario la realización de descargos en A.T., dejando sin tensión los elementos y equipos sobre los que se realizaran las actividades. El descargo que tendrá lugar en el Centro de Trabajo sólo será realizado bajo el consentimiento y responsabilidad de la empresa que para tales efectos designe la propiedad, por lo que los instaladores eléctricos no implantarán actuación alguna sobre los procedimientos a seguir, riesgos, medidas preventivas y equipo de protección de los trabajos a ejecutar.

Todo trabajo a realizar en una instalación que implique proximidad o actuación sobre elementos susceptibles de estar en tensión, llevará consigo la previa petición de autorización y ejecución del Descargo de la citada instalación, según se indica en la correspondiente Norma de Descargos.

No se iniciará ningún trabajo sin permiso expreso de un representante de Dirección Facultativa.

Será responsabilidad de la Dirección Facultativa la coordinación de los descargos del equipo o equipos afectados, de acuerdo con la Norma de Descargos.

La apertura de los elementos de corte telecontrolados no exime de la obligatoriedad del seccionamiento, bloqueo y señalizaciones locales.

La operación de un equipo que esté en condiciones de servicio se hará únicamente por personal que haya sido expresamente autorizado para ello, esté recogido en su contrato de prestación de servicios y se haya acreditado la formación requerida a criterio de la Dirección Facultativa.

Las operaciones mínimas del descargo de una instalación o puesta en condiciones seguras de la misma son las “cinco reglas de oro”:

1. Abrir con corte visible todas las fuentes de tensión. Enclavar o bloquear, si es posible, los aparatos de corte.
2. Comprobar, con equipo adecuado, la ausencia de tensión.
3. Poner a tierra y en cortocircuito todas las fuentes de tensión.
4. Colocar las señales de seguridad adecuadas, delimitando la zona de trabajo.
5. Cuando se trabaje en celdas de protección. Queda prohibido abrir o retirar los resguardos de protección de las celdas antes de dejar sin tensión a los conductores y aparatos contenidos en ellas. Se prohíbe dar tensión a los conductores y aparatos situados en una celda sin cerrarla previamente si el resguardo de protección.

4.4.13. Trabajos en proximidad de tensión

Se atenderá a lo dispuesto en el RD 614/2001 Anexo V referente a los trabajos en proximidad. Antes de iniciar los trabajos un trabajador cualificado determinará la viabilidad del trabajo. Se deberán adoptar las medidas de seguridad necesarias para reducir al mínimo el número de elementos en tensión y las zonas de peligro de los elementos que permanezcan en tensión mediante la colocación de pantallas, barreras, envolventes, etc. Se deberá limitar eficazmente la zona de trabajo respecto a las zonas de peligro y con el material adecuado. Se informará a los trabajadores de los riesgos existentes.

En el desempeño de su función de vigilancia, los trabajadores autorizados deberán velar por el cumplimiento de las medidas de seguridad y controlar, en particular, el movimiento de los trabajadores y objetos en la zona de trabajo, teniendo en cuenta sus características, sus posibles desplazamientos accidentales y cualquier otra circunstancia que pudiera alterar las condiciones en que se ha basado la planificación del trabajo.

4.4.14. Trabajos en tensión

Para realizar un trabajo en tensión, se atenderá a lo dispuesto en el RD 614/2001-Anexo III.

Los Trabajos en tensión deberán ser realizados por trabajadores cualificados siguiendo un procedimiento previamente estudiado y, cuando su complejidad o novedad lo requiera, ensayado sin tensión. El método de trabajo y los equipos y los materiales deberán asegurar la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico, garantizando, en particular, que el trabajador no pueda contactar accidentalmente con cualquier otro elemento a potencial distinto del suyo. Los equipos y los materiales para la realización de trabajos en tensión se elegirán, de entre los concebidos para tal fin, teniendo en cuenta las características del trabajo.

Toda persona que deba intervenir en trabajos en tensión deberá estar acreditada por un organismo homologado, esto es, provista del Carnet de Habilitación expedido por su empresa que acredite su capacitación y autorización para la ejecución de dichos trabajos. La habilitación del personal es el proceso de selección, formación teórica-práctica, pruebas de conocimientos y aptitudes y reconocimientos requeridos para la obtención del Carné de Habilitación.

La zona de trabajo deberá señalizarse y delimitarse adecuadamente. Las medidas preventivas deberán tener en cuenta las posibles condiciones ambientales desfavorables y 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 permite una vigilancia adecuada, deberá requerir la ayuda de otro trabajador cualificado.

Se atenderá a lo establecido en el RD 614/2001- Anexo IV.

Las maniobras locales y las mediciones ensayos y verificaciones sólo podrán ser realizadas por trabajadores autorizados en BT y por trabajadores cualificados en A T, pudiendo ser éstos auxiliados por trabajadores autorizados, bajo su supervisión y control.

El método de trabajo empleado y los equipos y los materiales de trabajo y de protección utilizados deberán proteger al trabajador frente al riesgo de contacto eléctrico, arco eléctrico, explosión o proyección de los materiales.

4.4.15. En maniobras locales con interruptores o seccionadores

El método de trabajo empleado debe prever los defectos razonablemente posibles de los aparatos, como la posibilidad de que se efectúen maniobras erróneas.

En las mediciones, ensayos y verificaciones:

- En los casos en que sea necesario retirar algún dispositivo de puesta a tierra colocado en las operaciones realizadas para dejar sin tensión la instalación, se tomarán las precauciones para evitar la alimentación intempestiva de la misma.
- Cuando sea necesario utilizar una fuente de tensión exterior, se tomarán las precauciones para asegurar que:
 - La instalación no puede ser realimentada por otra fuente de tensión distinta de la prevista.
 - Los puntos de corte tienen un aislamiento suficiente para resistir la aplicación simultánea de la tensión de ensayo por un lado y la tensión de servicio por el otro.
 - Se adecuarán las medidas de prevención tomadas frente al riesgo eléctrico, cortocircuito o arco eléctrico al nivel de tensión utilizado.

En cualquier caso, además de lo establecido en la normativa vigente, se cumplirá la normativa de la compañía distribuidora propietaria del punto de conexión y los procedimientos de trabajo recogidos en dicha normativa.

4.4.16. Electricidad

a) Riesgos más frecuentes:

- Caídas de personas al mismo nivel
- Caídas de personas a distinto nivel
- Cortes o golpes por manejo de objetos o herramientas manuales
- Cortes o pinchazos por manejo de vías y conducciones.

- Proyección de fragmentos o partículas fundamentalmente en la apertura de rozas.
- Incendio por ser incorrecta la instalación de la red eléctrica.
- Ruido
- Electrocutión o quemaduras graves por mala protección de cuadros o grupos eléctricos.
- Electrocutión o quemaduras graves por maniobras en líneas o aparatos eléctricos por personal inexperto.
- Electrocutión o quemaduras graves por utilización de herramientas, (martillos, alicates, destornilladores, etc.) sin el aislamiento.
- Electrocutión o quemaduras graves por falta de aislamiento protector, en líneas y/o cuadros (disyuntores diferenciales).
- Electrocutión o quemaduras graves por falta de protección en fusibles, protecciones diferenciales puesta a tierra, mala protección de cables de alimentación, interruptores, etc.
- Electrocutión o quemaduras graves por establecer puentes que anulen las protecciones.
- Electrocutión o quemaduras graves por conexiones directas (sin clavijas).

b) Normas preventivas:

- La tensión nominal de las herramientas portátiles no excederá de:
 - Las de tipo portátil de accionamiento manual con alimentación de corriente continua o alterna monofásica: 250V.
 - Las de otras características: 440 V.
- En cualquier caso, la tensión no excederá de 250 voltios con relación a tierra. Las herramientas portátiles a mano llevarán incorporado un interruptor debiendo responder a las siguientes prescripciones:

- Estarán sometidas a la presión de un soporte, de forma que obligue al utilizador de la herramienta a mantener, en la posición de marcha, constantemente presionado este interruptor.
- El interruptor estará situado de manera que se evite el riesgo de la puesta en marcha intempestiva de la herramienta, cuando no sea utilizada.
- Cuando sea necesario realizar comprobaciones de los mecanismos de protección como magnetotérmicos y diferenciales se avisará a todos los trabajadores que estuvieran utilizando conexiones al cuadro eléctrico, motivo de la rescisión, para que no utilicen las herramientas portátiles, maquinaria, etc...
- Se comprobará de forma periódica el funcionamiento de los mecanismos de protección (magneto térmicos y diferenciales), conexiones y toma de tierra de los cuadros eléctricos y maquinaria.
- Los cuadros eléctricos en servicio deberán permanecer cerrados con la cerradura de seguridad de triángulos (o la llave).
- Los cuadros eléctricos estarán provistos de señalización indicativa de riesgo (eléctrico) e indicación que la manipulación interior solo puede ser realizada por personal especializado y autorizado.
- No se permitirá la utilización de fusibles rudimentarios. Se utilizarán fusibles normalizados.
- Durante el montaje de la instalación se tomarán las medidas necesarias para impedir que nadie pueda conectar la instalación a la red, es decir, ejecutando como última fase de la instalación, el cableado desde el cuadro general al de la compañía y guardando en lugar seguro los mecanismos necesarios para efectuar la conexión en el cuadro (fusibles y accionadores), que se instalarán poco antes de concluir la instalación.
- Antes de proceder a la conexión se avisará al personal de que se van a iniciar las pruebas de tensión instalando carteles y señales de "Peligro de electrocución".
- Antes de hacer las pruebas con tensión se ha de revisar la instalación, cuidando de que no queden accesibles a terceros, uniones, empalmes y cuadros abiertos,

comprobando la correcta disposición de fusibles, terminales, protección diferencial, puesta a tierra, cerradura y manguera en cuadros y grupos eléctricos.

- Siempre que sea posible se enterrarán las mangueras eléctricas; a modo de señalización y protección para reparto de cargas, se establecerán sobre las zonas de paso sobre manguera, una línea de tabloncillos señalizados en los extremos del paso con señal de "Peligro de electrocución". Dentro de la edificación las mangueras deberán ir colgadas mediante elementos aislantes del techo y a una altura que no provoque el contacto con las personas u objetos que estas transporten. Deberá evitarse su tendido por el suelo.
- Los mangos de las herramientas manuales, estarán protegidos con doble aislamiento a base de materiales dieléctricos, quedando prohibida su manipulación u alteración. Si el aislamiento está deteriorado se retirará la herramienta.
- Los montajes y desmontajes eléctricos serán efectuados por personal especializado.
- Todo el personal que manipule conductores y aparatos accionados por electricidad, estará dotado de guantes aislantes y calzado de goma.
- Se tendrán en cuenta las medidas preventivas que están incluidas en el capítulo de medios auxiliares que hace referencia a escaleras portátiles y andamios.
- No se conectarán cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de clavijas macho-hembra.
- Para la realización del cableado, cuelgue y conexionado de la instalación eléctrica puntuales, se procederá con una plataforma elevadora o un castillete con ruedas.

c) Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad de polietileno.
- Mono de trabajo.
- Guantes aislantes.
- Botas aislantes.

- Cinturón de seguridad para trabajos en altura.
- Banqueta o alfombra aislante.
- Comprobadores de tensión.
- Herramientas con doble aislamiento.

d) Protecciones colectivas:

- Para la realización de trabajos en altura se utilizarán andamios con barandillas de 0,90 m. de altura, con listón superior, listón intermedio y rodapié.

4.4.17. Ejecución de Conducciones Eléctricas Subterráneas

a) Riesgos más frecuentes:

- Golpes por o contra objetos.
- Atrapamientos.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de materiales o herramientas.
- Cortes por herramientas manuales, máquinas o materiales.
- Sobreesfuerzos.
- Electrocuciiones.

b) Normas preventivas:

- Los paquetes de tuberías, correctamente agrupados sobre marcos de madera y flejes metálicos, serán izados del gancho de la grúa mediante el auxilio de balancines.
- La tubería en suspensión del balancín se guiará mediante cabos sujetos a los laterales de la pieza mediante un equipo formado por tres hombres. Dos de ellos gobernarán la pieza mediante los cabos mientras un tercero guiará la maniobra.
- Se prohíbe trabajar o permanecer en lugares de tránsito de piezas suspendidas, en prevención del riesgo de desplome.

- Se instalarán señales de "peligro, paso de cargas suspendidas" sobre pies derechos bajo los lugares destinados a paso.
- Los paquetes se descargarán de los camiones y se acopiarán en los lugares señalados en los planos para tal menester. Además estos lugares estarán debidamente vallados y señalizados.
- El manejo de las tuberías se hará con un mínimo de dos personas, ayudándose de cuerdas en los extremos para la operación de bajado de la misma a la zanja.
- Se procederá a colocar sobre las conducciones la cinta de señalización apropiada que indique la existencia del tipo de instalación a ocultar.
- Los lugares de trabajo se mantendrán bien iluminados.
- Las máquinas portátiles que se usen tendrán doble aislamiento.

c) Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad.
- Guantes de P.V.C. o de goma.
- Guantes de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Botas de goma o P.V.C.
- Trajes de agua para tiempo lluvioso.

d) Protecciones colectivas:

- Vallado perimetral de la zona de vaciado, a una distancia de seguridad de 2 m. como mínimo. El vallado se ejecutará con vallado de señalización adecuado, de altura 1 m. sujeta a postes anclados adecuadamente al terreno, de manera que el conjunto sea estable (malla plástica, tipo stopper).
- El orden y limpieza del tajo será fundamental para mantener una protección colectiva.
- Señalización y ordenación del tráfico de máquinas de forma visible y sencilla.
- Todo lo correspondiente a las máquinas de movimiento de tierras o excavaciones

4.4.18. Tendido de Conductores

Se refiere al tendido de conductores de alta, media y baja tensión, así como de los cables de comunicaciones, tanto en zanja como en canaleta registrable o en bandejas portables.

En particular, se consideran las siguientes tareas:

1. Tendido de cables directamente en zanjas.
2. Levantamiento de tapas en canales de cable.
3. Tendido de cables en los canales anteriores.
4. Tapado de canales con las tapas levantadas anteriormente.
5. Grapado y embornado de cables en el aparallaje.
6. Tendido, regulado y engrapado de conductores de líneas aéreas.
7. Tendido y grapado de cables por bandejas.
8. Embornado de cables en paneles de control, mando y alarmas.
9. Embornado de cables en bastidor frontera telemando.
10. Retirada de los desechos de las zonas de trabajo.

a) Riesgos más frecuentes:

- Superposición de tajos.
- Interferencias con otras empresas.
- Caída de personal desde altura.
- Caída de objetos.
- Desplazamientos verticales.
- Falta de iluminación.
- Riesgos producidos por falta de limpieza y orden.
- Riesgos eléctricos producidos por: portátiles, cuadros, caída de conductores sobre elementos en tensión.

b) Normas preventivas:

Se detallan para cada uno de los riesgos considerados:

Tajos superpuestos

Se evitará la superposición de tajos mediante:

- La programación de los trabajos que no coincidan en la misma vertical.
- El empleo de protecciones resistentes apropiadas, que independicen de forma segura los trabajos realizados en la misma vertical.
- La señalización y vigilancia en los casos en que las medidas anteriores no se puedan llevar a cabo, por las características especiales del trabajo.

Interferencias con otras empresas

Si en la misma área hubiese interferencias peligrosas con otras empresas, se interrumpirán los trabajos hasta que la supervisión de la obra decida quién debe continuar trabajando en la zona.

Son previsibles las siguientes interferencias:

- Por tráfico de vehículos en la zona de obra.
- Por acopio de materiales en obra.
- Por trabajos superpuestos.

Caída de personal desde altura

Serán de aplicación las siguientes normas:

- Los operarios que deban realizar trabajos en altura, utilizarán obligatoriamente cinturón de seguridad, calzado de seguridad adecuado y casco.
- Los andamios reunirán las siguientes características:
 1. Los tablones del piso serán de madera seca, sin nudos ni grietas y con el espesor adecuado al vano. Se colocarán juntos, de manera que formen un piso uniforme

y estarán adecuadamente sujetos para impedir su vuelco o caída. Se comprobará la resistencia de los tablones antes de ser utilizados.

2. Todos los andamios que se utilicen en alturas superiores a 2 m. tendrán barandillas resistentes a 0,45 m. y 0,9 m. de altura y rodapié.
3. El piso del andamio tendrá como mínimo tres tablones de 20 cm. de ancho cada uno y 5 cm. de grueso.
4. Sobre los andamios sólo se almacenará el material imprescindible para asegurar la continuidad del trabajo.
5. El orden y la limpieza en el andamio serán perfectos.

- En el uso de escaleras portátiles se observarán las normas siguientes:

1. Si son de madera, los largueros serán de una sola pieza, y los peldaños estarán bien ensamblados y no solamente clavados.
2. Las escaleras de madera no deberán pintarse, salvo con barniz transparente.
3. Se prohíbe empalmar dos escaleras, salvo que en estructura cuenten con dispositivos expresamente preparados para ello.
4. Las escaleras de mano simples no deben salvar más de 5 m., a menos que estén reforzadas en su centro, quedando su uso prohibido para alturas superiores a 7 m. Para alturas mayores de 7 m. será obligatorio el empleo de escaleras especiales susceptibles de ser fijadas sólidamente a su cabeza y su base, y para su utilización será preceptivo el cinturón de seguridad.
5. Se apoyarán en superficies planas y sólidas, y en su defecto, sobre placas horizontales de suficiente resistencia y fijeza.
6. Estarán provistas de zapatas, puntas de hierro, grapas u otro mecanismo antideslizante en su pie y de ganchos de sujeción en la parte superior.
7. Para el acceso a lugares elevados, sobrepasarán en 1 m. los puntos superiores de apoyo.
8. El ascenso, descenso y trabajo se harán siempre de frente a las mismas.
9. Cuando se apoyen en postes, se emplearán abrazaderas de sujeción.
10. No se utilizarán simultáneamente por dos trabajadores.

11. Se prohíbe el transporte a brazo sobre las escaleras de pesos superiores a 25 kg
12. La distancia entre los pies y la vertical del punto superior de apoyo será la cuarta parte de la longitud de la escalera hasta el punto de apoyo.
13. Las escaleras de tijera estarán provistas de cables o cadenas que impidan su abertura al ser utilizadas, y de topes en su extremo superior.
14. Las escaleras de gato estarán provistas de protección. Los anclajes de estas escaleras asegurarán su perfecta estabilidad y permitirán su fácil colocación y retirada.

Caída de objetos

Para evitar la caída de objetos se aplicará la siguiente normativa:

- Todos los huecos, andamios, etc., tendrán rodapié de 15 cm. Se proveerá a los operarios de recipientes adecuados para el manejo en altura de objetos y herramientas de pequeño tamaño. Estos recipientes dispondrán de un gancho u otro sistema que permita sujetarlos cuando se utilicen en altura.
- Al utilizar herramientas en altura se atarán para evitar su caída.
- Las estufas de electrodos se situarán en posición vertical y se atarán.
- Los soldadores estarán provistos de un recipiente para depositar los restos de electrodos.
- Se restringirá a lo imprescindible el uso de botellas de gases en tajos de altura. Cuando resulte imprescindible, se atarán convenientemente para evitar su caída. Si las botellas se han de situar en el tajo por medio de grúas, no se estorbarán directamente, utilizando para esta operación soportes adecuados.
- Cerca de los tajos, y en las zonas de paso, se colocarán suficientes bidones para el vertido de desperdicios.
- Se programarán los tajos de forma que no haya superposición de los mismos.
- Se estudiarán zonas de paso protegidas para el personal.
- Se acotarán y señalizarán las zonas sobre las cuales se manipulen objetos con riesgo de caída.

Desplazamientos verticales

En los izados, cualquiera que sea el aparato de elevación empleado, se respetarán las siguientes normas:

- Antes de comenzar la maniobra, se comprobará el peso exacto de la pieza, y que tanto la máquina como los elementos auxiliares necesarios para efectuar el izado sean capaces de resistir la carga, y que se encuentren en perfecto estado de conservación y funcionamiento.
- Se comprobará que el embragado de las piezas es correcto y no permite el desplazamiento o caída de la carga.
- El embragado de piezas y la sujeción a estructuras de poleas de reenvío se harán preferentemente por medio de cáncamos o grilletes. Cuando esto no fuera posible, los cables y estrobos se protegerán con cantoneras.
- Se evitará dar golpes a los grilletes, así como soldar sobre ellos o calentarlos. Las mismas precauciones se adoptarán con las poleas.
- Las zonas de izado de material se acotarán y señalizarán convenientemente, para evitar que nadie se sitúe inadvertidamente bajo cargas suspendidas.
- Se comprobará, antes de comenzar la maniobra, que el camino que ha de recorrer la pieza está libre de obstáculos.
- El personal que ordene las maniobras deberá estar especializado. Se evitarán los cambios del personal dedicado a estas tareas.
- El personal dedicado habitualmente a la ejecución de maniobras, dispondrá de tablas e instrucciones que le permitan seleccionar correctamente los elementos adecuados a cada maniobra.
- Las maniobras importantes estarán calculadas y supervisadas por un técnico capacitado.
- El izado de la carga se hará en vertical y no en sentido oblicuo.
- Se prohíbe el traslado de personal sobre cargas, ganchos o eslingas vacías.
- Se prohíbe terminantemente situarse sobre las piezas suspendidas.

Trabajos con grúas

En los trabajos con grúas, además de las normas dadas, se observarán las siguientes:

- Se comprobará que el terreno sobre el que ha de asentarse tiene la resistencia adecuada.
- No se emplearán grúas para arrastrar piezas ni para arrancar objetos empotrados.
- Se comprobará que las piezas a elevar están libres de cualquier anclaje.
- Se comprobará que ni la pluma ni la contrapluma interfieren con estructuras, líneas eléctricas u otras grúas.
- Si en la proximidad de la grúa hay líneas eléctricas, se respetarán siempre las distancias mínimas establecidas. En caso de duda, se pedirá el corte de corriente.
- Se comprobará con frecuencia el correcto funcionamiento de los mecanismos limitadores de carga y del anemómetro. Se prohíbe terminantemente anular o modificar estos aparatos.
- No se efectuarán izados cuando la velocidad del viento sobrepase la velocidad límite establecida en las especificaciones de la grúa.
- Aun cuando la velocidad del viento no llegue al límite, se considerará el posible efecto sobre la pieza debido al tamaño o forma de ésta, desistiendo del izado cuando se sospeche que se pueden producir oscilaciones de la pieza a causa del viento.
- Las maniobras con grúa se efectuarán con todos los gatos apoyados.
- Se evitará el transporte de materiales suspendidos de la pluma de grúas móviles.
- Los ganchos de las grúas estarán dotados de seguro.
- Durante la parada de fin de jornada, se adoptarán las precauciones especificadas al efecto por el fabricante.
- Se prohibirá el uso de herramientas en mal estado.

Riesgos producidos por falta de limpieza y orden

Estos riesgos, caída de materiales, caídas de operarios, pinchazos, dificultad de desplazamiento de vehículos etc., se evitarán con una limpieza constante de los tajos con la existencia de abundantes cubos para recogida de desperdicios, utilizando zonas de acopio adecuadas para materiales de montaje, en los que se almacenarán ordenadamente.

Riesgos eléctricos producidos por: portátiles, cuadros, etc.

- Los portátiles dispondrán de mando aislante y protector metálico para la lámpara. La tensión de alimentación será de 24 V. en todos los casos.
- Los cuadros serán de intemperie, dotados de puerta hermética, y dispondrán de interruptor general de corte omnipolar accesible desde el exterior del cuadro cerrado, interruptores magnetotérmicos (uno por circuito), toma de corriente e interruptores diferenciales (sensibilidades de 300 mA en circuito de fuerza y 30 mA en alumbrado y tomas de portátiles). Si la carcasa es metálica dispondrá de puesta a tierra adecuada.
- Las mangueras se canalizarán por lugares en los que estén resguardadas de golpes o cortes. Se atenderá muy especialmente al mantenimiento en perfecto estado del aislamiento y que no interfieran con cables de izado, de andamios colgantes o cables de soporte provisional de piezas.
- En los trabajos de montaje de los conductores de líneas aéreas se procederá a la puesta a tierra de dicho conductor en el apoyo de montaje, para evitar el riesgo de electrocución por caída del conductor sobre una línea existente en tensión.

4.4.19. Señalización Provisional de Obra

a) Riesgos más frecuentes:

- Atropellos
- Golpes contra objetos.
- Atrapamientos.
- Afecciones respiratorias.
- Los inherentes al mal tiempo.

- Caídas al mismo nivel.
- Cortes en manos.
- Afecciones de piel.

b) Normas preventivas:

- Los operarios que componen este equipo deben de ser especialistas y conocedores de los procedimientos, por el riesgo de trabajos en muchas ocasiones, con tráfico de vehículos.
- Se utilizarán gafas de protección contra la proyección de partículas en el hincado de postes para las vallas y barreras.
- Siempre que se realice trabajos de pintado en la zona asfaltada debe de señalizarse con antelación la presencia del equipo en la zona.
- La pintura debe estar envasada. Para su consumo se trasvasará al depósito de la máquina, con protección respiratoria. Solo se tendrá en el camión las latas para la consumición del día.
- Se evitará fumar o encender cerillas y mecheros durante la manipulación de las pinturas y extendido de las mismas.

c) Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad de polietileno.
- Guantes de cuero y lona.
- Botas de seguridad.
- Faja antivibratoria.
- Gafas antiproyecciones.
- Mascarilla para agentes químicos.
- Ropa de trabajo, monos, impermeables.
- Cazadora reflectante para trabajos en zonas abiertas al tráfico.

d) Protecciones colectivas:

- Equipos de balizas luminosas intermitentes

4.4.20. Drenajes

a) Riesgos más frecuentes:

Los riesgos más frecuentes para la realización de las actividades de drenaje, son inherentes a las de excavación en zanjas y a cielo abierto, las de compactación, encofrado de laterales, emboquillado y aletas, ferrallado y hormigonado, así como la carga, transporte y colocación de los tubos. También los relacionados con las operaciones de contacto con mezclas de cemento y colocación de ladrillos en pozos. Estos son:

- Deslizamientos y desprendimientos del terreno.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Golpes de objetos (con tuberías en el transporte, con elementos que rueden y caigan sobre la zanja y con herramientas propias o de compañeros).
- En general todos los inherentes a movimiento de tierras, a hormigonado y ferrallado.

b) Normas preventivas:

- En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas.
- Previamente a la iniciación de los trabajos se estudiarán las posibles incidencias que los trabajos puedan ocasionar a las áreas colindantes y en especial, las probables interferencias con conducciones aéreas y subterráneas de servicios, etc.
- A nivel del suelo se acotarán las áreas de trabajo y en el caso de preverse circulación de personas y vehículos, se señalizarán suficientemente, especialmente por la noche, si fuese necesario.
- Si a los taludes de la excavación no es posible darles su pendiente natural, los laterales de las zanjas se entibarán.
- Los materiales necesarios para refuerzos y entibados, se acopiarán en obra con la antelación suficiente, para que la apertura de la zanja sea seguida de inmediato por su colocación.

- Cuando las condiciones del terreno no permitan la permanencia de personas dentro de la zanja, antes de su entibado, será necesario hacer este desde fuera de la zanja, empleando paneles prefabricados o cualquier otro dispositivo, que colocado desde el exterior proteja al personal que posteriormente descenderá a la zanja.
- Cuando la zanja tenga una profundidad mayor de 1,30 m. se colocarán escaleras distanciadas 10 m. como máximo.
- En las excavaciones con agotamiento, el bombeo estará alertado especialmente sobre los posibles peligros por contactos eléctricos indirectos.
- Se prohíbe transportar la bomba sin desconectarla previamente.
- Si es necesario alumbrado portátil la tensión de utilización será de 24 voltios.
- Los bordes de las zanjas se mantendrán limpios evitándose que pueda rodar el material y caer sobre la zanja, golpeando a las personas que trabajan en ella.
- Se prohíbe emplear los elementos de refuerzo y entibado, como apoyo para subir y bajar a la zanja. Se dispondrán los accesos necesarios.
- El transporte y colocación de tuberías por personas, se hará de forma tal que ninguna soporte un peso superior a 25 kg.
- Se evitará en lo posible la confluencia de trabajadores y máquinas en el mismo tajo.

c) Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad de polietileno.
- Mono de trabajo.
- Guantes de trabajo
- Botas de seguridad con puntera reforzadas.
- Gafas antipartículas.
- Mascarillas antipolvo.
- Fajas antivibratorias.
- Protectores auditivos.

d) Protecciones colectivas:

- Vallado perimetral de la zona de vaciado, a una distancia de seguridad de 2 m. como mínimo.
- El vallado de señalización será 0,90 m. de altura, sujeta a postes anclados adecuadamente al terreno, de manera que el conjunto sea estable (malla plástica, tipo stopper).
- El orden y limpieza del tajo será lo mejor de las protecciones colectivas.
- Señalización y ordenación del tráfico de máquinas de forma visible y sencilla.
- Todo lo correspondiente a las máquinas de movimiento de tierras o excavaciones.

4.4.21. Ejecución de Canalizaciones

a) Riesgos más frecuentes:

- Golpes por o contra objetos.
- Atrapamientos.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de materiales o herramientas.
- Cortes por herramientas manuales, máquinas o materiales.
- Sobreesfuerzos.

b) Normas preventivas:

- El tramo de tubería será izado del gancho de la grúa mediante el auxilio de balancines.
- La tubería en suspensión del balancín se guiará mediante cabos sujetos a los laterales de la pieza mediante un equipo formado por tres hombres. Dos de ellos gobernarán la pieza mediante los cabos mientras un tercero guiará la maniobra.
- Una vez presentado en el sitio de instalación, se procederá, sin descolgarlo del gancho de la grúa y sin descuidar la guía mediante los cabos, al montaje definitivo, concluido el cual, podrá desprenderse del balancín.

- Se prohíbe trabajar o permanecer en lugares de tránsito de piezas suspendidas, en prevención del riesgo de desplome
- Se instalarán señales de "peligro, paso de cargas suspendidas" sobre pies derechos bajo los lugares destinados a paso.
- Los prefabricados se descargarán de los camiones y se acopiarán en los lugares señalados en los planos para tal menester.
- Las tuberías se acopiarán sobre durmientes dispuestos de tal forma que no se dañen los elementos de enganche para su izado.
- A las tuberías en acopio, antes de proceder a su izado para ubicarlos en la obra, se les amarrarán los cabos de guía, para realizar las maniobras sin riesgos.

c) Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad.
- Guantes de P.V.C. o de goma.
- Guantes de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Botas de goma o P.V.C.
- Trajes de agua para tiempo lluvioso.

d) Protecciones colectivas:

- Vallado perimetral de la zona de vaciado, a una distancia de seguridad de 2 m. como mínimo.
- El vallado de señalización será 0,90 m. de altura, sujeta a postes anclados adecuadamente al terreno, de manera que el conjunto sea estable (malla plástica, tipo stopper).
- El orden y limpieza del tajo será lo mejor de las protecciones colectivas.
- Señalización y ordenación del tráfico de máquinas de forma visible y sencilla.
- Todo lo correspondiente a las máquinas de movimiento de tierras o excavaciones.

4.5. Riesgos y Medidas Preventivas de los Medios Auxiliares

4.5.1. Escaleras de mano

Escaleras de mano, serán de dos tipos: metálicas y de madera, para trabajos en alturas pequeñas y de poco tiempo, o para acceder a algún lugar elevado sobre el nivel del suelo.

a) Riesgos más frecuentes:

- Caída a distinto nivel, debidas a la mala colocación de las mismas, rotura de alguno de los peldaños, deslizamiento de la base por excesiva inclinación o incorrecto apoyo, vuelco lateral por apoyo irregular.
- Golpes con la escalera al manejarla de forma incorrecta.
- Los derivados de los usos inadecuados o de los montajes peligrosos (empalme de escaleras, escaleras cortas para la altura a salvar, etc).
- Sobreesfuerzos.

b) Normas preventivas:

a. De aplicación al uso de escaleras de madera:

- Las escaleras de madera a utilizar, tendrán los largueros de una sola pieza, sin defectos ni nudos que puedan mermar su seguridad.
- Los peldaños (travesaños) de madera estarán ensamblados.
- Se prohíbe la utilización de escaleras de madera pintadas, por la dificultad que ello supone para la detección de sus posibles defectos. Las escaleras de madera estarán protegidas de la intemperie mediante barnices transparentes.
- Las escaleras de madera se guardarán a cubierto. A ser posible se utilizarán preferentemente para usos internos de la obra.

b. De aplicación al uso de escaleras metálicas:

- Los largueros serán de una sola pieza y estarán sin deformaciones o abolladuras que puedan mermar su seguridad.
- Las escaleras metálicas estarán pintadas con pinturas antioxidantes que las preserven de las agresiones de la intemperie.

- Las escaleras metálicas a utilizar en esta obra no estarán suplementadas con uniones soldadas.
- El empalme de escaleras metálicas se realizará mediante la instalación de los dispositivos industriales fabricados para tal fin.

c. De aplicación al uso de escaleras de tijera:

- Las escaleras de tijera a utilizar en esta obra estarán dotadas en su articulación superior de topes de seguridad de apertura.
- Las escaleras de tijera estarán dotadas de dispositivos de seguridad que impidan su apertura al ser utilizadas.
- Las escaleras de tijera se utilizarán siempre como tales y en su posición de uso estarán montadas con los largueros en posición de máxima apertura para no mermar su seguridad.
- Las escaleras de tijera nunca se utilizarán a modo de borriquetas para sustentar las plataformas de trabajo.
- Las escaleras de tijera no se utilizarán si la posición necesaria sobre ellas para realizar un determinado trabajo, obliga a ubicar los pies en los 3 últimos peldaños.
- Las escaleras de tijera se utilizarán montadas siempre sobre pavimentos horizontales (o sobre superficies provisionales horizontales).

d. Para el uso de escaleras de mano, independientemente de los materiales que las constituyen:

- Las escaleras de mano se utilizarán de la forma y con las limitaciones establecidas por el fabricante.
- No se emplearán escaleras de mano y, en particular, escaleras de más de 5 metros de longitud, de cuya resistencia no se tengan garantías. Pudiendo aquellas que están reforzadas en su centro alcanzar los 7 metros.
- Queda prohibido el uso de escaleras de mano de construcción improvisada.

- Antes de utilizar una escalera de mano deberá asegurarse su estabilidad. La base de la escalera deberá quedar sólidamente asentada, y estarán dotadas en su extremo inferior de zapatas antideslizantes de seguridad.
- En caso de escaleras de mano simples, la parte superior se sujetará, si es necesario, al paramento sobre el que se apoya y cuando éste no permita el apoyo estable se sujetará al mismo mediante abrazadera u otros dispositivos equivalentes.
- Las escaleras de mano simples se colocarán, en la medida posible, formando un ángulo aproximado de 75 grados con la horizontal.
- Cuando se utilicen para acceder a lugares elevados, sus largueros deberán prolongarse al menos 1 m. por encima de ésta.
- El ascenso, descenso y los trabajos desde las escaleras se efectuarán de frente a las mismas, es decir, mirando directamente hacia los peldaños que se están utilizando.
- 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, sólo se efectuarán si se utiliza cinturón de seguridad o se adoptan otras 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.
- Se prohíbe transportar pesos a mano (o a hombro) iguales o superiores a 25 kg. sobre las escaleras de mano.
- Las escaleras de mano no se utilizarán por dos o más personas simultáneamente.
- Las escaleras de mano se revisarán periódicamente.
- Las prendas serán las adecuadas al oficio que se está realizando y utilice estos medios auxiliares.

c) Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Mono de trabajo.

- Casco de seguridad.
- Zapatos con suela antideslizante.

d) Protecciones colectivas:

- Se delimitará la zona de trabajo de las escaleras evitando el paso del personal por debajo de éstos, así como que éste coincida con zonas de acopio de materiales.

4.5.2. Maquinaria en General

4.5.2.1. Camión de Transporte

a) Riesgos más frecuentes:

- Los derivados del tráfico durante el transporte.
- Vuelco del camión.
- Atrapamientos.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Atropello de personas (entrada, circulación interna y salida).
- Choque o golpe contra objetos u otros vehículos.
- Sobreesfuerzos (mantenimiento).

b) Normas preventivas:

a. Normas o medidas preventivas tipo:

- Antes de iniciar las maniobras de carga y descarga del material, además de haber instalado el freno de mano de la cabina del camión, se instalarán calzos inmovilizadores en las cuatro ruedas, en prevención de accidentes por fallo mecánico.
- Todas las maniobras de carga y descarga serán dirigidas, en caso necesario, por un especialista conocedor del proceder más adecuado.
- Antes de iniciar cada turno de trabajo, compruebe que funcionen los mandos correctamente, así como la señalización acústica automática para la marcha atrás.
- El gancho de la grúa auxiliar, estará dotado de pestillos de seguridad.

- Las cargas se instalarán sobre la caja de forma uniforme compensando los pesos, de la manera más uniformemente repartida posible.
- El acceso y circulación interna de camiones en la obra se efectuará tal y como se describa en los planos del Plan de Seguridad.
- Las operaciones de carga y de descarga de los camiones, se efectuarán en los lugares señalados en planos para tal efecto.
- Todos los camiones dedicados al transporte de materiales para esta obra estarán en perfectas condiciones de mantenimiento y conservación.
- Las maniobras de posición correcta (aparcamiento) y expedición, (salida), del camión serán dirigidas por un señalista, en caso necesario.
- El colmo máximo permitido para materiales sueltos no superará la pendiente ideal del 5% y se cubrirá con una lona, en previsión de desplomes.
- A las cuadrillas encargadas de la carga y descarga de los camiones, se les hará entrega de la normativa de seguridad, guardando constancia escrita de ello.

b. Normas de seguridad para los trabajos de carga y descarga de camiones:

- Pida antes de proceder a su tarea, que le doten de guantes y manoplas de cuero.
- Utilice siempre el calzado de seguridad.
- Siga siempre las instrucciones del jefe del equipo.
- Si debe guiar las cargas en suspensión, hágalo mediante "cabos de gobierno" atados a ellas. Evite empujarlas directamente con las manos.
- No salte al suelo desde la carga o desde la caja si no es para evitar un riesgo grave.
- A los conductores de los camiones se les entregará la normativa de seguridad. De la entrega quedará constancia por escrito.

c) Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad para los desplazamientos fuera de la cabina.
- Guantes de seguridad para las labores de mantenimiento.
- Calzado de seguridad con suela antideslizante.
- Faja antivibratoria y cinturón de seguridad en el camión.

4.5.2.2. Camión Hormigonera**a) Riesgos más frecuentes:**

- Los derivados del tráfico durante el transporte.
- Vuelco del camión, (terrenos irregulares, embarrados, etc.).
- Atrapamientos durante el despliegue, montaje y desmontaje de las canaletas.
- Caída a distinto nivel.
- Atropello.
- Colisión contra otras máquinas, (movimiento de tierras, camiones, etc.).
- Golpes por o contra objetos.
- Caída de materiales.
- Sobreesfuerzos.
- Riesgos higiénicos por contacto con el hormigón.

b) Normas preventivas:**a. Normas o medidas preventivas tipo:**

- La puesta en estación y los movimientos del camión-hormigonera durante las operaciones de vertido, serán dirigidos en caso necesario por un señalista, en prevención de los riesgos por maniobras incorrectas.
- Antes de iniciar cada turno de trabajo, compruebe que funcionen los mandos correctamente, así como la señalización acústica automática para la marcha atrás.
- La limpieza de la cuba y canaletas se efectuará en los lugares plasmados en los planos para tal labor, en prevención de riesgos por la realización de trabajos en zonas próximas.
- Las operaciones de vertido a lo largo de cortes en el terreno se efectuarán separados a una distancia adecuada que evite el riesgo de desprendimientos en el terreno.
- A los conductores de los camiones-hormigonera, al entrar en la obra, se les entregará la normativa de seguridad, quedando constancia escrita de ello.

b. Normas de seguridad para visitantes:

- Atención, penetra usted en una zona de riesgo, siga las instrucciones que se le han dado para llegar al lugar del vertido del hormigón.
- Cuando deba salir de la cabina del camión utilice el casco de seguridad que se le ha entregado junto con esta nota.
- Respete las señales de tráfico internas de la obra.

c) Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad para los desplazamientos fuera del vehículo.
- Guantes de seguridad para el manejo de la canaleta y los mandos de control de la bombona.
- Guantes de goma o P.V.C. para las labores de mantenimiento.
- Botas de goma o P.V.C. para los desplazamientos fuera de la cabina.
- Calzado de seguridad con suela antideslizante.
- Mandil impermeable (limpieza de canaletas).
- Faja antivibratoria y cinturón de seguridad en la cabina.

4.5.2.3. Dobladora Mecánica de Ferralla

a) Riesgos más frecuentes:

- Atrapamiento
- Sobreesfuerzos
- Cortes por el manejo y sustentación de redondos
- Contactos con la energía eléctrica

b) Normas de seguridad y medidas preventivas:

- La dobladora mecánica de ferralla se ubicará en un lugar sobre el que no pasen cargas suspendidas, próximo al lugar de acopio, cercano al banco o borriquetas de montaje. Este banco o borriquetas debe estar en un lugar al que se acceda con el gancho de la grúa pero no llegar al de la dobladora.
- Se efectuará un barrido periódico del entorno de la dobladora de ferralla en prevención de daños por pisadas sobre objetos cortantes o punzantes.

- Las dobladoras mecánicas de ferralla a instalar en esta obra serán revisadas semanalmente observándose especialmente la buena respuesta de los mandos.
 - Las dobladoras mecánicas tendrán conectada a tierra todas sus partes metálicas, en prevención del riesgo eléctrico.
 - La manguera de alimentación eléctrica de la dobladora se llevará hasta esta de forma enterrada para evitar deterioros por roce y aplastamiento durante el manejo de la ferralla.
 - A la dobladora mecánica de ferralla se adherirán las siguientes señales de seguridad:
 - "Peligro, energía eléctrica" (señal normalizada).
 - "Peligro de atrapamiento", (señal normalizada).
 - Rótulo: No toque el plato y tetones de aprieto, pueden atraparle las manos.
 - Se acotará mediante señales de peligro sobre pies derechos la superficie de barrido de redondos durante las maniobras de doblado para evitar que se realicen tareas y acopios en el área sujeta al riesgo de golpes por las barras.
 - La descarga de la dobladora y ubicación in situ, se realizará suspendiéndola de cuatro puntos, (los ángulos), mediante eslingas; de tal forma, que se garantice su estabilidad durante el recorrido.
 - Se instalará en torno a la dobladora mecánica de ferralla un entablado de tabla de 5 cm, sobre una capa de gravilla, con una anchura de 3 m. en su entorno, en previsión de embarramientos de la zona.
- c) Protecciones individuales:
- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
 - Casco de polietileno
 - Ropa de trabajo
 - Botas de seguridad
 - Guantes de cuero

- Manoplas de cuero
- Mandil de cuero
- Trajes para tiempo lluvioso
- Cinturones portaherramientas

4.5.2.4. Carretilla Elevadora

Características de la máquina: Se trata de una pequeña máquina de elevación mediante una uña.

a) Riesgos más frecuentes:

- Vuelco de la carretilla elevadora.
- Atropellos.
- Golpes.
- Vibraciones.
- Caída a distinto nivel.
- Caída de materiales.
- Choques con elementos fijos de obra.

b) Normas de utilización:

- Las carretillas elevadores tan solo podrán ser conducidas por personas autorizadas.
- Se evitarán las paradas y arrancadas bruscas.
- Se habrá de circular a velocidad máquina de 10 km/h y en las curvas se reducirá.
- Antes de iniciar cada turno de trabajo, compruebe que funcionen los mandos correctamente, así como la señalización acústica automática para la marcha atrás. Es necesario hacer señales acústicas cuando exista riesgo para los peatones.
- El conductor mantendrá siempre sus extremidades en el interior del vehículo.
- Se llevará la carga elevada unos 15 cm por encima del nivel del suelo.
- Las operaciones de elevado y bajada de la carga se realizarán con la carretilla parada.

- Cuando la uña haya de elevarse por encima de los 4 metros, se ha de compensar la limitación visual con algún sistema complementario (espejos).
- Se avanzará la carretilla hasta que la carga se encuentre en el lugar de descarga previsto.
- Se separará la carretilla hasta que la carga se encuentre en el lugar de descarga previsto.
- Se separa la uña, poco a poco, manteniendo la altura de descarga.
- Cuando se circule sin carga, la uña se mantendrá bajada.
- Las cargas que se hayan de manipular habrán de tener un formato estable.
- No se podrán transportar personas sobre la uña.
- No podrán subirse cargas de más peso que la capacidad nominal de la carretilla.

c) Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad para los desplazamientos fuera del vehículo.
- Botas de seguridad con suela antideslizante.
- Guantes de cuero.
- Faja de protección lumbar.
- Ropa de trabajo.

4.5.2.5. Bomba de Hormigón Autopropulsada

a) Riesgos más frecuentes:

- Los derivados del tráfico durante el transporte.
- Vuelco.
- Deslizamientos por planos inclinados (trabajos en rampas y a media ladera).
- Proyecciones de objetos (reventón de tubería o salida de la pelota limpiadora).
- Golpes por objetos que vibran (tolva, tubos oscilantes).
- Contacto con la corriente eléctrica.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Sobreesfuerzos.

b) Normas preventivas:**a. Normas o medidas preventivas tipo:**

- El personal encargado del manejo del equipo del bombeo será especialista en el manejo y mantenimiento de la bomba.
- Antes de iniciar cada turno de trabajo, compruebe que funcionen los mandos correctamente, así como la señalización acústica automática para la marcha atrás.
- Los dispositivos de seguridad del equipo de bombeo, estarán siempre en perfectas condiciones de funcionamiento. Se prohíbe expresamente su modificación o manipulación.
- La bomba de hormigonado, solo podrá utilizarse para bombeo de hormigón según lo recomendado por el fabricante en función de la distancia de transporte.
- El brazo de elevación de la manguera, únicamente podrá ser utilizado para la misión a la que ha sido dedicado por su diseño.
- Las bombas para hormigón a utilizar habrán pasado una revisión anual en los talleres indicados para ello por el fabricante.
- La ubicación exacta en el solar de la bomba, se estudiará a nivel del Plan de Seguridad, no obstante, se exigirá que el lugar cumpla por lo menos con los siguientes requisitos:
 - Que sea horizontal.
 - Como norma general, que no diste menos de 3 m. del borde de un talud, zanja o corte del terreno (medidos desde el punto de apoyo de los gatos estabilizadores, siempre más salientes que las ruedas).
- Personal competente y autorizado, antes de iniciar el bombeo del hormigón, comprobará que las ruedas de la bomba están bloqueadas mediante calzos y los gatos estabilizadores en posición con el enclavamiento mecánico o hidráulico instalado.

b. Normas de seguridad para el manejo del equipo de bombeo de hormigón:

- Antes de iniciar el suministro de hormigón asegurarse de que todos los acoplamientos de palanca tienen en posición de inmovilización los pasadores.
- Antes de verter el hormigón en la tolva asegurarse de que está instalada la parrilla.
- No toque nunca directamente con las manos la tolva o el tubo oscilante si la máquina está en marcha.
- Si debe efectuar trabajos en la tolva o en el tubo oscilante, primero pare el motor de accionamiento, purgue la presión del acumulador a través del grifo, luego efectúe la tarea que se requiera.
- No trabajar con el equipo de bombeo en posición de avería, aunque sean fallos esporádicos. Detenga el servicio, pare la máquina y efectúe la reparación; solo entonces debe seguir suministrando hormigón.
- Si el motor de la bomba es eléctrico:
 - Antes de abrir el cuadro general de mando asegurarse de su total desconexión.
- No intente modificar o puentear los mecanismos de protección eléctrica.
- Comprobar diariamente, antes de iniciar el suministro, el estado de desgaste interno de la tubería de transporte mediante un medidor de espesores, para evitar riesgos de rotura.
- Para comprobar el espesor de la tubería es necesario que no esté bajo presión.
- Si debe bombear a gran distancia, antes de suministrar el hormigón, pruebe los conductos bajo la presión de seguridad.
- Respete el texto de todas las placas de aviso instalada en la máquina.
- Una persona competente y autorizada será la encargada de comprobar que para presiones mayores de 50 bares sobre el hormigón (bombeo en altura), se cumplen las siguientes condiciones y controles:
 - Que están montados los tubos de presión definidos por el fabricante para ese caso en concreto.

- Efectuar una presión de prueba al 30% por encima de la presión normal de servicio (prueba de seguridad).
- Comprobar y cambiar en su caso (cada aproximadamente 1.000 m³. ya bombeados), los acoplamientos, juntas y codos.
- Las conducciones de vertido de hormigón por bombeo, a las que puedan aproximarse operarios a distancias inferiores a 3 m. quedarán protegidas por resguardos de seguridad.
- Una vez concluido el hormigonado se lavará y limpiará el interior de los tubos de toda la instalación para evitar la aparición de “tapones” de hormigón.

c) Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Guantes de seguridad para el manejo de los mandos de la bomba.
- Casco de seguridad para realizar todas las operaciones y desplazamientos fuera de la cabina.
- Guantes de goma o de P.V.C. para las labores de mantenimiento.
- Calzado de Seguridad.
- Botas de goma o P.V.C. para todas las operaciones a realizar fuera de la cabina.
- Mandil impermeable para todas las labores de manejo de la bomba de hormigonado.
- Faja antivibratoria y cinturón de seguridad en la cabina.

4.5.3. Maquinaria para Movimiento de Tierras

4.5.3.1. Pala Cargadora sobre Oruga o sobre Neumáticos

a) Riesgos más frecuentes:

- Atropello.
- Deslizamiento de la máquina.
- Máquina en marcha, fuera de control por abandono de la cabina de mando sin desconectar la máquina.
- Vuelco de la máquina.

- Caída de la pala por pendientes.
- Choque contra otros vehículos.
- Contacto con líneas eléctricas (aéreas o enterradas).
- Desplomes de taludes o de frentes de excavación.
- Incendio.
- Quemaduras (trabajos de mantenimiento).
- Atrapamientos.
- Proyección de objetos durante el trabajo.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Golpes.
- Ruido.
- Vibraciones.
- Riesgos higiénicos de carácter pulvígeno.
- Sobreesfuerzos.

b) Normas preventivas:

a. Normas o medidas preventivas tipo:

- A los conductores de las palas cargadoras se les comunicará por escrito la normativa preventiva antes del inicio de los trabajos. De la entrega quedará constancia escrita.

b. Normas de actuación preventiva para los conductores de la pala cargadora:

- Para subir o bajar de la pala cargadora, se hará de forma frontal utilizando los peldaños y asideros dispuestos para tal función.
- No salte nunca directamente al suelo, si no es por peligro inminente para usted.
- No trate de realizar "ajustes" con la máquina en movimiento o con el motor en funcionamiento.
- No permita que personas no autorizadas accedan a la máquina.
- No trabaje con la máquina en situación de avería.

- Para realizar operaciones de servicio apoye en el suelo la cuchara, pare el motor, ponga el freno de mano y bloquee la máquina.
- Mantenga limpia la cabina de aceites, grasas, trapos, etc.
- En caso de calentamiento del motor no debe abrir directamente la tapa del radiador.
- Evite tocar el líquido anticorrosión, si debe hacerlo protéjase con guantes y gafas antiproyecciones.
- No fumar cuando se manipula la batería.
- No fumar cuando se abastezca de combustible.
- No tocar directamente el electrolito de la batería con las manos. Si debe hacerlo por algún motivo, hágalo protegido por guantes de seguridad con protección frente a agentes cáusticos o corrosivos.
- Antes de iniciar cada turno de trabajo, compruebe que funcionen los mandos correctamente, así como la señalización acústica automática para la marcha atrás.
- Si debe manipular el sistema eléctrico por alguna causa, desconecte el motor y extraiga la llave del contacto totalmente.
- Durante la limpieza de la máquina, protegerse con mascarilla, mono, y guantes de goma. Cuando utilice aire a presión, evitar las proyecciones de objetos.
- No liberar los frenos de la máquina en posición de parada, si antes no ha instalado los tacos de inmovilización en las ruedas.
- Si tiene que arrancar la máquina, mediante la batería de otra, tome precauciones para evitar chisporroteos de los cables. Recuerde que los líquidos de la batería desprenden gases inflamables. La batería puede explotar.
- Vigilar la presión de los neumáticos, trabaje con el inflado a la presión recomendada por el fabricante de la máquina.
- Durante el relleno de aire de las ruedas, sitúese tras la banda de rodadura apartándose del punto de conexión y llanta.

- Los caminos de circulación interna de la obra, se cuidarán para evitar blandones y embarramientos excesivos que mermen la seguridad de la circulación de la maquinaria.
- No se admitirán en obra palas cargadoras, que no vengan con la protección de cabina antivuelco y antiimpacto instalada.
- Las protecciones de cabina antivuelco y antiimpacto para cada modelo de pala, serán las diseñadas expresamente por el fabricante para su modelo.
- Las protecciones de la cabina antivuelco no presentarán deformaciones de haber resistido ningún vuelco.
- Se revisarán periódicamente todos los puntos de escape del motor, con el fin de asegurar que el conductor no recibe en la cabina gases procedentes de la combustión. - Esta precaución se extremará en los motores provistos de ventilador de aspiración para el radiador.
- Las palas cargadoras de obra, estarán dotadas de un botiquín de primeros auxilios.
- Las palas cargadoras de obra, que deban transitar por la vía pública, cumplirán con las disposiciones legales necesarias para realizar esta función y llevarán colocado el cinturón de seguridad.
- Se prohíbe que los conductores abandonen la máquina con el motor en marcha.
- Se prohíbe que los conductores abandonen la pala con la cuchara izada y sin apoyar en el suelo.
- La cuchara durante los transportes de tierras, permanecerá lo más baja posible para poder desplazarse con la máxima estabilidad.
- Los ascensos o descensos de la pala con la cuchara cargada se efectuarán siempre utilizando marchas cortas.
- La circulación sobre terrenos desiguales se efectuará a velocidad lenta.
- Se prohíbe transportar personas en la máquina, salvo en condiciones de emergencia.
- Se prohíbe izar a personas para acceder a trabajos puntuales utilizando la cuchara (dentro, encaramado o pendiente de ella)

- Las palas cargadoras estarán dotadas de un extintor, timbrado y con las revisiones al día.
- Se prohíbe el acceso a las palas cargadoras utilizando la vestimenta sin ceñir (puede engancharse en salientes, controles, etc.).
- Se prohíbe encaramarse a la pala durante la realización de cualquier movimiento.
- Se prohíbe subir o bajar de la pala en marcha.
- Las palas cargadoras estarán dotadas de luces y bocina. Además dispondrán de un mecanismo sonoro y luminoso que se active al mismo tiempo que la marta hacia atrás.
- Se prohíbe arrancar el motor sin antes cerciorarse de que no hay nadie en el área de operación de la pala.
- Los conductores se cerciorarán de que no existe peligro para los trabajadores que se encuentren en el interior de pozos o zanjas próximos al lugar de excavación.
- Los conductores deberán controlar los excesos de comida, así como evitar la ingestión de bebidas alcohólicas antes o durante el trabajo.

c) Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Gafas antiproyecciones para las operaciones de mantenimiento.
- Casco de seguridad para los desplazamientos fuera del vehículo.
- Guantes de cuero, goma o P.V.C. para las labores de mantenimiento.
- Faja antivibratoria y cinturón de seguridad.
- Calzado de seguridad con suela antideslizante.
- Botas de goma o P.V.C. para desplazamientos fuera del vehículo en temporada de barro o lluvia.
- Mascarillas con filtro mecánico.
- Protectores auditivos en caso de que la máquina no disponga de cabina insonorizada.

4.5.3.2. Retroexcavadora sobre Oruga o sobre Neumáticos

Puede llevar martillo rompedor para trabajos de demolición

a) Riesgos más frecuentes:

- Atropello.
- Deslizamiento de la máquina.
- Máquinas en marcha fuera de control (abandono de la cabina de mando sin desconectar la máquina y bloquear los frenos).
- Vuelco de la máquina (inclinación del terreno superior a la admisible para la circulación de la retroexcavadora).
- Caída por pendientes (trabajos al borde de taludes, cortes y asimilables).
- Choque contra otros vehículos.
- Contacto con líneas eléctricas aéreas o enterradas.
- Interferencias con infraestructuras urbanas (alcantarillado, red de aguas y líneas de conducción de gas o de electricidad).
- Incendio.
- Quemaduras (trabajos de mantenimiento).
- Atrapamientos (trabajos de mantenimiento).
- Proyección de objetos.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Golpes.
- Ruido.
- Vibraciones.
- Riesgos higiénicos de carácter pulverulento.
- Sobreesfuerzos.

b) Normas preventivas:

a. Normas o medidas preventivas tipo:

Se entregará a los conductores que deban manejar este tipo de máquinas, las normas y exigencias de seguridad que les afecten específicamente según el Plan de Seguridad. De la entrega, quedará constancia escrita.

b. Normas de actuación preventiva para los maquinistas de la retroexcavadora:

- Para subir o bajar de la "retroexcavadora", utilice los peldaños y asideros dispuestos para tal menester.
- No acceda a la máquina encaramándose a través de las cadenas o ruedas.
- Suba y baje de la máquina de forma frontal (mirando hacia ella) asiéndose al pasamanos.
- No trate de realizar "ajustes" con la máquina en movimiento y con el motor en funcionamiento.
- No permita el acceso a la "retroexcavadora" a personas no autorizadas.
- No trabaje con la "retroexcavadora" en situación de avería aunque se con fallos esporádicos. Repárela primero, luego, reanude el trabajo.
- Para evitar lesiones durante las operaciones de mantenimiento, apoye primero la cuchara en el suelo, pare el motor, ponga en servicio el freno de mano y bloquee la máquina; a continuación, realice las operaciones de servicio que necesite.
- Mantenga limpia la cabina de aceites, grasas, trapos, etc.
- No levante en caliente la tapa del radiador. Espere a que baje la temperatura y opere posteriormente.
- Protéjase con guantes de seguridad adecuados si debe tocar líquidos corrosivos. Utilice además pantalla antiproyecciones.
- Cambie el aceite del motor y del sistema hidráulico en frío para evitar quemaduras.
- Los líquidos de la batería desprenden gases inflamables. Si debe manipularlos, no fume ni acerque fuego.
- Si debe tocar el electrolito (líquido de la batería), hágalo protegido con guantes de seguridad adecuados.

- Si desea manipular en el sistema eléctrico, desconecte la máquina y extraiga primero la llave de contacto.
- Antes de soldar tuberías del sistema hidráulico, vacíelas y límpielas de aceite. Recuerde que el aceite del sistema hidráulico puede ser inflamable.
- No libere los frenos de la máquina en posición de parada si antes no ha instalado los tacos de inmovilización de las ruedas.
- Si debe arrancar la máquina mediante la batería de otra, tome precauciones para evitar chisporroteos de los cables. Recuerde que los electrolitos emiten gases inflamables. Las baterías pueden estallar por causa de una chispa.
- Vigile la presión de los neumáticos, trabaje con el inflado a la presión recomendada por el fabricante de su retroexcavadora.
- Tome toda clase de precauciones, recuerde que cuando necesite usar la cuchara bivalva, ésta puede oscilar en todas las direcciones y golpear a la cabina o a las personas circundantes que trabajan junto a usted durante los desplazamientos de la máquina.
- Antes de iniciar cada turno de trabajo, compruebe que funcionen los mandos correctamente, así como la señalización acústica automática para la marcha atrás.
- No olvide ajustar el asiento para que pueda alcanzar los controles con facilidad y el trabajo le resultará más agradable.
- Las operaciones de control del buen funcionamiento de los mandos hágalas con marchas sumamente lentas.
- Si topan con cables eléctricos, no salga de la máquina hasta haber interrumpido el contacto y alejado a la "retroexcavadora" del lugar. Salte entonces, sin tocar a un tiempo el terreno y la máquina.
- Los caminos de circulación interna de la obra se trazarán según lo diseñado en los planos del Plan de Seguridad y Salud.
- Se acotará el entorno de la zona de trabajo, cuando las circunstancias lo aconsejen a una distancia igual a la del alcance máximo del brazo excavador. Se prohíbe la permanencia de personas dentro de este entorno.

- Las cabinas serán exclusivamente las indicadas por el fabricante para cada modelo de "retroexcavadora" a utilizar.
- Se revisarán periódicamente todos los puntos de escape del motor para evitar que en la cabina se reciban gases nocivos.
- Las retroexcavadoras a utilizar en obra, estarán dotadas de un botiquín portátil de primeros auxilios, ubicado de forma resguardada para conservarlo limpio.
- Las retroexcavadoras a contratar para obra cumplirán todos los requisitos para que puedan autodesplazarse por carretera.
- Se prohíbe en esta obra que los conductores abandonen la "retroexcavadora" con el motor en marcha.
- Se prohíbe en obra que los conductores abandonen la "retroexcavadora" sin haber antes depositado la cuchara en el suelo.
- Se prohíbe que los conductores abandonen la máquina con la cuchara bivalva sin cerrar, aunque quede apoyada en el suelo.
- Los ascensos o descensos de las cucharas con carga se realizarán lentamente.
- Se prohíbe el transporte de personas en la "retroexcavadora", salvo en casos de emergencia.
- Se prohíbe utilizar el brazo articulado o las cucharas para izar personas y acceder a trabajos puntuales.
- Las retroexcavadoras a utilizar en obra, estarán dotadas de un extintor, timbrado y con las revisiones al día.
- Se prohíbe expresamente acceder a la cabina de mandos de la "retroexcavadora", utilizando vestimentas sin ceñir y cadenas, relojes, anillos, etc. que puedan engancharse en los salientes y controles.
- Se prohíbe realizar maniobras de movimientos de tierras sin antes haber puesto en servicio los apoyos hidráulicos de inmovilización.
- Se prohíbe expresamente en obra el manejo de grandes cargas (cuchara a pleno llenado), bajo régimen de fuertes vientos.
- Se prohíbe realizar esfuerzos por encima del límite de carga útil de la retroexcavadora.

- El cambio de posición de la "retroexcavadora", se efectuará situando el brazo en el sentido de la marcha (salvo en distancias muy cortas).
- El cambio de la posición de la "retroexcavadora" en trabajos a media ladera, se efectuará situando el brazo hacia la parte alta de la pendiente con el fin de aumentar en lo posible la estabilidad de la máquina.
- Se prohíbe estacionar la "retroexcavadora" en las zonas de influencia de los bordes de los taludes, zanjas y asimilables, para evitar el riesgo de vuelcos por fatiga del terreno.
- Se prohíbe realizar trabajos en el interior de las trincheras (o zanjas), en la zona de alcance del brazo de la retroexcavadora.
- Se prohíbe verter los productos de la excavación con la retroexcavadora al borde la zanja, respetando la distancia máxima que evite la sobrecarga del terreno.
- Los conductores deberán controlar el exceso de comida, así como evitar la ingestión de bebidas alcohólicas antes o durante el trabajo.

c) Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Gafas antiproyecciones para las operaciones de mantenimiento.
- Casco de seguridad para los desplazamientos fuera del vehículo.
- Guantes de cuero, goma o P.V.C. para las labores de mantenimiento.
- Faja antivibratoria y cinturón de seguridad.
- Calzado de seguridad antideslizante.
- Botas de goma o P.V.C. para los desplazamientos fuera del vehículo en temporada de barros y lluvias.
- Mascarillas con filtro mecánico recambiable antipolvo.
- Protectores auditivos en caso de no disponer de cabina insonorizada.

4.5.3.3. Camión Basculante

a) Riesgos más frecuentes:

- Atropellos de personas.
- Choques contra otros vehículos.

- Choques con elementos fijos de obra.
- Caída (al subir o bajar de la caja).
- Atrapamiento de personas en maniobras y operaciones de mantenimiento.
- Vuelco del camión.

b) Normas preventivas:

- La caja se bajará inmediatamente después de efectuada la descarga y antes de emprender la marcha.
- Antes de iniciar cada turno de trabajo, compruebe que funcionen los mandos correctamente, así como la señalización acústica automática para la marcha atrás.
- Al realizar las entradas o salidas del solar, el conductor extremará la precaución, auxiliado por las señales de un operario de la obra.
- Respetará todas las normas del código de circulación.
- Si por cualquier circunstancia, tuviera que parar en la rampa de acceso, el vehículo quedará frenado, y calzado con topes.
- Respetará en todo momento la señalización de la obra.
- Si por cualquier circunstancia, tuviera que parar en la rampa de acceso, el vehículo quedará frenado, y calzado con topes.
- Respetará en todo momento la señalización de la obra.
- Las maniobras, dentro del recinto de obra se harán sin brusquedades, anunciando con antelación las mismas, auxiliándose del personal de obra.
- La velocidad de circulación estará en consonancia con la carga transportada, la visibilidad y las condiciones del terreno.
- Durante la carga, permanecerá fuera del radio de acción de las máquinas y alejado del camión.
- Antes de comenzar la descarga tendrá echado el freno de mano.

c) Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad (Lo deberá usar siempre que baje del camión).

d) Protecciones colectivas:

- No permanecerá nadie en las proximidades del camión, en el momento de realizar éste cualquier tipo de maniobras.
- Si descarga material, en las proximidades de la zanja o pozo de cimentación, se aproximará a una distancia máxima de 1,00 metro, garantizando ésta, mediante topes.

4.5.3.4. Dumper

a) Riesgos más frecuentes:

- Choque con elementos fijos o móviles de obra.
- Atropello y/o aprisionamiento de personas en operaciones de maniobra, descarga y mantenimiento.
- Vuelcos al circular por pendientes excesivas, realizar maniobras bruscas, o llevar exceso de carga.

b) Normas preventivas:

- No se abandonará el dumper sin haber puesto el freno de mano. Si tuviera que parar en una rampa se dejará con calzas.
- No se permitirá el transporte de personas sobre ellos.
- Los caminos de circulación interior se señalarán con claridad para evitar colisiones o roces con otros vehículos, debiendo tener la pendiente máxima que el fabricante y las condiciones de utilización de la máquina permitan.
- La velocidad de circulación estará en consonancia con la carga transportada, la visibilidad y las condiciones del terreno.
- Antes de iniciar cada turno de trabajo, compruebe que funcionen los mandos correctamente en especial la dirección, el servofreno y el freno de mano, así como la señalización acústica automática para la marcha atrás.
- Estará siempre manejado por personal autorizado y cualificado debiendo éste en todo momento llevar casco de seguridad homologado y calzado con suela antideslizante.

- Todos sus elementos estarán sometidos a la comprobación periódica que indique el fabricante para su perfecto funcionamiento.
- Deberá disponer de pórticos de seguridad antivuelco.

c) Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad con suela antideslizante.
- Botas impermeables de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Guantes de goma o P.V.C. (mantenimiento).

4.5.3.5. Dumper autovolquete (Dumper o Motovolquete Autopropulsado)

a) Riesgos más frecuentes:

- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel.
- Caída de objetos en manipulación.
- Choque contra objetos inmóviles.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos.
- Contactos eléctricos.
- Exposición a ambientes pulvígenos.
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Exposición al ruido.

b) Normas preventivas:

- Todos los aparatos de transporte 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 de las personas y los materiales fuera de los receptáculos diseñados para tal efecto.
- La puesta en marcha, fortuita o fuera de ocasión.

- Toda clase de accidentes que pueden afectar a los operarios que trabajen en estos aparatos o en sus proximidades.
- Todos los vehículos y toda la 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 ergonomía.
- Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
- Utilizarse correctamente.
- Deberán adaptarse medidas preventivas para evitar que caigan en las excavaciones o en agua vehículos o maquinaria para movimiento de tierras o manipulación de materiales.
- Se deberán comprobar periódicamente los elementos del dumper o motovolquete autopropulsado.
- Cuando se ponga el motor en marcha, se sujetará con fuerza la manivela y se evitará soltarla de la mano. Los golpes por esta llave suelen ser muy dolorosos y producen lesiones serias.
- No ponga el vehículo en marcha sin antes cerciorarse de que tiene el freno de mano en posición de frenado, se evitarán accidentes por movimientos incontrolados.
- Se señalará y establecerá un fin de recorrido ante el borde de la zanja o de los taludes donde el dumper deba de verter su contenido.
- Se señalarán los caminos y direcciones que deban de ser recorridos por los dumper.
- Es obligatorio no exceder la velocidad de 20 km/h., tanto dentro como fuera de los límites de la obra.
- Si el dumper debe circular por vía urbana o interurbana, deberá ser conducido y manejado por una persona que esté en posesión del preceptivo permiso de conducir del tipo B.
- La medida anterior es recomendable, a su vez, incluso para la circulación y manejo en zonas internas de la obra.

- Se prohíbe sobrepasar la carga máxima inscrita en el volquete.
- Se prohíbe colmar el volquete de forma que impida la correcta visión del conductor.
- Queda prohibido el transporte de personas en el dumper, salvo que estén dotados para ello.
- El remonte de pendiente con el dumper cargado siempre se hará marcha atrás, para evitar pérdidas de material cargado o vuelco del propio aparato.

c) Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad.
- Botas de seguridad con puntera y plantilla reforzada.
- Botas de agua de seguridad con puntera y plantilla reforzada.
- Guantes de trabajo.
- Gafas de protección contra ambientes pulvígenos.
- Mascarilla de protección contra ambientes pulvígenos.
- Faja antivibratoria.
- Ropa de protección para el mal tiempo.
- Protección auditiva si el nivel de ruido sobrepasa los umbrales permitidos.

4.5.3.6. Motoniveladora

a) Riesgos más frecuentes:

- Caída de personas a distinto nivel.
- Golpes con o contra la máquina, objetos, otras máquinas o vehículos.
- Vuelcos, caída o deslizamiento de la máquina por pendientes.
- Atropellos.
- Atrapamientos.
- Incendio.
- Quemaduras (mantenimiento).
- Sobreesfuerzos (mantenimiento).

- Desplomes o proyección de objetos y materiales.
- Ruido.
- Vibraciones.

b) Normas preventivas:

a. Normas o medidas preventivas tipo:

- A los conductores de motoniveladoras se les comunicará por escrito la normativa preventiva antes del inicio de los trabajos. De su entrega quedará constancia escrita.
- A la motoniveladora solo accederá personal competente y autorizado para conducirla o repararla.
- La motoniveladora deberá poseer al menos:
 - Cabina de seguridad con protección frente al vuelco y frente a impactos.
 - Asiento antivibratorio y regulable en altura.
 - Señalización óptica y acústica adecuada, incluyendo marcha atrás.
 - Espejos retrovisores para una visión total desde el punto de conducción.
 - Extintor cargado, timbrado y actualizado.
 - Cinturón de seguridad.
 - Botiquín para emergencias.

b. Normas de actuación preventiva para los conductores de motoniveladora:

- No se deberá trabajar con la máquina en situación de avería, aunque sea con fallos esporádicos.
- El conductor antes de iniciar la jornada deberá:
- Examinar la máquina y sus alrededores con el fin de detectar posibles fugas o deficiencias en las piezas o conducciones.
- Revisar el estado de los neumáticos y su presión.
- Comprobar el adecuado funcionamiento de todos los dispositivos de seguridad de la máquina.
- Controlar el nivel de los indicadores de aceite y agua.

- El conductor seguirá en todo momento las instrucciones que contiene el manual del operador y que ha sido facilitado por el fabricante.
- Cuando la motoniveladora circule por las vías o caminos previstos, respetará estrictamente las señales que con carácter provisional o permanente encuentre en el trayecto.
- El conductor de la máquina no transportará en la misma a ninguna persona, salvo caso de emergencia.
- El conductor para subir y bajar de la máquina lo hará frente a la misma.
- El conductor no utilizará la cuchilla como ascensor, ni saltará directamente al terreno.
- No deberán realizarse “ajustes” con la máquina en movimiento o con el motor en funcionamiento.
- Para realizar operaciones de mantenimiento se deberá:
- Apoyar la cuchilla en el suelo o, si debe permanecer levantada durante estas operaciones, se inmovilizará adecuadamente.
- Bloquear las ruedas y calzarlas adecuadamente.
- Parar el motor y desconectar la batería en evitación de un arranque súbito.
- No situarse entre las ruedas o bajo la cuchilla si hay que permanecer cierto tiempo en dicha circunstancia.
- Se evitará el contacto directo con líquidos corrosivos, usando para ello la prenda adecuada al riesgo a proteger.
- No se deberá fumar:
- Cuando se manipule la batería.
- Cuando se abastezca de combustible a la máquina.
- Se mantendrá limpia la cabina de aceites, grasas, trapos, etc.
- Se usará el equipo de protección individual facilitado al efecto.
- No deberá ingerir bebidas alcohólicas ni antes, ni durante la jornada de trabajo.
- No tomará medicamentos sin prescripción facultativa, en especial aquellos que produzcan efectos negativos para una adecuada conducción.

- Los conductores procederán al lavado del suelo y pedales de la cabina con la frecuencia suficiente como para evitar ambientes pulverulentos dentro de la misma.

c) Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad para los desplazamientos fuera de la cabina.
- Protectores auditivos.
- Calzado de seguridad.
- Guantes de seguridad para las labores de mantenimiento.
- Botas de goma o de P.V.C. para los desplazamientos fuera de la cabina.
- Faja antivibratoria y cinturón de seguridad en la cabina.

4.5.3.7. Compactador

a) Riesgos más frecuentes:

- Atropello (por mala visibilidad, velocidad inadecuada, etc.).
- Máquina en marcha fuera de control.
- Vuelco (por fallo del terreno o inclinación excesiva).
- Caída por pendientes.
- Choque contra otros vehículos (camiones, máquinas).
- Incendios (mantenimiento).
- Quemaduras (mantenimiento).
- Caída de personas al subir o bajar de la máquina.
- Ruido.
- Vibraciones.
- Los derivados de trabajos continuados y monótonos.
- Los derivados del trabajo realizado en condiciones meteorológicas duras.

b) Normas preventivas:

- El operador permanecerá en su puesto de trabajo, sin abandonar éste hasta que el rodillo esté parado.

- Vigilará especialmente la estabilidad del rodillo cuando circule sobre superficies inclinadas, así como de la consistencia mínima del terreno, necesaria para conservar dicha estabilidad.
- Las reparaciones y operaciones de mantenimiento se harán con la máquina parada.

c) Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad (al bajar de la máquina).
- Calzado de seguridad antideslizante.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Guantes.
- Protectores antirruídos.

4.5.3.8. Zanjadora

a) Riesgos más frecuentes:

- Caída a distinto nivel.
- Aplastamiento.
- Ruido.
- Vibraciones.
- Proyección de partículas. Quemaduras.
- Incendio. Explosión. Cortes.
- Atropello (por mala visibilidad, velocidad inadecuada, etc.).
- Vuelco (por fallo del terreno o inclinación excesiva).
- Caída por pendientes.
- Choque contra otros vehículos (camiones, máquinas).
- Incendios (mantenimiento).
- Quemaduras (mantenimiento).
- Caída de personas al subir o bajar de la máquina.
- Ruido.

- Vibraciones.
- Los derivados de trabajos continuados y monótonos.
- Los derivados del trabajo realizado en condiciones meteorológicas duras.

b) Normas preventivas:

- Nunca se debe saltar de la máquina. Utilizar los medios instalados para tal fin y emplear ambas manos para sujetarse.
- En los trabajos de mantenimiento y reparación aparcas la máquina en suelo firme, colocar todas las palancas en posición neutral y parar el motor quitando la llave de contacto.
- Antes de cada intervención en el circuito hidráulico hay que accionar todos los mandos auxiliares en ambas direcciones con la llave en posición de contacto para eliminar presiones dinámicas.
- Nunca ponga la máquina en marcha antes de asegurar las piezas sueltas, comprobar si falta alguna señal de aviso.
- No realice modificaciones ampliaciones o montajes de equipos adicionales en la máquina, que perjudiquen la seguridad.
- En previsión de vuelcos, la cabina ha de estar en todo momento libre de objetos pesados.
- Mantenga su máquina limpia de grasa y aceite y en especial los accesos a la misma.
- Permanezca separado de todas las partes giratorias o móviles.
- Nunca trabaje debajo del equipo mientras éste no se encuentre apoyado adecuadamente en el suelo.
- No use cables defectuosos y utilice los guantes. Durante el giro del motor tenga cuidado que no se introduzcan objetos en el ventilador.
- Utilizar guantes y gafas de seguridad para efectuar trabajos
- Desconectar el motor al repostar y no fumen mientras lo hacen.
- Controlar la existencia de fugas en mangueras, racores,... si existen, elimínelas inmediatamente.

- No utilice nunca ayuda de arranque en frío a base de éter cerca de fuentes de calor.
- No transporte personal en la máquina sino está debidamente autorizado para ello.

c) Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad (al bajar de la máquina).
- Calzado de seguridad antideslizante.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Guantes.
- Protectores antirruidos.

4.5.3.9. Máquina de hinca

a) Riesgos más frecuentes

- Caída de personas a diferente nivel.
- Golpes contra objetos inmóviles.
- Golpes y contactos con elementos móviles de la máquina.
- Golpes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamientos por o entre objetos.
- Atrapamientos por vuelco de máquinas.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Explosiones.
- Incendios.
- Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos.
- Riesgo de daños a la salud derivados de la exposición a agentes químicos: polvo.
- Riesgo de daños a la salud derivados de la exposición a agentes físicos: ruidos y vibraciones.

b) Normas Preventivas

- Deben utilizarse pilotadoras de fabricación de pilotes mediante máquina taladradora rotatoria que prioritariamente dispongan de marcado CE, declaración de conformidad y manual de instrucciones o que se hayan sometido a puesta en conformidad de acuerdo con lo que especifica el RD 1215/97.
- Se recomienda que la pilotadora esté dotada de avisador luminoso de tipo rotatorio o flash
- Estar dotada de avisador acústico de marcha atrás.
- Cuando esta máquina circule únicamente por la obra, es necesario comprobar que la persona que la conduce tiene la autorización, dispone de la formación y de la información específicas de PRL que fija el RD 1215/97, de 18 de julio, artículo 5 o el Convenio Colectivo General del sector de la Construcción, artículo 156, y ha leído el manual de instrucciones correspondiente.
- Las operaciones de pilotaje han de estar dirigidas por un especialista.
- Revisar el cableado antes de iniciar los trabajos.
- Evitar el acceso a personas ajenas de la excavación en la zona de los pilotes.
- Antes de iniciar los trabajos, comprobar que todos los dispositivos de la pilotadora responden correctamente y están en perfecto estado: frenos, cadenas, etc.
- Para utilizar el teléfono móvil durante la conducción hay que disponer de un sistema de manos libres.
- Ajustar el asiento y los mandos a la posición adecuada.
- Asegurar la máxima visibilidad de la pilotadora mediante la limpieza de retrovisores, parabrisas y espejos.
- Verificar que la cabina esté limpia, sin restos de aceite, grasa o barro y sin objetos descontrolados en la zona de los mandos.
- El conductor tiene que limpiarse el calzado antes de utilizar la escalera de acceso a la cabina.
- Subir y bajar de la pilotadora únicamente por la escalera prevista por el fabricante.

- Para subir y bajar por la escalera, hay que utilizar las dos manos y hacerlo siempre de cara a la pilotadora.
- Comprobar que todos los rótulos de información de los riesgos estén en buen estado y situados en lugares visibles.
- Verificar la existencia de un extintor en la pilotadora.
- Mantener limpios los accesos, asideros y escaleras.

4.5.4. Maquinaria de Elevación

4.5.4.1. Grúa Autopropulsada

a) Riesgos más frecuentes:

- Los derivados del tráfico durante el transporte.
- Caídas a distinto nivel.
- Atrapamientos.
- Golpes por o contra objetos, materiales o maquinaria.
- Contactos con la energía eléctrica.
- Vuelco de la grúa autopropulsada.
- Atropellos de personas.
- Desplome de la estructura en montaje (perfilería general, tramos de grúa torre, climatizadores, etc.).
- Quemaduras.
- Sobreesfuerzos.

b) Normas preventivas:

a. Normas o medidas preventivas tipo:

- Las grúas autopropulsadas a utilizar en esta obra, tendrán al día el libro de mantenimiento.
- En el Plan de Seguridad especificará claramente en los planos, el lugar de estación de la grúa autopropulsada para montaje de la grúa torre, la estructura metálica, introducción de grandes pesos, etc.

- El gancho (o el doble gancho) de la grúa autopropulsada estará dotado de pestillo de seguridad, en prevención del riesgo de desprendimientos de la carga. Estará homologado y de acuerdo con la carga a suspender.
- Al acceder a la obra, se le hará entrega al conductor de la grúa autopropulsada de la siguiente normativa de seguridad. De su recepción quedará constancia por escrito.

b. Normas de seguridad:

- Atención, penetra usted en una zona de riesgo, siga las instrucciones del guía.
- Respete las señales de tráfico interno.
- Cuando deba salir de su vehículo utilice el casco de seguridad que se le ha entregado junto con esta nota.
- Una vez concluida su estancia en la obra devuelva el casco al salir.
- Ubíquese para realizar su trabajo, en el lugar o zona que se le señale.
- Antes de iniciar cada turno de trabajo, compruebe que funcionen los mandos correctamente, así como la señalización acústica automática para la marcha atrás.
- Una persona competente comprobará el correcto apoyo de los gatos estabilizadores antes de entrar en servicio la grúa autopropulsada.
- Se dispondrá en obra de una partida de tablonos de 9 cm. de espesor (o placas de palastro), para ser utilizadas como plataformas de reparto de cargas de los gatos estabilizadores en el caso de tener que fundamentar sobre terrenos blandos.
- Las maniobras de carga (o de descarga), estarán siempre guiadas por un especialista, en previsión de los riesgos por maniobras incorrectas.
- Se prohíbe expresamente sobrepasar la carga máxima admitida por el fabricante de la grúa autopropulsada, en función de la longitud en servicio del brazo.
- El gruista tendrá la carga suspendida siempre a la vista. Si esto no fuera posible, las maniobras estarán expresamente dirigidas por un señalista.

- Se prohíbe utilizar la grúa autopropulsada para arrastrar las cargas o realizar tirones sesgados, por ser una maniobra insegura.
- Se prohíbe permanecer o realizar trabajos en el radio de acción de la grúa autopropulsada en prevención de accidentes.
- Se prohíbe permanecer o realizar trabajos bajo el radio de acción de cargas suspendidas, en prevención de accidentes.
- Mantenga la máquina alejada de terrenos inseguros, propensos a hundimientos. Puede volcar la máquina y sufrir lesiones.
- Evite pasar el brazo de la grúa, con carga o sin ella, sobre el personal.
- No dé marcha atrás sin ayuda de un señalista. Tras la máquina puede haber operarios y objetos que usted desconoce al iniciar la maniobra.
- Suba y baje de la cabina y plataformas por los lugares previstos para ello.
- No salte nunca directamente al suelo desde la máquina si no es por un inminente riesgo para su integridad física.
- Si entra en contactos con una línea eléctrica, pida auxilio con la bocina y espere recibir instrucciones. No intente abandonar la cabina aunque el contacto eléctrico haya cesado, podría sufrir lesiones.
- No haga por sí mismo maniobras en espacios angostos. Pida la ayuda de un señalista y evitará accidentes.
- Antes de cruzar un "puente provisional de obra", cerciórese de que tiene la resistencia necesaria para soportar el peso de la máquina.
- Asegure la inmovilidad del brazo de la grúa antes de iniciar ningún desplazamiento. Póngalo en la posición de viaje y evitará accidentes por movimientos descontrolados.
- No permita que nadie se encarama sobre la carga. No consienta que nadie se cuelgue del gancho. Es muy peligroso.
- Limpie sus zapatos del barro o de la grava que pudieran tener antes de subir a la cabina. Si se resbalan los pedales durante una maniobra o marcha, puede provocar accidentes.
- Mantenga a la vista la carga. Si debe mirar hacia otro lado, pare las maniobras.

- Levante una sola carga cada vez. La carga de varios objetos distintos puede resultar problemática y difícil de gobernar.
- Asegúrese que la máquina está estabilizada antes de levantar cargas. Ponga en servicio los gatos estabilizadores totalmente extendidos, es la posición más segura.
- No abandone la máquina con una carga suspendida, no es seguro.
- No permita que haya operarios bajo cargas suspendidas.
- Antes de izar una carga, compruebe en la tabla de la cabina la distancia de extensión del brazo. No sobrepase el límite marcado en la tabla.
- Respete siempre las tablas, rótulos y señales adheridas a la máquina y haga que las respeten el resto del personal.
- Antes de poner en servicio la máquina, compruebe todos los dispositivos de frenado.
- No permita que el resto del personal acceda a la cabina o maneje los mandos. Puede provocar accidentes.
- No consienta que se utilicen aparejos, balancines, eslingas o estribos defectuosos o dañados.
- Asegúrese que todos los ganchos de los aparejos, balancines, eslingas o estribos posean el pestillo de seguridad que evite el desenganche fortuito. Evitará accidentes.
- Utilice siempre las prendas de protección que se le indiquen en la obra.

c) Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad con suela antideslizante.
- Guantes de goma o P.V.C.
- Guantes de cuero.
- Botas de goma o P.V.C.

4.5.4.2. Camión Grúa**a) Riesgos más frecuentes:**

- Los derivados del tráfico durante el transporte.
- Vuelco del camión.
- Atrapamientos.
- Caída a distinto nivel.
- Atropello.
- Caída de materiales (desplome de la carga).
- Golpes por o contra objetos, materiales o máquinas.

b) Normas preventivas:**a. Normas o medidas preventivas tipo:**

- Antes de iniciar las maniobras de carga se instalarán calzos en las cuatro ruedas y los gatos estabilizadores.
- Las maniobras de carga y descarga serán dirigidas por un especialista en prevención de los riesgos por maniobras incorrectas.
- Antes de iniciar cada turno de trabajo, compruebe que funcionen los mandos correctamente, así como la señalización acústica automática para la marcha atrás.
- Los ganchos de cuelgue estarán dotados de pestillos de seguridad.
- Se prohíbe expresamente sobrepasar la carga máxima admisible fijada por el fabricante del camión en función de la extensión del brazo-grúa.
- El gruista tendrá en todo momento a la vista la carga suspendida. Si esto no fuera posible, las maniobras serán expresamente dirigidas por un señalista, en previsión de los riesgos por maniobras incorrectas.
- Se prohíbe realizar suspensión de cargas de forma lateral cuando la superficie de apoyo del camión esté inclinada hacia el lado de la carga, para evitar el vuelco.
- Se prohíbe estacionar o circular con el camión grúa a distancias que puedan afectar a la estabilidad de las tierras por riesgo de desprendimiento.
- Se prohíbe realizar tirones sesgados de la carga.

- Se prohíbe arrastrar cargas con el camión grúa (el remolcado se efectuará según características del camión).
- Las cargas en suspensión, para evitar golpes y balanceos se guiarán mediante cabos de gobierno.
- Se prohíbe la permanencia de personas en torno al camión grúa a distancias inferiores a 5 metros.
- Se prohíbe la permanencia bajo las cargas en suspensión.
- El conductor del camión grúa estará en posesión del certificado que lo capacite para realizar estas operaciones.
- Al personal encargado del manejo del camión grúa se le hará entrega de la siguiente normativa de seguridad. De su recepción quedará constancia por escrito.

b. Normas preventivas para los operadores del camión grúa:

- Mantenga la máquina alejada de terrenos inseguros, propensos a hundimientos.
- Evite pasar el brazo de la grúa, con carga o sin ella sobre el personal.
- No dé marcha atrás sin la ayuda de un señalista. Tras la máquina puede haber operarios y objetos que usted desconoce al iniciar la maniobra.
- Suba y baje del camión grúa por los lugares previstos para ello.
- No salte nunca directamente al suelo desde la máquina si no es por un inminente riesgo.
- Si entra en contacto con una línea eléctrica, pida auxilio con la bocina y espere recibir instrucciones. No intente abandonar la cabina aunque el contacto con la energía eléctrica haya cesado. Sobre todo, no permita que nadie toque el camión grúa.
- No haga por sí mismo maniobras en espacios angostos. Pida la ayuda de un señalista.
- Antes de cruzar un “puente provisional de obra” cerciőrese de que tiene la resistencia necesaria para soportar el peso de la máquina.

- Asegúrese la inmovilidad del brazo de la grúa antes de iniciar ningún desplazamiento. Póngalo en la posición de viaje.
- No permita que nadie se encarama sobre la carga.
- No realice nunca arrastres de carga o tirones sesgados. La grúa puede volcar y en el mejor de los casos, la presión y esfuerzos realizados pueden dañar los sistemas hidráulicos del brazo.
- No intente sobrepasar la carga máxima autorizada para ser izada.
- Levante una sola carga cada vez. La carga de varios objetos distintos puede resultar problemática y difícil de gobernar.
- Asegúrese de que la máquina está estabilizada antes de levantar cargas. Ponga en servicio los gatos estabilizadores totalmente extendidos, es la posición más segura.
- No abandone la máquina con una carga suspendida.
- No permita que haya operarios bajo las cargas suspendidas.
- Antes de izar una carga, compruebe en la tabla de cargas de la cabina la distancia de extensión máxima del brazo. No sobrepasar el límite marcado en ella.
- Respete siempre las tablas, rótulos y señales adheridas a la máquina y haga que las respete el resto del personal.
- Evite el contacto con el brazo telescópico en servicio, puede sufrir atrapamientos.
- Antes de poner en servicio la máquina, compruebe todos los dispositivos de frenado.
- No permita que el resto del personal acceda a la cabina o maneje los mandos.
- No consienta que se utilicen aparejos, balancines, eslingas o estribos defectuosos o dañados.
- Asegúrese de que todos los ganchos de los aparejos, balancines, eslingas o estribos posean el pestillo de seguridad que evite el desenganche fortuito.
- Utilice siempre las prendas de protección que se le indiquen en la obra.
- Al acceder a la obra, se le hará entrega al conductor del camión grúa, de la siguiente normativa de seguridad. De ello quedará constancia escrita.

c) Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad.
- Guantes de seguridad.
- Calzado de seguridad con suela antideslizante.
- Botas de goma o P.V.C.

4.5.5. Maquinaria de Herramientas en General

4.5.5.1. Grupo Electrónico

- Un grupo electrógeno es un generador de corriente que consiste en un motor diésel o de gasolina unido a un generador con alternador, con el objetivo de producir la energía eléctrica adecuada al consumo necesario para alimentar consumidores fuera del alcance de una red eléctrica pública.
- Según su movilidad pueden ser:
 - Fijos; grupos que nada más pueden desplazarse cuando están desconectados.
 - Móviles: se incluyen en esta clasificación tanto los grupos portátiles, desplazados a mano, como los grupos montados sobre equipos con ruedas: grúas automotrices, por ejemplo: Estos grupos pueden desplazarse durante su funcionamiento.
- Riesgo de contacto eléctrico indirecto: se entiende como el que se da entre un operario y las masas de las máquinas o aparatos eléctricos puestos accidentalmente bajo tensión como consecuencia de un defecto de aislamiento.
- Se denomina masa a las partes o zonas metálicas accesibles del equipo eléctrico que normalmente no están bajo tensión, pero que pueden estarlo por un defecto de aislamiento interno.
- Las tensiones de contacto que pueden aparecer por un defecto, deben ser anuladas en un tiempo suficientemente corto, para evitar efectos nocivos sobre el organismo humano. Esta se define como la tensión que durante un defecto

puede resultar aplicada entre la mano y el pie de una persona que toque una masa normalmente en tensión.

a) Riesgos más frecuentes:

- Contacto eléctrico indirecto
- Golpes y atrapamientos
- Ruido
- Emanación de gases

b) Normas preventivas:

- Instalaciones temporales en obras; se basa en la llegada de los conductores de acometida, se dispondrá de un interruptor diferencial de sensibilidad mínima de 3.000 m. A.
- Para que puedan funcionar los interruptores diferenciales el neutro del alternador tiene que estar unido a tierra. Por tanto los esquemas más adecuados serán el T. T.
- Los equipos de generadores de corriente han de situarse en zonas distantes de los lugares de trabajo y suficientemente ventiladas.
- Los operarios no han de estar sometidos durante la jornada laboral al ruido del motor del generador, y si se ha de situar el generador en un lugar cerrado ha de garantizarse una ventilación suficiente para eliminar el riesgo que pueden sufrir los operarios.
- Las tensiones necesarias en obra son de 380 y 220 V, pudiéndose obtener tensiones de seguridad con ayuda de un transformador.

a. Conexión del grupo a la línea eléctrica:

i. Sistema T. T.: Consiste en conectar a tierra el neutro del alternador.

- Las masas de la maquinaria están conectadas a otra toma de tierra a través de los conductores de protección.

- Debe de existir un cuadro eléctrico que disponga de protección diferencial y magnetotérmica, frente a las corrientes de defecto y contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Este sistema se realizará siguiendo las instrucciones que a continuación se detallan:
 - 1) Se conectará el neutro del alternador a una tierra cuya resistencia no sea superior a 10 ohmios.
 - 2) Todas las masas de los aparatos eléctricos, se unirán a un conductor de protección y este a su vez estará conectado eficazmente a una toma de tierra cuyo valor no será superior a 20 ohmios.
 - 3) Cuando las masas de toda la maquinaria están puestas a tierra, y los valores de resistencia sean superiores a 80 ohmios, los interruptores diferenciales serán de alta sensibilidad (30 mA).
- Esta protección puede establecerse para la totalidad de la instalación o individualmente para cada máquina o aparato utilizado.
- ii. Sistema TN: Consiste en conectar el neutro del alternador y las masas de la maquinaria a la misma toma, de tierra, por medio del conductor principal de tierra.
 - Este sistema tiene la ventaja de que utiliza una sola toma de tierra.
 - Cualquier intensidad de defecto franco fase-masa, provoca una intensidad elevada próxima al cortocircuito que hará actuar al interruptor automático en el caso de que existiese una avería en el diferencial en un tiempo mínimo, antes de producirse una situación de riesgo.
 - El conductor neutro estará unido eficazmente a tierra en forma tal que la resistencia de la toma de tierra sea lo más baja posible. Se recomienda sea igual o inferior a 2 ohmios, y nunca superior a 10 ohmios.
 - Al circular elevadas intensidades por los conductores de protección en el caso de defecto franco a tierra, estos tendrán que tener una sección determinada, que es función de la sección de los conductores de fase.

- La sección para las líneas principales de tierra es decir el cable de unión del cuadro eléctrico a la toma de tierra, no será menor de 16 mm² y en el caso de tener que enlazar las picas o tomas de tierra, la sección del cable no será inferior a 35 mm².
- La sección del conductor neutro debe ser igual a la correspondiente a los conductores de fase, para secciones hasta 50 mm².

b. Cuadros eléctricos de obra:

Entre el generador y la máquina deben instalarse cuadros eléctricos de obra, donde se ubicarán los dispositivos de protección contra corrientes de defecto (interruptores diferenciales) contra cortocircuitos y sobrecargas (interruptores automáticos).

- En los cuadros eléctricos de obra no es aconsejable el uso de fusibles ya que este tipo de protección presenta dos serios inconvenientes:
 - 1) Es muy fácil y muy habitual que los fusibles sean sustituidos por otros de menor calibre, o lo que es peor, que sean puenteados (trucados).
 - 2) Caso de fusión de uno de ellos, la maquinaria trifásica queda funcionando a dos fases, con riesgo de quemarse por sobre-intensidad. Los interruptores automáticos, sin embargo actúan simultáneamente en las tres fases, interrumpiendo la alimentación de la máquina averiada.
- Así los interruptores automáticos de protección general tendrán un poder de corte no inferior a 10 kA.
- Los envolventes de los cuadros eléctricos serán de material aislante o de doble aislamiento.
- Las mangueras utilizadas llevarán además de los conductores de alimentación eléctrica de la maquinaria el conductor de protección (color amarillo verde).
- Los tomacorrientes serán de material aislante y estarán protegidos como mínimo contra las proyecciones de agua. Para saber a qué tensión están conectados se distinguirán por sus colores normalizados:

- Violeta = 24 voltios. Frecuencia 50 Hz.
- Blanco = 42 voltios. Frecuencia: 50 Hz.
- Amarillo = 110 voltios. Frecuencia: 50 Hz.
- Azul = 220 voltios. Frecuencia: 50 Hz.
- Rojo = 380 voltios. Frecuencia: 50 Hz.
- Verde = Frecuencia de 100 Hz a 300 Hz.

c) Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual llevarán el marcado CE
- Ropa de trabajo.
- Botas de aguas dieléctricas.
- Guantes dieléctricos de baja tensión.
- Protectores auditivos.
- Mascarillas.

4.5.5.2. Compresor

a) Riesgos más frecuentes:

- Vuelco.
- Atrapamientos de personas.
- Caída de la máquina por desprendimiento durante el transporte en suspensión.
- Ruido.
- Rotura de la manguera de presión.
- Riesgos higiénicos derivados de la emanación de gases tóxicos.
- Atrapamientos durante operaciones de mantenimiento.
- Sobreesfuerzos.

b) Normas preventivas:

- El compresor (o compresores), se ubicará en los lugares señalados para ello en los planos que completan el Plan de Seguridad y Salud, en prevención de los riesgos por imprevisión o por creación de atmósferas ruidosas.

- El arrastre directo para ubicación del compresor por los operarios, se realiza a una distancia nunca inferior a los 2 m. (como norma general), del borde de coronación de cortes y taludes, en prevención del riesgo de desprendimiento de la cabeza del talud por sobrecarga.
- El transporte en suspensión, se efectuará mediante un eslingado a cuatro puntos del compresor, de tal forma que quede garantizada la seguridad de la carga.
- El compresor a utilizar en esta obra, quedará en estación con la lanza de arrastre en posición horizontal (entonces el aparato en su totalidad estará nivelado sobre la horizontal), con las ruedas sujetas mediante tacos antideslizantes. Si la lanza de arrastre, carece de rueda o de pivote de nivelación, se le adaptará mediante un suplemento firme y seguro.
- Los compresores a utilizar en esta obra, serán de los llamados “silenciosos” en la intención de disminuir la contaminación acústica.
- Las carcasas protectoras de los compresores a utilizar en esta obra, estarán siempre instalados en posición de cerradas, en prevención de posibles atrapamientos y ruido.
- La zona dedicada en esta obra para la ubicación del compresor, quedará acordonada en un radio de 4 m. (como norma general) en su entorno, indicándose con señales de “obligatorio el uso de protectores auditivos” para sobrepasar la línea de limitación.
- Los compresores (no silenciosos) a utilizar en esta obra, se aislará por distancia del tajo de martillos (o de vibradores).
- Las operaciones de abastecimiento de combustible se efectuarán con el motor parado, en prevención de incendios o de explosión.
- Las mangueras a utilizar en esta obra, estarán siempre en perfectas condiciones de uso; es decir, sin grietas o desgastes que puedan predecir un reventón.
- Una persona competente controlará el estado de las mangueras, comunicando los deterioros detectados diariamente con el fin de que sean subsanados.
- Los mecanismos de conexión o de empalme, estarán recibidos a las mangueras mediante racores de presión según cálculo.

- Las mangueras de presión se mantendrán elevadas (a 4 o más metros de altura) en los cruces sobre los caminos de la obra.

c) Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Casco de seguridad con protectores auditivos incorporados.
- Protectores auditivos.
- Guantes de goma o P.V.C.

4.5.5.3. Vibrador de Aguja

a) Riesgos más frecuentes:

- Descargas eléctricas.
- Caídas en altura.
- Salpicadura de lechada en ojos.

b) Normas preventivas:

- La operación de vibrador se realizará siempre desde una posición estable.
- La manguera de alimentación desde el cuadro eléctrico estará protegida, si discurre por zonas de paso.

c) Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad
- Botas de agua.
- Guantes aislantes.
- Gafas para protección de hormigón.

4.5.5.4. Pistola Fija-Clavos

Máquina herramienta que se utiliza para construcción de anclajes de una determinada resistencia.

Puede ser utilizada para la construcción de “puntos fuertes” para amarre de algún elemento de seguridad previo cálculo de la sollicitación requerida.

a) Riesgos más frecuentes:

- Los derivados del alto nivel sonoro del disparo para el que la maneja y para el personal de su entorno próximo.
- Disparo inopinado y/o accidental sobre las personas o las cosas.
- Disparos a terceros por total cruce del clavo del elemento a recibir el disparo.
- Los derivados de la manipulación de los cartuchos de impulsión.
- Partículas proyectadas.

b) Normas preventivas:

- El personal dedicado al uso de la pistola fija-clavos será conocedor del manejo correcto de la herramienta, para evitar los accidentes por impericia.
- El personal dedicado al manejo de la pistola fija-clavos estará en posesión del permiso expreso de la jefatura de obra para dicha actividad.
- Normas preventivas para el operario que maneja la pistola fija-clavos
- Elija siempre el cartucho impulsor y el clavo adecuado para el material y el espesor en el que hincarlo.
- No intente disparar sobre superficies irregulares. Puede perder el control de la pistola y sufrir accidentes.
- No intente realizar disparos inclinados. Puede perder el control de la pistola y accidentarse.
- Antes de dar un disparo, cerciórese de que no hay nadie al otro lado del objeto sobre el que dispara, podría producir lesiones.
- Cerciórese que está en posición correcta el protector antes de disparar, evitará accidentes.

- No intente realizar disparos en lugares próximos a las aristas de un objeto. Pueden desprenderse fragmentos de forma descontrolada y lesionarle.
- No dispare en lugares cerrados. Cerciórese de que el lugar está bien ventilado.
- Instale el "adaptador para disparos sobre superficies curvas", antes de dar el tiro. Evitará el descontrol del clavo y de la pistola.
- No intente clavar sobre fábricas del ladrillo, tabiques, tabicones hueco doble, y en general, sobre aquellas hechas con ladrillos huecos, lo más probable es que se traspase la fábrica inútilmente.
- No intente clavar sobre bloques de hormigón ni sobre hormigones aligerados, lo taladrará inútilmente.
- Cerciórese del buen equilibrio de su persona antes de efectuar el disparo. Tenga presente que de lo contrario puede caer.
- Si debe disparar desde plataformas y andamios colgantes, cerciórese de que están inmovilizados. Podría usted caer al vacío.
- No dispare apoyado sobre objetos inestables (cajas, pilas de materiales, etc.), puede caer.
- Cuando se vaya a iniciar un tajo con disparo de pistola fija-clavos, se acordonará la zona (zona "X" de la obra), en prevención de daños a otros operarios.

c) Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Casco de protección auditiva independiente.
- Ropa de trabajo.
- Traje impermeable.
- Guantes de cuero.
- Manguitos de cuero.
- Mandil de cuero.

4.5.5.5. Taladro Portátil**a) Riesgos más frecuentes:**

- Contacto con la energía eléctrica.
- Atrapamientos.
- Erosiones en las manos.
- Cortes
- Golpes por fragmentos en el cuerpo.
- Los derivados de la rotura de la broca.
- Los derivados del mal montaje de la broca.

b) Normas preventivas:

- Compruebe que el aparato no carece de alguna de las piezas constituyentes en su carcasa de protección (o la tiene deteriorada). En caso afirmativo, comuníquelo para que sea reparada la anomalía y no lo utilice.
- Compruebe que el estado del cable de la clavija de conexión, rechace el aparato si aparece con repelones que dejen al descubierto hilos de cobre, o si tiene empalmes rudimentarios cubiertos con cinta aislante, etc., evitará los contactos con la energía eléctrica.
- Elija siempre la broca adecuada para el material a taladrar. Considere que hay brocas para cada tipo de material, no las intercambie, en el mejor de los casos, las estropeará sin obtener buenos resultados y se expondrá a riesgos innecesarios.
- No intente realizar taladros inclinados "a pulso", puede fracturarse la broca y producirle lesiones.
- No intente agrandar el orificio oscilando en rededor la broca, puede fracturarse y producirse lesiones, si desea agrandar el agujero utilice brocas de mayor sección.
- El desmontaje y montaje de brocas no lo haga el mandril aún en movimiento, directamente con la mano. Utilice la llave.

- No intente realizar un taladro en una sola maniobra. Primero marque el punto a horadar con un puntero, segundo aplique la broca y emboquille, ya que puede seguir taladrando, evitará accidentes.
 - No intente reparar el taladro ni lo desmonte. Pida que se lo reparen.
 - No presione el aparato excesivamente, por ello no terminará el agujero antes. La broca puede romperse y causarle lesiones.
 - Las piezas de tamaño reducido taládrelas sobre banco, amordazadas en tornillo sin fin, evitará accidentes.
 - Las labores sobre banco ejecútelas ubicando la máquina sobre el soporte adecuado para ello. Taladrará con mayor precisión y evitará el accidente.
 - Evite recalentar las brocas, girarán inútilmente y además pueden fracturarse y causarle daños.
 - Evite posicionar el taladro aún en movimiento en el suelo, es una posición insegura.
 - Desconecte el taladro de la red eléctrica antes de iniciar las manipulaciones por el cambio de la broca.
 - En esta obra, las taladradoras manuales estarán dotadas de doble aislamiento eléctrico.
 - Los taladros portátiles serán utilizados, en esta obra por personal especializado.
 - Se comprobará diariamente el buen estado de los taladros portátiles, retirando del servicio aquellas máquinas que ofrezcan deterioros que impliquen riesgos para los operarios.
 - La conexión o suministro eléctrico a los taladros portátiles, se realizará mediante manguera antihumedad a partir del cuadro de planta, dotada con clavijas macho-hembra estancas.
 - Se prohíbe expresamente depositar en el suelo o dejar abandonado el taladro portátil conectado a la red eléctrica.
- c) Protecciones individuales:
- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.

- Casco de seguridad
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Ropa de trabajo.
- Guantes de cuero.
- Calzado con suela antideslizante (trabajos de acabado)
- Botas de seguridad.

4.5.5.6. Radial de Corte

Características: Máquina portátil que realizar cortes continuos.

a) Riesgos más frecuentes:

- Cortes
- Ruido.
- Proyección de fragmentos del disco de corte.
- Mascarilla con filtro mecánico.
- Descargas eléctricas
- Proyección de partículas y polvo

b) Normas de utilización

- Antes de iniciar el corte, se procederá al replanteo exacto de la línea de sección a ejecutar.
- Tendrán todos sus órganos móviles protegidos con la carcasa.
- El manillar e mando de la radial de corte, se forrará con triple capa enroscada, de cinta autoadhesiva, para evitar contactos fortuitos con la energía eléctrica.

c) Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de polietileno
- Ropa de trabajo.
- Guantes de seguridad.
- Botas de seguridad.

- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Protectores auditivos.
- Mascarilla con filtro mecánico.

4.5.5.7. Soldadura Eléctrica

a) Riesgos más frecuentes:

- Caídas a distinto nivel
- Caídas al mismo nivel
- Contactos eléctricos indirectos
- Proyección de fragmento o partículas
- Contacto térmicos
- Exposición a radiaciones

b) Normas preventivas:

- 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 deben repararse cuidadosamente. Todos los puntos de empalme de los cables de soldadura deben estar perfectamente aislados.
- Los cables de conexión a la red y los de soldadura deben 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.
- También deberán usar gafas o pantallas inactivas los ayudantes de los soldadores.
- 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 deben 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 (diesel) 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 diesel.
- Los electrodos usados se dispondrán en un recipiente, evitando que queden esparcidos por el suelo.
- Antes de realizar cambios de intensidad debe desconectar 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.

a. Normas preventivas para soldadura en interior de recintos cerrados:

- Para soldar en recintos cerrados hay que tener siempre presente:
- Que deben eliminarse. por aspiración, gases, vapores y humos.
- Que hay que preocuparse de que la ventilación sea buena.
- Que nunca se debe ventilar con oxígeno.
- Que hay que llevar ropa protectora y difícilmente inflamable.
- Que no se debe de llevar ropa interior de fibras artificiales fácilmente inflamables.

c) Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección personal llevarán el marcado CE.
- Pantallas para soldadura.
- Manguitos, guantes o manoplas y polainas para soldadura
- Calzado de seguridad, con puntera reforzada en acero
- Mandil de cuero para soldadura.

5 Protecciones colectivas

De la identificación de los riesgos laborales que se ha realizado en los apartados anteriores y de los problemas específicos que plantea la construcción de la obra prevista, se prevé utilizar las protecciones colectivas incluidas en el siguiente listado.

1. En la señalización general:

- En general se instalarán todas las señales de seguridad de prohibición, indicadoras de riesgo, e informativas que sean necesarias en la obra.
- Se instalarán señales de “STOP”, “Peligro indefinido”, “Peligro salida de camiones”, en todas las salidas y a las distancias que marca el Código de Circulación.
- Se instalarán señales de uso obligatorio de casco, de cinturón de seguridad, de gafas, de mascarilla, de protectores auditivos, de botas y de guantes, etc.
- Señales de riesgo eléctrico, de caída de objetos, de caída a distinto nivel, de maquinaria pesada en movimiento, de cargas suspendidas, de incendio y de explosiones.
- Señalización de entrada y salida de vehículos.
- Señal informativa de localización de botiquín y de extintor.
- Cinta de balizamiento.
- Para advertir de los riesgos y medidas preventivas se colocarán carteles indicativos de riesgos y cordón de balizamiento.
- Balizas reflectantes.
- Balizas luminosas intermitentes.
- Panel de primeros auxilios.

2. En instalaciones eléctricas:

- Conductor de protección y pica o placa de puesta a tierra.
- Iluminación de emergencia.
- Pórticos de protección de líneas eléctricas.

- Detector de tormentas.
 - Interruptores diferenciales de 30 mA de sensibilidad para alumbrado y de 300 mA para fuerza.
 - Aparatos de medida eléctricos.
 - Protección del cuadro eléctrico contra riesgo de electrocución por contacto directo o indirecto.
3. Valla perimetral para cerramiento de la obra con accesos controlados y señalizados.
 4. Barandilla de protección en perímetro de excavaciones formada por tablones de madera de pino.
 5. Barandilla de protección en perímetros de forjados, formada por guardacuerpos metálico
 6. Pasamanos, listón intermedio y rodapié de madera.
 7. Barandilla de protección de escaleras, formada por guardacuerpos metálico y pasamanos, listón intermedio y rodapié de madera.
 8. Pasarela de madera para paso sobre zanjas.
 9. Red horizontal para protección de huecos horizontales.
 10. Red horizontal para protección de trabajos en forjados.
 11. Cuajado de tablones para protección de huecos horizontales.
 12. Tapa de protección de pozo o arqueta.
 13. Extintor de polvo químico ABC de 6 kg de agente extintor.
 14. Extintor de polvo químico ABC de 9 kg de agente extintor.
 15. Topes de desplazamiento de vehículos.
 16. Malla de polietileno tipo stopper de color naranja.
 17. Malla vertical de protección de andamiada.

6 Equipos de protección individual

Para el cálculo de los materiales necesarios se tendrá en cuenta las unidades de obra a realizar, la maquinaria empleada, así como el número total de operarios, el número simultáneo de operarios, el número de meses de duración de la obra, el número de soldadores, el número de electricistas para baja o alta tensión, el número de operarios que conducen maquinaria o utilizan martillos neumáticos, el número de técnicos, personal directivo, mandos intermedios, etc.

Según las características de la obra o necesidades:

- El plazo de ejecución de la obra está fijado en 12 meses.
- El número de operarios total de la obra. = 40
- El número de operarios simultaneo en obra. = 30.

Las protecciones individuales necesarias serán:

a) EPI para la cabeza:

Cantidad	Concepto
30	Ud. Casco de seguridad homologado.
3	Ud. Pantalla de seguridad para soldadura, homologada.
3	Ud. Casco de seguridad homologado.
30	Ud. Pantalla de seguridad para soldadura, homologada.
30	Ud. Casco de seguridad homologado.
30	Ud. Pantalla de seguridad para soldadura, homologada.
30	Ud. Casco de seguridad homologado.
30	Ud. Pantalla de seguridad para soldadura, homologada.

b) EPI para el cuerpo:

Cantidad	Concepto
30	Ud. Mono de trabajo, homologado.
30	Ud. Impermeable de trabajo, homologado.
6	Ud. Mandil de cuero para soldador, homologado.
30	Ud. Cinturón de seguridad clase A (sujeción), homolog.
30	Ud. Cinturón portaherramientas, homologado.

c) EPI para las manos:

Cantidad	Concepto
30	Pares de Guantes de goma.
30	Pares de Guantes de uso general.
4	Pares de guantes para soldador, homologados.
4	Pares de guantes aislantes para electricista, homolog.

d) EPI para los pies y piernas:

Cantidad	Concepto
30	Pares de botas de agua, homologadas.
30	Pares de botas de seguridad con puntera y plantillas metálicas homologadas.
4	Pares de botas aislantes para electricista, homologó.
4	Par de polainas para soldador, homologadas.

Las prendas de protección personal se almacenarán en obra en un número suficiente para asegurar la sustitución de cualquiera de ellas cuando por uso o desgaste así se requiera.

e) EPI anticaídas:

Cantidad	Concepto
6	Arnés amarre dorsal y torsal.
6	Arnés amarre dorsal/torsal con doble regulación.
8	Cinturón de sujeción y retención.
8	Distanciador de sujeción con regulador 2m. 16 mm
8	Eslinga de amarre de 12 mm. 1 m. anillo más mosquetón
8	Eslinga de amarre de 12 mm. 2 m. anillo más mosquetón

7 Instalaciones de higiene y servicios comunes

Se instalará una caseta de obra, en las inmediaciones de la obra, para uso de los trabajadores. Estará provista de taquillas, y servicios de aseo, incluyendo jabón, papel higiénico, toallas, etc., así como de agua potable.

Asimismo, se dispondrá de una zona de oficina, con sillas, mesas, perchas, etc.

También existirá un botiquín de primeros auxilios que se revisará mensualmente, siendo repuesto inmediatamente el material consumido.

Se adjunta descripción descompuesta de los medios asignados para higiene y servicios comunes destinados a la obra objeto del presente proyecto, en el apartado anexo a este Estudio de Seguridad y Salud denominado “Presupuesto”.

8 Pliego de condiciones

8.1. Normativa legal aplicable

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

1. Estatuto de los trabajadores.
2. Convenio Colectivo Provincial de la Construcción.
3. Código de circulación.
4. R.D. 130/2017. Reglamento de Explosivos
5. Orden FOM/534/2014. Norma 8.1-IC señalización vertical de la Instrucción de Carreteras
6. R.D. 842/2002. Reglamento electrotécnico para baja tensión
7. R.D. 39/97. Reglamento de los servicios de Prevención.
8. R.D. 485/97. Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
9. R.D. 486/97. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
10. R.D. 487/97. Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
11. R.D. 488/97. Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.
12. R.D. 1215/1997. Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo
13. R.D. 1627/97. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
14. R.D. 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
15. Ley 31/95 de Prevención de Riesgos Laborales.
16. Ley 54/2003 Reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.

17. Ley 23/2015. Ordenadora del sistema de Inspección de Trabajo y Seguridad Social.
18. Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
19. Demás disposiciones oficiales relativas a la Seguridad, Higiene y Medicina del Trabajo, que puedan afectar a los trabajos que se realicen en la obra.

8.2. Condiciones de los Medios de Protección

Todas las prendas de protección personal o elementos de protección colectiva tendrán fijado un período de vida útil, desechándose a su término.

Cuando, por las circunstancias de trabajo, se produzca un deterioro más rápido en una determinada prenda o equipo, se repondrá ésta, independientemente de la duración prevista o fecha de entrega.

8.2.1. Protecciones Personales.

Todo elemento de protección personal se ajustará a las normas de homologación del Ministerio de Trabajo siempre que exista en el mercado.

En los casos en que no exista norma de homologación oficial, serán de calidad adecuada a sus respectivas prestaciones.

Se considerará de obligado cumplimiento en este estudio de seguridad e higiene, con referencia a las prendas de protección personal a utilizar, la siguiente normativa:

1. Norma Técnica Reglamentaria M.T.1.- Cascos de seguridad no metálicos.
2. Norma Técnica Reglamentaria M.T.2.- Protectores auditivos.
3. Norma Técnica Reglamentaria M.T.3.- Pantallas para soldadores.
4. Norma Técnica Reglamentaria M.T.5.- Calzado de seguridad.
5. Norma Técnica Reglamentaria M.T.7. y 8.- Equipos de protección personal de vías respiratorias.

6. Norma Técnica Reglamentaria M.T.12., 21. y 22.- Cinturones de seguridad.
7. Norma Técnica Reglamentaria M.T.26.- Aislamiento de seguridad en herramientas manuales.
8. Norma Técnica Reglamentaria M.T.27.- Botas impermeables.

8.2.2. Protecciones Colectivas.

8.2.2.1. Vallas Autónomas de Limitación y Protección

Tendrán como mínimo 90 cm de altura, estando construidas a base de tubos metálicos.

8.2.2.2. Pasarelas

Las pasarelas para el paso peatonal serán de madera y estarán formadas por tablones (60 cm) trabados entre sí y bordeados por barandillas de 90 cm de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié.

Su tablero no presentará huecos y será capaz de resistir los impactos producidos por la caída de materiales.

8.3. Servicios de prevención-botiquín

8.3.1. Servicio Técnico de Seguridad e Higiene

La empresa constructora dispondrá de asesoramiento técnico en Seguridad e Higiene.

8.3.2. Servicios Médicos

La empresa constructora dispondrá de un servicio médico de empresa propio o mancomunado.

8.3.3. Botiquín

El botiquín se revisará mensualmente y se repondrá inmediatamente lo consumido. El contenido mínimo de cada botiquín será:

1. Agua oxigenada.
2. Alcohol de 96º con Tintura de yodo.

3. Mercurómetro.
4. Amoníaco.
5. Gasa estéril.
6. Algodón hidrófilo.
7. Vendas.
8. Esparadrapo.
9. Antiespasmódicos y tónicos cardíacos de urgencia.
10. Torniquetes.
11. Bolsas de goma para agua y hielo.
12. Guantes esterilizados.
13. Jeringuillas desechables.
14. Agujas para inyectables desechables.
15. Termómetro clínico.
16. Pinzas.
17. Tijeras.

8.4. Vigilante de seguridad

Se nombrará un vigilante de seguridad, de acuerdo con lo previsto en la ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo, a quien se asignarán las funciones recogidas en el artículo 9º de la O.G.S.H.T. y de entre las cuales se extractan las siguientes:

1. Promover el interés y cooperación de los trabajadores en orden a la seguridad e higiene en el trabajo.
2. Comunicar por conducto jerárquico o, en su caso directamente al empresario, las situaciones de peligro que puedan producirse en cualquiera de los puestos de trabajo, proponiendo las medidas que a su juicio deban adaptarse.
3. Examinar las condiciones relativas al orden, limpieza, ambiente, instalaciones, máquinas, herramientas, etc. y procesos laborales en la empresa, comunicando al jefe de obra la existencia de riesgos que puedan afectar a la vida o salud de los trabajadores con objeto de que sean puestas en práctica las oportunas medidas de prevención.

4. Prestar los primeros auxilios a los accidentados y proveer cuanto fuera necesario para que reciban la inmediata asistencia sanitaria que el estado o situación de los mismos pudieran requerir.
5. Por cada empresa subcontratada con más de cinco trabajadores, se designará asimismo, un vigilante de seguridad, que será el representante vocal en el comité de seguridad e higiene de la obra.

8.5. Comité de seguridad e higiene

Se constituirá el comité cuando el número de trabajadores supere el previsto en la Ley 31/95 de Prevención de Riesgos Laborales (un número igual o superior a 50 trabajadores) o en su caso, cuando lo disponga el Convenio Colectivo Provincial.

La composición será la siguiente:

- Un Presidente.
- Un Técnico de Seguridad.
- Un Secretario.
- Cuatro Vocales, de entre los oficios más significativos.

Su funcionamiento se ajustará a lo previsto en la normativa vigente.

En cualquier caso, será preciso que el contratista cuente con un Técnico de Seguridad, cuyo nombre quedará inscrito en el libro de Dirección de Obra. Dicho Técnico de Seguridad tomará las medidas didácticas oportunas para que el personal conozca las normas de seguridad y prevención mínima.

Las funciones y atribuciones de dicho Comité serán las siguientes:

1. Promover la observancia de las disposiciones vigentes para la prevención de los riesgos profesionales.
2. Informar sobre el contenido de las normas de Seguridad e Higiene para que deban figurar en el reglamento.

3. Realizar visitas, tanto a los lugares de trabajo como a los servicios y dependencias establecidos para los trabajadores de la obra, para conocer las condiciones relativas al orden, limpieza, ambiente, instalaciones, maquinaria, herramientas y procesos laborales, y constatar los riesgos que puedan afectar a la vida o salud de los trabajadores e informar de los defectos y peligros que adviertan, proponiendo, en su caso, la adopción de las medidas preventivas necesarias, y cualquiera otras que considere oportunas.
4. Interesar la práctica de reconocimientos médicos a los trabajadores de la obra, conforme a lo dispuesto en las disposiciones vigentes.
5. Velar por la eficaz organización de la lucha contra incendios en el seno de la obra.
6. Conocer las investigaciones realizadas por los Técnicos de la empresa sobre los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que en ella se produzcan.
7. Investigar las causas de los accidentes y de las enfermedades profesionales producidos en la obra, con objeto de evitar unos y otras, y en los casos graves y especiales practicar las informaciones correspondientes, cuyos resultados dará a conocer a los representantes de los Trabajadores y a la Inspección Provincial de Trabajo.
8. Cuidar de que todos los trabajadores reciban una formación adecuada en materia de Seguridad e Higiene y fomentar la colaboración de los mismos en la práctica y observancia de las medidas preventivas de los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.
9. Cooperar en la realización y desarrollo de programas y campañas de Seguridad e Higiene del Trabajo en la obra, de acuerdo con las orientaciones y directrices del I.N.S.H.T. y ponderar los resultados obtenidos en cada caso.
10. Promover la enseñanza, divulgación y propaganda de la Seguridad e Higiene, mediante cursillos y conferencias al personal de la obra, bien directamente o a través de instituciones oficiales o sindicales especializadas, la colocación de carteles y de avisos de seguridad, y la celebración de concursos sobre temas y cuestiones relativos a dicho orden de materiales.
11. Promover la concesión de recompensas al personal que se distinga por su comportamiento, sugerencias o intervención en actos meritorios, así como la

imposición de sanciones a quienes incumplan normas e instrucciones sobre Seguridad e Higiene de obligada observancia en el seno de la obra.

El Comité se reunirá, al menos mensualmente y siempre que los convoque su Presidente por libre iniciativa o a petición fundada de tres o más de sus componentes.

En la convocatoria se fijará el orden de asuntos a tratar en la reunión.

El Comité, por cada reunión que se celebre, extenderá el acta correspondiente, de la que remitirán una copia a los Representantes de los trabajadores.

Asimismo, enviarán mensualmente al Delegado de Trabajo una Nota Informativa sobre la labor desarrollada por los mismos.

Las reuniones del Comité de Seguridad e Higiene se celebrará dentro de las horas de trabajo y, caso de prolongarse fuera de éstas, se abonarán sin recargo, o se retardará, si es posible, la entrada al trabajo en igual tiempo, si la prolongación ha tenido lugar durante el descanso de mediodía.

8.6. Instalaciones de Higiene y Bienestar

Las instalaciones provisionales de obra en lo relativo a elementos, dimensiones y características se atenderán lo especificado el RD 486/1997.

Se precisan recipientes con tapa para facilitar el acopio y retirada de los desperdicios y basuras que genere durante las comidas el personal de la obra.

Para el servicio de limpieza de estas instalaciones higiénicas, se responsabilizará a una persona, la cual podrá alternar este trabajo con otros propios de la obra.

8.7. Plan de Seguridad y Salud

El Contratista está obligado a redactar un Plan de Seguridad y Salud, adaptando este estudio a sus medios y métodos de ejecución.

Se adjuntan las Normas Generales de Obligado Cumplimiento para todo personal de contrata dentro del recinto, comprometiéndose la contrata a cumplirlas y hacerlas cumplir a todo su personal, así como el personal de los posibles gremios o empresas subcontratados por ella. La contrata deberá informar a todo su personal de estas Normas y del presente Pliego de Condiciones, disponiendo en las oficinas de obra de una copia de estos documentos.

Antes de comenzar las obras, la contrata comunicará por escrito a la Dirección Facultativa el nombre del máximo responsable entre el personal que esté habitualmente en obra, quien tendrá en su poder una copia del Plan de Seguridad y Salud que se elabore.

En el Plan de Seguridad que se presente a la aprobación de la Dirección Facultativa de la obra, debe incluirse específicamente un Plan de emergencia, compuesto por un folio donde se especifiquen las actuaciones que se deben realizar en caso de un accidente o incendio. Concretamente, se especificará como mínimo:

1. Nombre, teléfono y dirección donde deben ir normalmente los accidentados.
2. Teléfono de paradas de taxis próximas.
3. Teléfono de cuerpos de bomberos próximos.
4. Teléfono de ambulancias próximas.

Cuando ocurra algún accidente que precise asistencia facultativa, aunque sea leve, y la asistencia médica se reduzca a una primera cura, el Jefe de Obra de la contrata principal realizará una investigación del mismo y, además de los trámites oficialmente establecidos, pasará un informe a la Dirección Facultativa de la obra, en el que se especificará:

1. Nombre del accidentado.
2. Hora, día y lugar del accidente.
3. Descripción del mismo.
4. Causas del accidente.
5. Medidas preventivas para evitar su repetición.

6. Fechas topes de realización de las medidas preventivas.

Este informe se pasará a la Dirección Facultativa, como muy tarde dentro del día siguiente al del accidente. La Dirección Facultativa podrá aprobar el informe o exigir la adopción de medidas complementarias no indicadas en el mismo.

Para cualquier modificación del Plan de Seguridad e Higiene que fuera preciso realizar, será preciso recabar previamente la aprobación de la Dirección Facultativa.

La Contrata enviará a la Dirección Facultativa mensualmente fotocopia de los abonos de la Seguridad Social, y antes de comenzar el trabajo, deberá presentar:

1. Relación sencilla de trabajadores, mandos intermedios, jefes de equipo y empleados del contratista, que incluyan: nombre y dos apellidos, oficio, categoría, domicilio de los interesados, número de la Seguridad Social y número del D.N.I.
2. Alta individual en la Seguridad Social, documento A2, para quienes aún no figuren en el último C2 cotizado y abonado.
3. Relación nominal y mensual de cotización en seguros sociales, documento C2, último abono, en la que figuren los nombres de los trabajadores que hayan de prestar servicios activos.

El jefe de Obra suministrará las normas especificadas de trabajo a cada operario de los distintos gremios, asegurándose de su comprensión y entendimiento.

Todo personal de nuevo ingreso en la contrata (aunque sea eventual) debe pasar el reconocimiento médico obligatorio antes de iniciar su trabajo, todo el personal se someterá a los reconocimientos médicos periódicos, según lo prescrito en la legislación vigente.

9 Presupuesto

Cantidad	Concepto	P/U	Total
Capítulo 1. Protecciones Individuales			
Subcapítulo 1.1. Protecciones para la Cabeza			
30	Ud. Casco de seguridad homologado.	3,07	92,1
6	Ud. Pantalla de seguridad para soldadura, homologada.	19,83	118,98
6	Ud. Pantalla contra partículas, homologada.	8,41	50,46
30	Ud. Gafas contra impactos, homologadas.	18,03	540,9
30	Ud. Gafas antipolvo, homologadas.	4,21	126,3
30	Ud. Mascarillas antipolvo, homologadas.	2,55	76,5
30	Ud. Filtro recambio mascarilla, homologado.	1,23	36,9
30	Ud. Protectores auditivos, homologados.	12,29	368,7
	Subtotal Protecciones para la Cabeza		1.410,84
Subcapítulo 1.2. Protecciones para el Cuerpo			
30	Ud. Mono de trabajo, homologado.	21,64	649,2
30	Ud. Impermeable de trabajo, homologado.	19,41	582,3
6	Ud. Mandil de cuero para soldador, homologado.	18,03	108,18
30	Ud. Cinturón de seguridad clase A (sujeción), homologado.	32,76	982,8
30	Ud. Cinturón portaherramientas, homologado.	35,76	1072,8
	Subtotal Protecciones para el Cuerpo.		3.395,28
Subcapítulo 1.3. Protecciones para las Manos			
30	Pares de Guantes de goma.	1,3	39

30	Pares de Guantes de uso general.	2,79	83,7
4	Pares de guantes para soldador, homologados.	5,62	22,48
4	Pares de guantes aislantes para electricista, homologados.	45,98	183,92
	Subtotal Protecciones para las Manos.		329,1
Subcapítulo 1.4. Protecciones para los Pies			
30	Pares de botas de agua, homologadas.	19,44	583,2
30	Pares de botas de seguridad con puntera y plantillas metálicas homologadas.	35,82	1074,6
4	Pares de botas aislantes para electricista, homologadas.	42,37	169,48
4	Par de polainas para soldador, homologadas.	11,24	44,96
	Subtotal Protecciones para los Pies.		1.872,24
Subcapítulo 1.5. Protecciones anticaídas			
6	Arnés amarre dorsal y torsal	55	330
6	Arnés amarre dorsal/torsal con doble regulación	64	384
8	Cinturón de sujeción y retención	19	152
8	Distanciador de sujeción con regulador 2m. 16 mm	22	176
8	Eslinga amarre de 12 mm. 1 m. anillo más mosquetón	24	192
8	Eslinga amarre de 12 mm. 2 m. anillo más mosquetón	26	208
	Subtotal Protecciones Anticaídas		1.442,00
	Total Protecciones Individuales		8.449,46

Cantidad	Concepto	P/U	Total
Capítulo 2. Protecciones Colectivas			
Subcapítulo 2.1. Señalizaciones			

8	Ud. Señal de STOP tipo octogonal de D=600 mm normalizada, con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura, incl. parte proporcional de apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado.	78,13	625,04
4	Ud. Cartel indicativo de riesgo de 0,3x0,3 m. con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura, incluso apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado.	72,12	288,48
Subtotal Señalizaciones.			913,52
Subcapítulo 2.2. Balizamiento			
2.200	Ud. Valla de obra de 800x200mm. de una banda con trípode, terminación en pintura normal, dos colores rojo y blanco, i. colocación y desmontado.	6,61	14.542,00
6.000	ML. Cinta corrida de balizamiento plástica pintada, dos colores roja y blanca, i. colocación y desmontado.	0,2	1.200,00
Subtotal Balizamiento.			15.742,00
Total Protecciones Colectivas			16.655,52

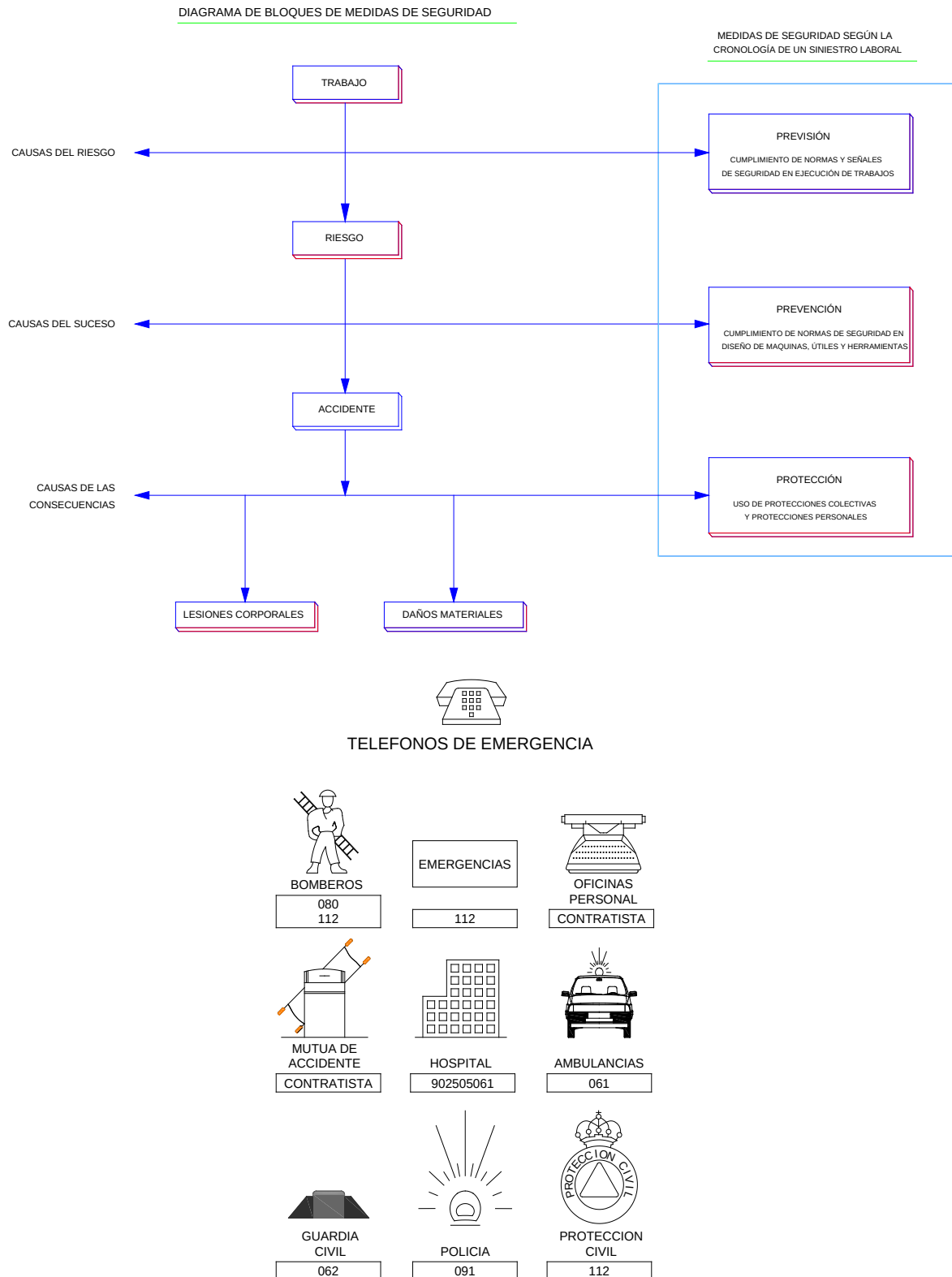
Cantidad	Concepto	P/U	Total
Capítulo 3. Instalación Higiene y Bienestar			
Subcapítulo 3.1. Instalaciones Provisionales			
12	Mes de alquiler de dos casetas prefabricadas para vestuarios de obra de 6x2,35 m con estructura metálica mediante perfiles conformados en frío y cerramiento de chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Aislamiento interior con lana de vidrio combinada con poliestireno expandido. Revestimiento de PVC en suelos y tablero melaminado en paredes. Ventanas de aluminio anodizado, con persianas correderas de protección, incluso instalación eléctrica con distribución interior de alumbrado y fuerza con toma exterior a 220 V.	500,04	6.000,48

12	Mes de alquiler de dos casetas prefabricadas para aseos de obra de 4,1x1,9 m. con dos inodoros, dos duchas, un lavabo con dos grifos y termo eléctrico de 50 litros de capacidad; con las mismas características que las oficinas. Suelo de contrachapado hidrófugo con capa fenólica antideslizante y resistente al desgaste. Piezas sanitarias de fibra de vidrio. Puertas interiores de madera, Instalación de fontanería e instalación eléctrica para corriente monofásica de 220 V., protegida con interruptor automático.	568,26	6.819,12
30	Ud. Taquilla metálica individual con llave, de 1,78 m. de altura, colocada.	90,15	2.704,50
6	Ud. Banco de polipropileno para 5 personas con soporte	210,35	1.262,10
4	Ud. Jabonera de uso industrial con dosificador de jabón, colocada.	39,67	158,68
4	Ud. Portarrollos de uso industrial con cerradura, colocado.	42,07	168,28
4	Ud. Depósito de basuras de 800 litros de capacidad,	240,4	961,60
	Subtotal Instalaciones Provisionales.		18.074,76
Subcapítulo 3.2. Acometidas Provisionales			
4	Ud. Acometida provisional de electricidad a casetas de obra	36,93	147,72
4	Ud. Acometida provisional de fontanería a casetas de obra	46,58	186,32
4	Ud. Acometida provisional de saneamiento a casetas de obra	55,68	222,72
	Subtotal Acometidas Provisionales.		556,76
Subcapítulo 3.3. Equipamiento Sanitario			
3	Ud. Botiquín de obra, instalado.	34,74	104,22
3	Ud. Reposición de material botiquín de obra.	32,45	97,35
1	Ud. Camilla portátil de evacuaciones, colocada.	120,2	120,20
	Subtotal Equipamiento Necesario.		321,77
	Total Instalaciones Higiene y Bienestar		18.953,29

Cantidad	Concepto	P/U	Total
Capítulo 4. Formación y Seguridad			
Subcapítulo 4.1. Mano de Obra-Seguridad			
30	Ud. Formación de seguridad e higiene en el trabajo.	1.202,02	36.060,60
	Subtotal Mano de Obra-Seguridad.		36.060,60
Subcapítulo 4.2. Conservación			
24	Ud. Limpieza, conservación y desinfección de instalaciones provisionales de obra.	180,00	4.320,00
	Subtotal Conservación.		4.320,00
	Total Formación y Seguridad		40.380,60

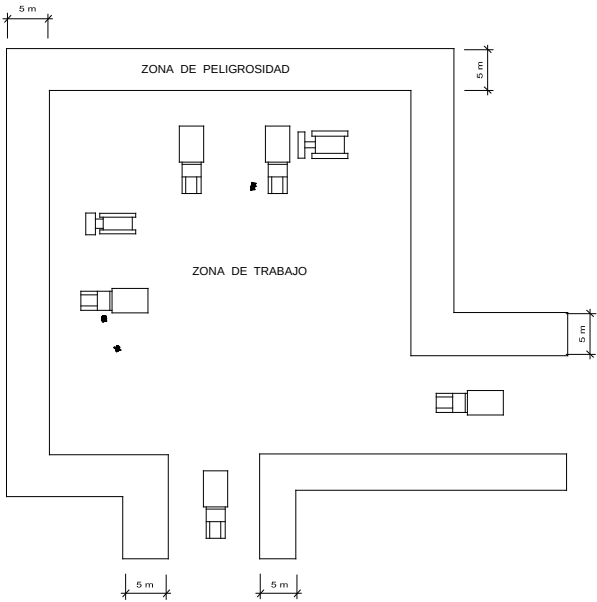
Resumen Presupuesto		
Cap. 1	Protecciones Individuales	8.449,46
Cap. 2	Protecciones Colectivas	16.655,52
Cap. 3	Instalaciones Higiene y Bienestar	18.953,29
Cap. 4	Formación y Seguridad	40.380,60
Total Presupuesto		84.438,87

10 LAMINAS

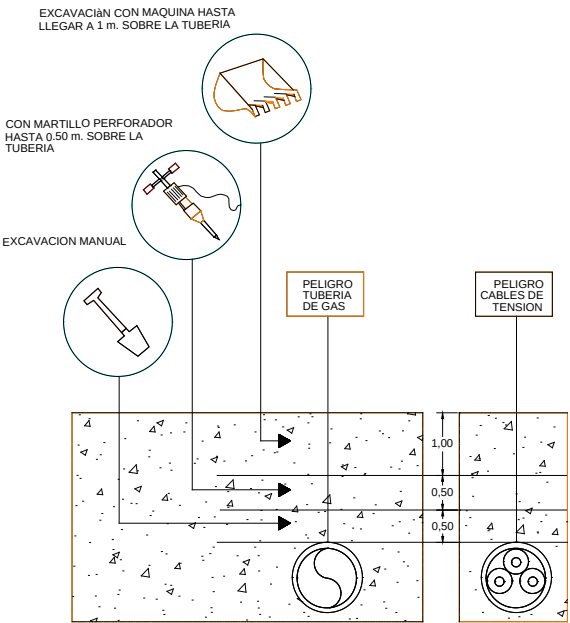


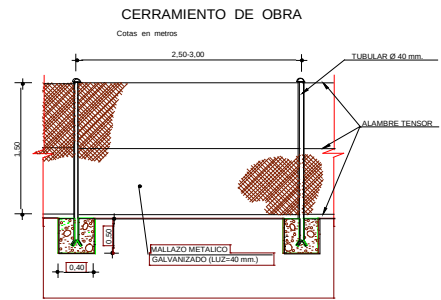
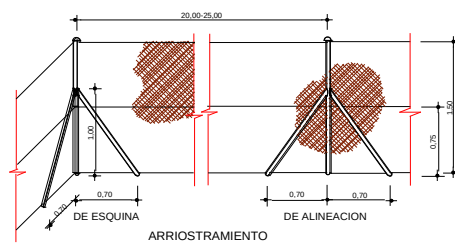
**DELIMITACIONES ZONAS DE TRABAJO
Y DE PELIGROSIDAD**

1. LOS POSIBLES CAMINOS CERRADOS CON VALLA METALICA AUTONOMA
2. LA ZONA DE PELIGROSIDAD DE FACIL ACCESO CERCADA CON CINTA DE BALIZAMIENTO SOBRE SOPORTES
3. NO SE PERMITIRA QUE PERSONAS AJENAS A LA OBRA SE APROXIMEN



**DISTANCIAS MAXIMAS DE SEGURIDAD RECOMENDABLES
EN TRABAJOS DE EXCAVACION SOBRE CONDUCCIONES
DE GAS Y ELECTRICIDAD**

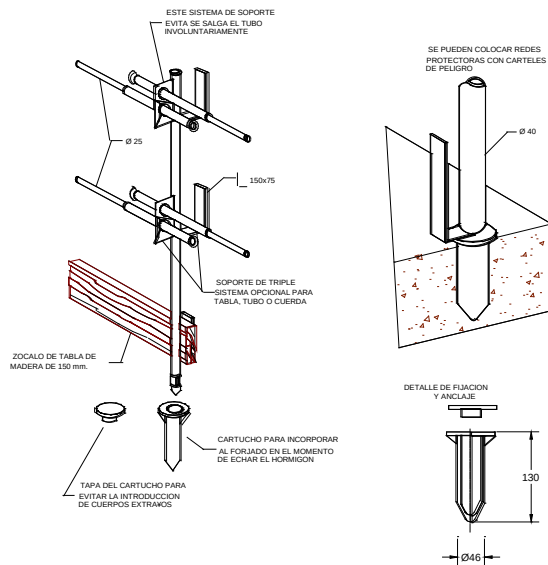




DETALLE DE CERRAMIENTO



BARANDILLAS



BARANDILLA CON SOPORTE TIPO "SARGENTO"

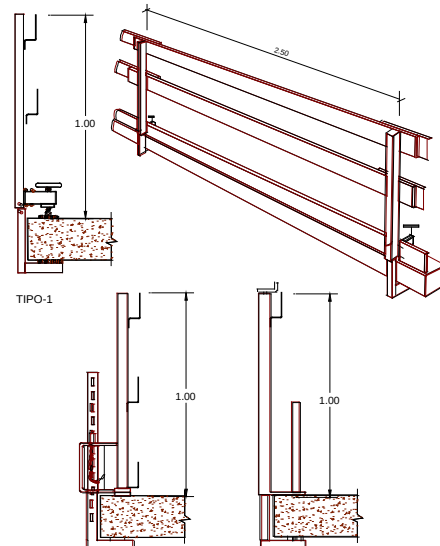


Diagrama de un andamio de aluminio con una bisagra de apertura limitada. El diagrama muestra un andamio de aluminio con una bisagra de apertura limitada. Una línea indica la "LIMITACION DE APERTURA" y otra indica el "DETALLE DE UNION CON BISAGRA".

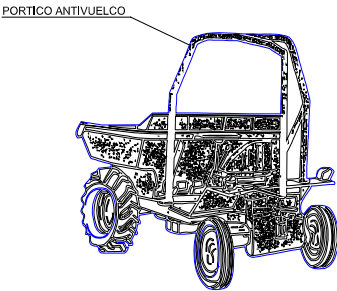
Diagrama de un sistema de drenaje. Se muestra un camión volcadora vertiendo concreto en un pozo de drenaje. El pozo está etiquetado como "CONJUNTO" y "TIPO DE TERRENO". El camión está etiquetado como "CALZO".

Diagrama de una escalera de mano transportable. La escalera está representada por una estructura roja con peldaños, montada sobre un sistema de anclaje verde que se fija a una estructura horizontal superior. Se indican las dimensiones: una altura total de 1.00 m para la sección superior, una altura total de h para la sección inferior, y una altura de h/4 para la base. Se muestran también las zapatas antideslizantes o anclaje superior en la base de la escalera.

TIPO DE TERRENO	SOLICITACION	TIPO DE CORTE	PROFUNDIDAD P DEL CORTE EN m			
			< 1.30	1.30-2.00	2.00-2.50	> 2.50
COHERENTE	SIN SOLICITACION	ZANJA POZO *	LIGERA SEMICUAJADA	SEMICUAJADA	CUAJADA	CUAJADA
	SOLICITACION VIAL	LIGERA SEMICUAJADA	SEMICUAJADA	CUAJADA	CUAJADA	CUAJADA
	SOLICITACION DE CIMENTACION	CUALQUIERA	CUAJADA	CUAJADA	CUAJADA	CUAJADA
	SUELTO	CUALQUIERA	CUAJADA	CUAJADA	CUAJADA	CUAJADA

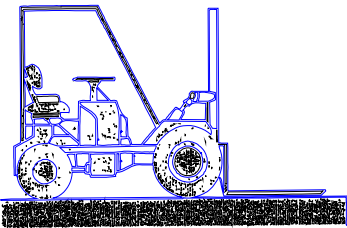
DETALLE DE CALZO

MINI DUMPER



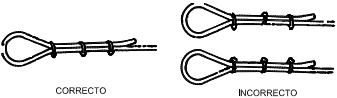
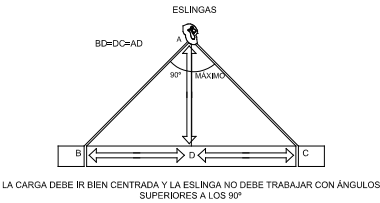
ESTOS VEHÍCULOS QUE NO TENGAN CABINAS CUBIERTAS PARA EL CONDUCTOR DEBERAN SER PROVISTOS DE PORTICOS DE SEGURIDAD PARA CASO DE VUELCO

CARRETILLA



ESTOS VEHÍCULOS QUE NO TENGAN CABINAS CUBIERTAS PARA EL CONDUCTOR DEBERAN SER PROVISTOS DE PORTICOS DE SEGURIDAD PARA CASO DE VUELCO

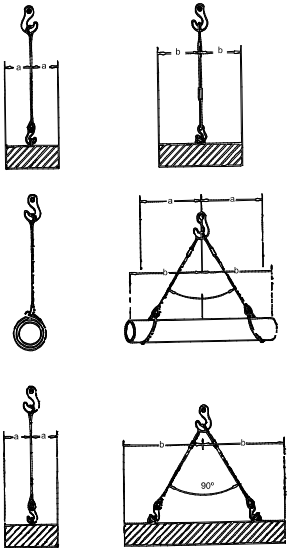
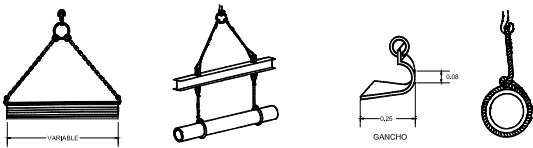
SUJECIÓN DE CARGAS SUSPENDIDAS



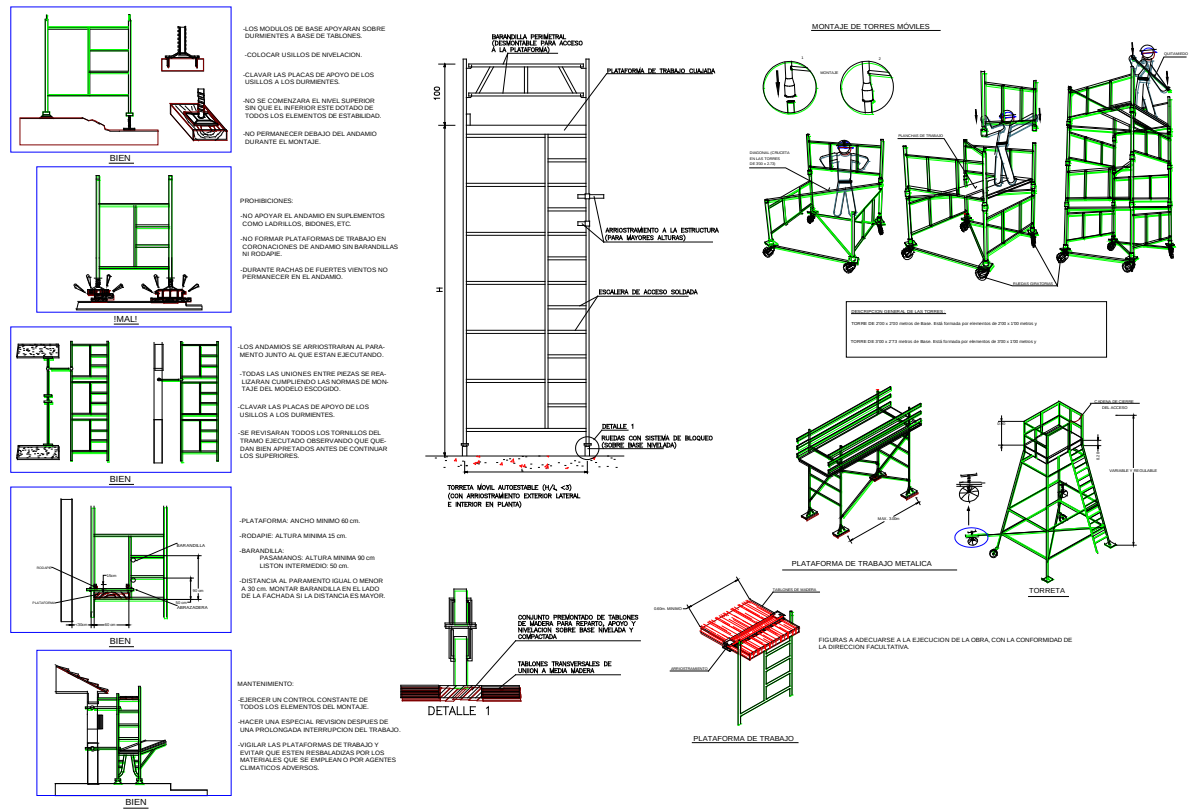
DIAMETRO DEL CABLE	Nº DE PERRILLOS	DISTANCIA ENTRE PERRILLOS
HASTA 12 mm.	3	6 DIAMETROS
12 mm. a 20 mm.	4	6 DIAMETROS
20 mm. a 25 mm.	5	6 DIAMETROS
25 mm. a 35 mm.	6	6 DIAMETROS

COLOCACIÓN CON BALANCI

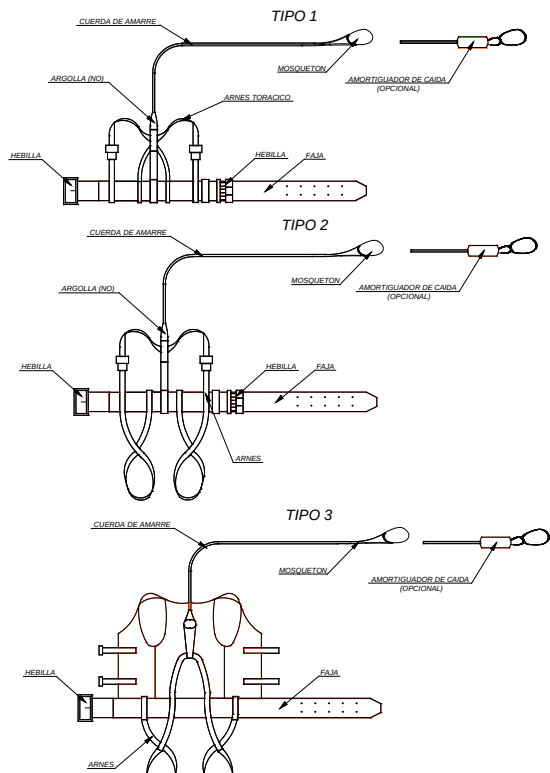
DETALLE DE AMARRE



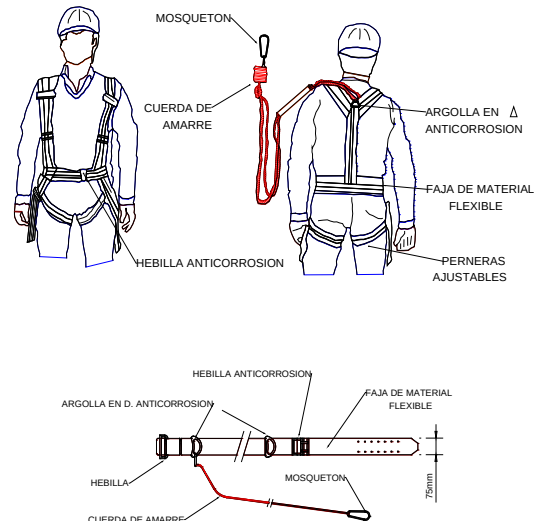
PLATAFORMAS DE TRABAJO



CINTURON DE SEGURIDAD



ARNES DE SEGURIDAD

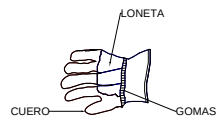


GUANTES



— PARA TRABAJOS EN LLUVIA
— TERMOSELLADO

TRAJE IMPERMEABLE



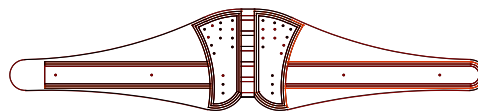
GUANTES PARA MANIPULACION DE MATERIALES



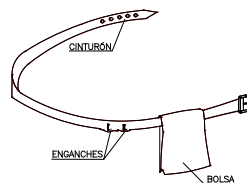
— PARA TRABAJOS ELECTRICOS
— EN UTILIZACION DIRECTA SOBRE
— INSTALACIONES DE HASTA 5.000 V

GUANTES AISLANTES DE ELECTRICIDAD

FAJA ANTIVIBRATORIA

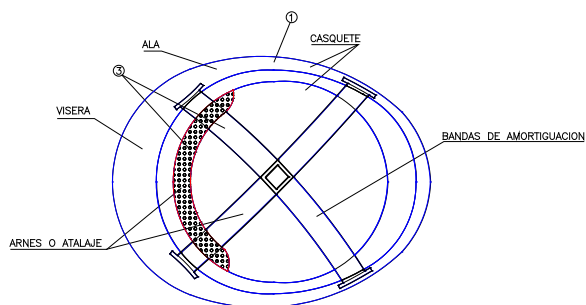
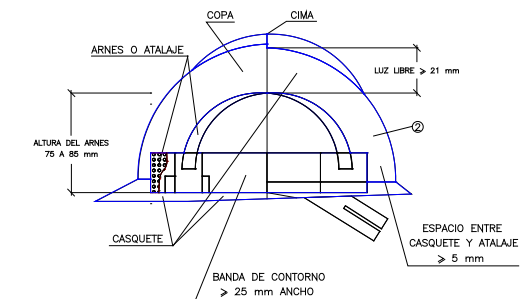


CINTURON PORTAHERRAMIENTAS



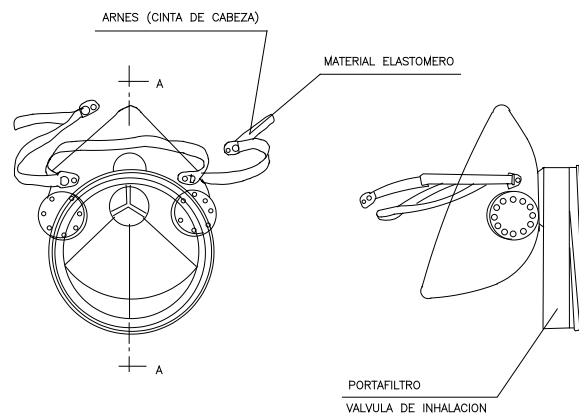
- PERMITE TENER LAS MANOS LIBRES, MAS SEGURIDAD AL MOVERSE
- EVITA CAIDAS DE HERRAMIENTAS
- NO EXIME DEL CINTURON DE SEGURIDAD CUANDO ÉSTE ES NECESARIO
- ① MATERIAL INCOMBUSTIBLE, RESISTENTE A GRASAS, SALES Y AGUA
- ② MATERIAL NO RIGIDO, HIDROFUGO, FÁCIL LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN
- ③ CLASE N AISLANTE A 1.000 V CLASE E-AT AISLANTE A 25000 V.

CASCO DE SEGURIDAD NO METALICO

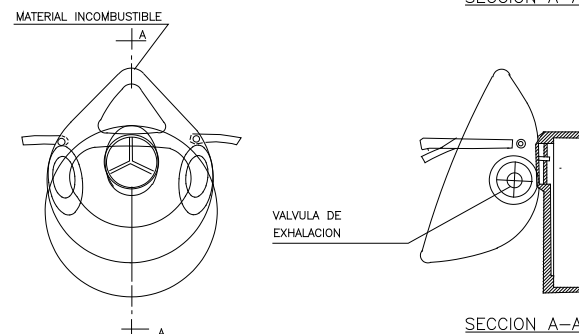


- ① MATERIAL INCOMBUSTIBLE, RESISTENTE A GRASAS, SALES Y AGUA.
- ② CLASE N AISLANTE A 1.000 Y CLASE E-AT AISLANTE A 25.000
- ③ MATERIAL NO RIGIDO, HIDROFUGO, FÁCIL LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN

MASCARILLA ANTIPOLVO

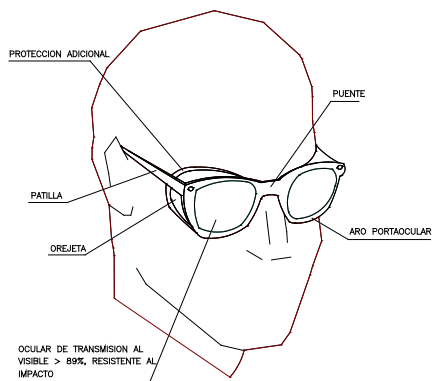


SECCION A-A

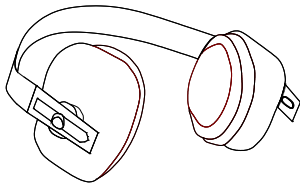


SECCION A-A

**GAFAS DE MONTURA TIPO UNIVERSAL
CONTRA IMPACTOS**



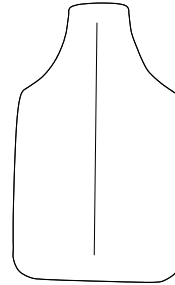
PROTECTOR AUDITIVO



**INDUMENTARIA DE PROTECCIÓN
DEL SOLDADOR**



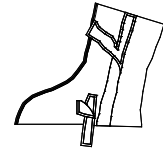
TRAJE



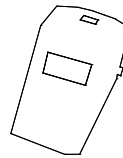
MADIL



GUANTES



POLAINAS

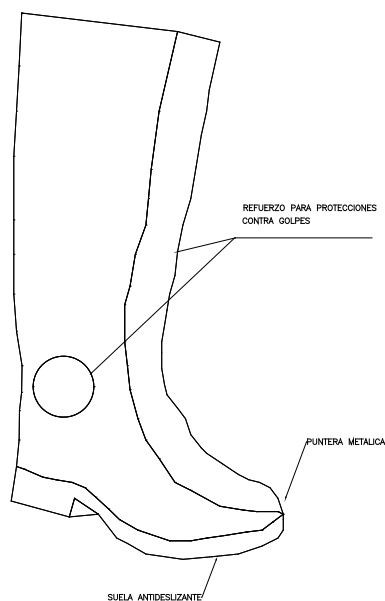


PROTECTOR PANTALLA SOLDADOR

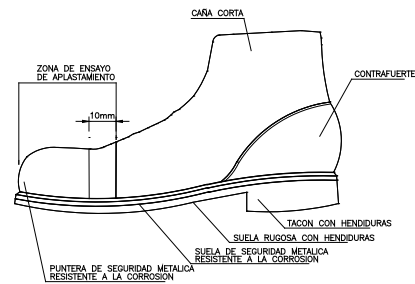


MANGUITOS

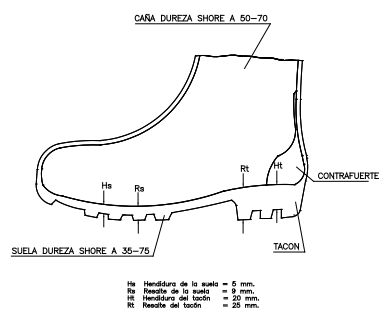
BOTA GOMA SEGURIDAD ANTIDESLIZANTE



BOTAS DE SEGURIDAD



BOTA IMPERMEABLE AL AGUA Y A LA HUMEDAD



COLORES DE SEGURIDAD

1.- LOS COLORES DE SEGURIDAD PODRÁN FORMAR PARTE DE UNA SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD O CONSTITUIRLOS POR SÍ MISMOS. EN EL SIGUIENTE CUADRO SE MUESTRAN LOS COLORES DE SEGURIDAD, SU SIGNIFICADO Y OTRAS INDICACIONES SOBRE SU USO:

COLOR	SIGNIFICADO	INDICACIONES Y PRECISIONES
ROJO	SEÑAL DE PROHIBICIÓN	COMPORTAMIENTOS PROHIBIDOS
	PELIGRO-ALARMA	ALTO, PARADA, DISPOSITIVOS DE DESCONEXIÓN DE EMERGENCIA
	MATERIAL Y EQUIPOS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS	IDENTIFICACIÓN Y LOCALIZACIÓN
AMARILLO O AMARILLO ANARANJADO	SEÑAL DE ADVERTENCIA	ATENCIÓN, PRECAUCIÓN, VERIFICACIÓN
AZUL	SEÑAL DE OBLIGACIÓN	COMPORTAMIENTO O ACCIÓN ESPECÍFICA, OBLIGACIÓN DE UTILIZAR UN EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL
VERDE	SEÑAL DE SALVAMENTO O DE AUXILIO	PUERTAS, SALIDAS, PASAJES, MATERIAL, PUESTOS DE SALVAMENTO O DE SOCORRO, LOCALES
	SITUACIÓN DE SEGURIDAD	QUEVEMOS A LA NORMACIÓN

2.- CUANDO EL COLOR DE FONDO SOBRE EL QUE TENGA QUE APLICARSE EL COLOR DE SEGURIDAD PUEDA DIFICULTAR LA PERCEPCIÓN DE ESTE ÚLTIMO, SE UTILIZARÁ UN COLOR DE CONTRASTE QUE ENMARQUE O SE ALTERE CON EL DE SEGURIDAD, DE ACUERDO CON LA SIGUIENTE TABLA:

COLOR DE SEGURIDAD	COLOR DE CONTRASTE
ROJO.....	BLANCO
AMARILLO O AMARILLO ANARANJADO.....	NEGRO
AZUL.....	BLANCO
VERDE.....	BLANCO

3.- CUANDO LA SEÑALIZACIÓN DE UN ELEMENTO SE REALICE MEDIANTE UN COLOR DE SEGURIDAD, LAS DIMENSIONES DE LA SUPERFICIE COLOREADA DEBERÁN GUARDAR PROPORCIÓN CON LAS DEL ELEMENTO Y PERMITIR SU IDENTIFICACIÓN.

PICTOGRAMAS E INDICACIONES DE PELIGRO



E EXPLOSIVOS



C COMBURENTE



**F FÁCILMENTE INFLAMABLE
F EXTREMADAMENTE INFLAMABLE**



**T TÓXICO
T MUY TÓXICO**



C CORROSIVO



**Xn NOCIVO
Xi IRRITANTE**



**N PELIGROSO PARA EL
MEDIO AMBIENTE**

SEÑALES DE ADVERTENCIA DE PELIGRO

FORMA TRIANGULAR. PICTOGRAMA NEGRO SOBRE FONDO AMARILLO (EL AMARILLO DEBERÁ CUBRIR COMO MÍNIMO EL 50 POR 100 DE LA SUPERFICIE DE LA SEÑAL), BORDES NEGROS.

COMO EXCEPCIÓN, EL FONDO DE LA SEÑAL SOBRE "MATERIAS NOCIVAS O IRRITANTES" SERÁ NARANJA, EN LUGAR DE AMARILLO, PARA EVITAR CONFUSIONES CON OTRAS SEÑALES SIMILARES UTILIZADAS PARA LA REGULACIÓN DEL TRÁFICO POR CARRETERA.



**PELIGRO
EN GENERAL**



**MATERIAS
TÓXICAS**



**MATERIAS NOCIVAS
O IRRITANTES**



**MATERIAS
EXPLOSIVAS**



**CARGAS
SUSPENDIDAS**



**MATERIALES
INFLAMABLES**



**MATERIALES
COMBURENTES**



**MATERIAS
CORROSIVAS**



**MATERIAS
RADIATIVAS**



**VEHÍCULOS
DE MANUTENCIÓN**



**RIESGO
BIOLÓGICO**



**RIESGO
ELÉCTRICO**



**RIESGO
DE TROPEZAR**



**RADIACIONES
NO IONIZANTES**



**RADIACIONES
LASER**



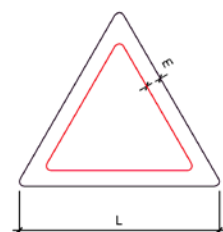
**CAMPO MAGNÉTICO
INTENSO**



**BAJA
TEMPERATURA**



**CAÍDA
A DISTINTO NIVEL**



DIMENSIONES EN mm		
L	L ₁	m
594	492	30
420	348	21
297	246	15
210	174	11
148	121	8
105	95	5

SEÑALIZACION DE SEGURIDAD EN OBRAS

SEÑALES DE PROHIBICION



DIMENSIONES EN mm		
D	D1	h
594	534	30
450	375	24
297	267	15
210	180	11
148	132	8
108	96	5

SEÑALES DE PROHIBICIÓN

FORMA REDONDA. PICTOGRAMA NEGRO SOBRE FONDO BLANCO. BORDES Y BANDA (TRANSVERSAL DESCENDENTE DE IZQUIERDA A DERECHA ATRAVESANDO EL PICTOGRAMA A 45° RESPECTO A LA HORIZONTAL) ROJOS (EL ROJO DEBERÁ CUBRIR COMO MÍNIMO EL 35 POR 100 DE LA SUPERFICIE DE LA SEÑAL)



PROHIBIDO FUMAR



PROHIBIDO FUMAR
Y ENCENDER FUEGO



PROHIBIDO APAGAR
CON AGUA



AGUA NO POTABLE



ENTRADA PROHIBIDA
A PERSONAS
NO AUTORIZADAS



PROHIBIDO PASAR
A LOS PEATONES



PROHIBIDO A LOS VEHÍCULOS
DE MANUTENCIÓN



NO TOCAR

SEÑALES DE OBLIGACIÓN

FORMA REDONDA. PICTOGRAMA BLANCO SOBRE FONDO AZUL (EL AZUL DEBERÁ CUBRIR COMO MÍNIMO EL 50 POR 100 DE LA SUPERFICIE DE LA SEÑAL)



PROTECCIÓN OBLIGATORIA
DE LA VISTA



PROTECCIÓN OBLIGATORIA
DE LA CABEZA



PROTECCIÓN OBLIGATORIA
DEL OÍDO



PROTECCIÓN OBLIGATORIA
DE LAS VÍAS RESPIRATORIAS



PROTECCIÓN OBLIGATORIA
DE LOS PIES



PROTECCIÓN OBLIGATORIA
DE LAS MANOS



PROTECCIÓN OBLIGATORIA
DEL CUERPO



PROTECCIÓN OBLIGATORIA
DE LA CARA



PROTECCIÓN INDIVIDUAL
OBLIGATORIA
CONTRA CAÍDAS



VÍA OBLIGATORIA
PARA PEATONES



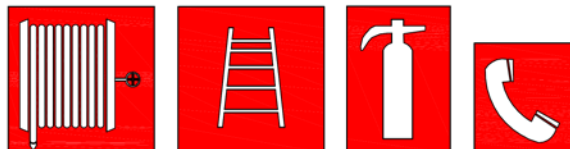
OBLIGACIÓN GENERAL
(ACOMPANADA SI PROCEDE
DE SEÑAL ADICIONAL)



PROTECCIÓN OBLIGATORIA
CON PROTECTOR AJUSTABLE

SEÑALES RELATIVAS A LOS EQUIPOS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

FORMA RECTANGULAR O CUADRADA.
PICTOGRAMA BLANCO SOBRE FONDO ROJO (EL ROJO DEBERÁ CUBRIR
COMO MÍNIMO EL 50 POR 100 DE LA SUPERFICIE DE LA SEÑAL)



MANGUERA
PARA INCENDIOS

ESCALERA
DE MANO

EXTINTOR

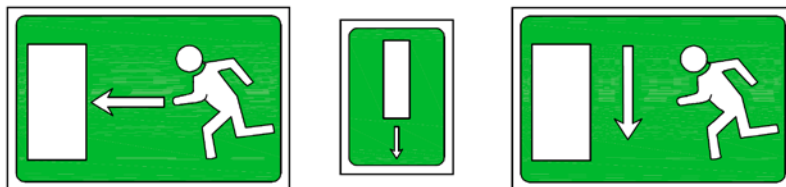
TELÉFONO PARA LA LUCHA
CONTRA INCENDIOS



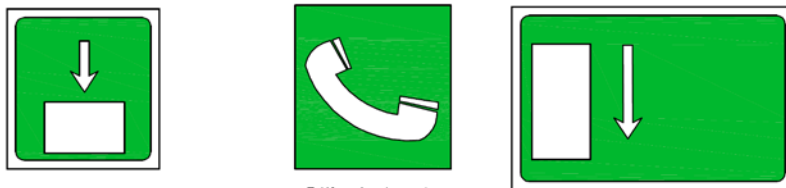
DIRECCIÓN QUE DEBE SEGUIRSE
(SEÑAL INDICATIVA ADICIONAL A LAS ANTERIORES)

SEÑALES DE SALVAMENTO Y SOCORRISMO

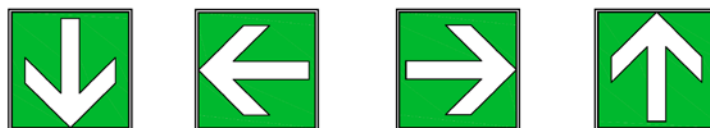
Forma rectangular o cuadrada. Pictograma blanco sobre fondo verde
(el verde deberá cubrir como mínimo el 50 por 100 de la superficie de la señal).



Vía/salida de socorro



Teléfono de salvamento
y primeros auxilios



Dirección que debe seguirse
(señal indicativa adicional a las siguientes)



SEÑALES GESTUALES

A) Gestos generales

Significado	Descripción	Ilustración
Comienzo: Atención. Toma de mando.	Los dos brazos extendidos de forma horizontal, las palmas de las manos hacia adelante.	
Alto: Interrupción. Fin del movimiento.	El brazo derecho extendido hacia arriba, la palma de la mano hacia adelante.	
Fin de las operaciones.	Las dos manos juntas a la altura del pecho.	

B) Movimientos verticales

Significado	Descripción	Ilustración
Izar.	Brazo derecho extendido hacia arriba, la palma de la mano derecha hacia adelante, describiendo lentamente un círculo.	
Bajar.	Brazo derecho extendido hacia abajo, la palma de la mano derecha hacia el interior, describiendo lentamente un círculo.	
Distancia vertical.	Las manos indican la distancia.	

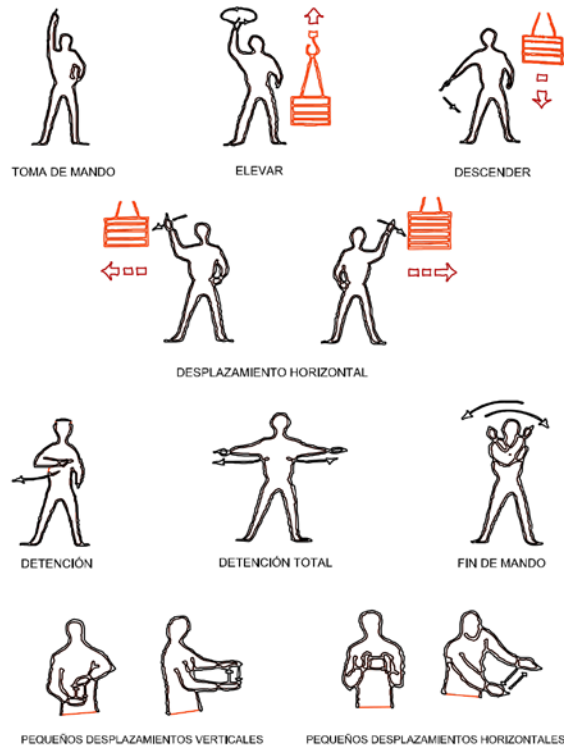
C) Movimientos horizontales

Significado	Descripción	Ilustración
Avanzar.	Los dos brazos doblados, las palmas de las manos hacia el interior, los antebrazos se mueven lentamente hacia el cuerpo.	
Retroceder.	Los dos brazos doblados, las palmas de las manos hacia el exterior, los antebrazos se mueven lentamente, alejándose del cuerpo.	
Hacia la derecha: Con respecto al encargo de las señales.	El brazo derecho extendido más o menos en horizontal, la palma de la mano derecha hacia abajo, hace pequeños movimientos lentos indicando la dirección.	
Hacia la izquierda: Con respecto al encargo de las señales.	El brazo izquierdo extendido más o menos en horizontal, la palma de la mano izquierda hacia abajo, hace pequeños movimientos lentos indicando la dirección.	
Distancia horizontal.	Las manos indican la distancia.	

A) Peligro

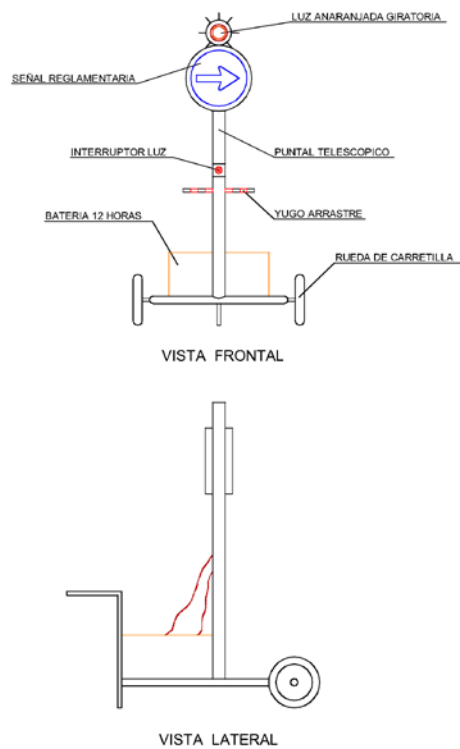
Significado	Descripción	Ilustración
Peligro: Alto o parada de emergencia.	Los dos brazos extendidos hacia arriba, las palmas de las manos hacia adelante.	
Rápido:	Los gestos codificados referidos a los movimientos se hacen con rapidez.	
Lento:	Los gestos codificados referidos a los movimientos se hacen muy lentamente.	

SEÑALES DE MANDO DE GRUA

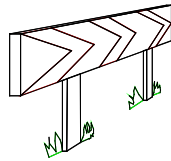


PARA LOS PEQUEÑOS DESPLAZAMIENTOS, UNA MANO QUEDA FUJA, EL MOVIMIENTO DE LA OTRA INICIA EL SENTIDO DEL DESPLAZAMIENTO Y EL CURSO NECESARIO.

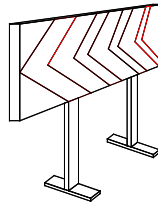
SEÑAL PORTATIL PARA REGULACION DEL TRAFICO EN CARRETERA



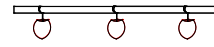
ELEMENTOS DE SEÑALIZACIÓN



PANELES DIRECCIONALES PARA CURVAS



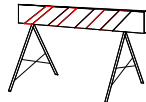
PANELES DIRECCIONALES PARA OBRAS



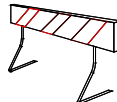
PORTALAMPARAS DE PLASTICO



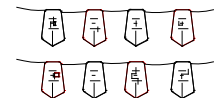
CORDON BALIZAMIENTO
NORMAL Y REFLEXIVO



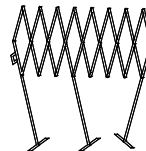
VALLA DE OBRA MODELO 2



VALLA DE OBRA MODELO 1



CORDON BALIZAMIENTO



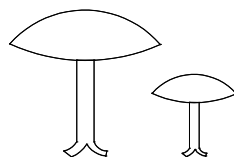
VALLA EXTENSIBLE



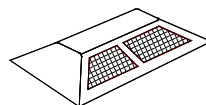
VALLA DE CONTENCION DE PEATONES



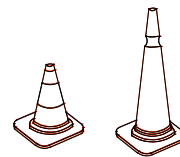
HITO LUMINOSO



CLAVOS DE DESACELERACION



CAPTAFARO HORIZONTAL
"OJOS DE GATO"



CONOS



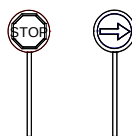
LAMPARA AUTONOMA FIJA
INTERMITENTE



CINTA BALIZAMIENTO REFLECTANTE



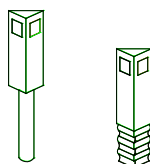
CINTA BALIZAMIENTO PLASTICO



PALETAS MANUALES
DE SEÑALIZACION



CINTA BALIZAMIENTO PLASTICO

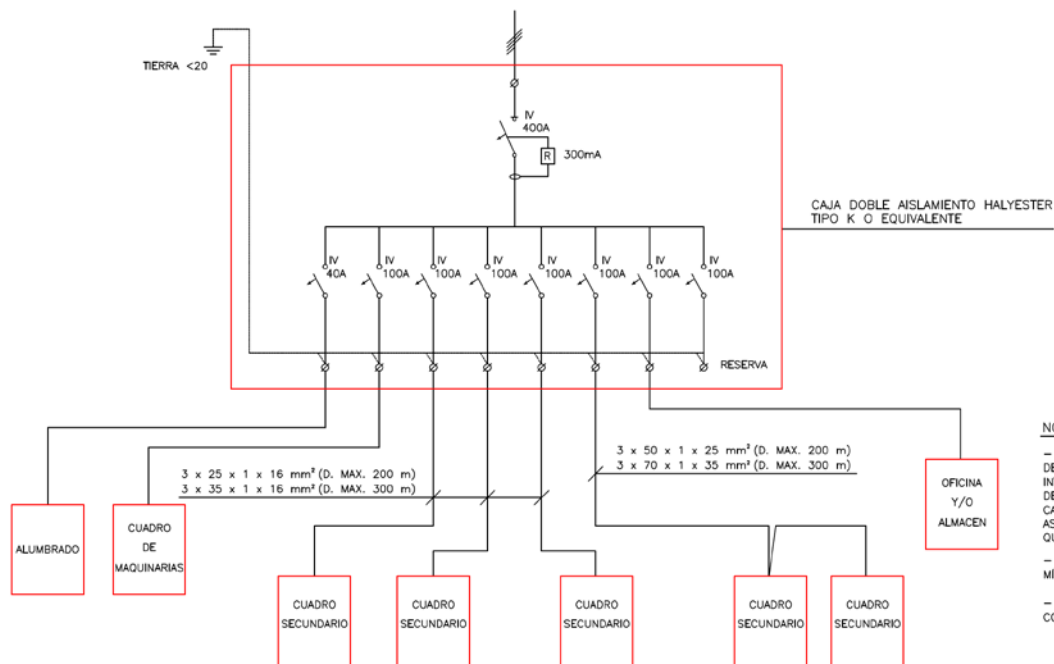


HITOS CAPTAFAROS PARA
SEÑALIZACION LATERAL DE
AUTOPISTAS EN POLIETILENO



HITOS DE PVC

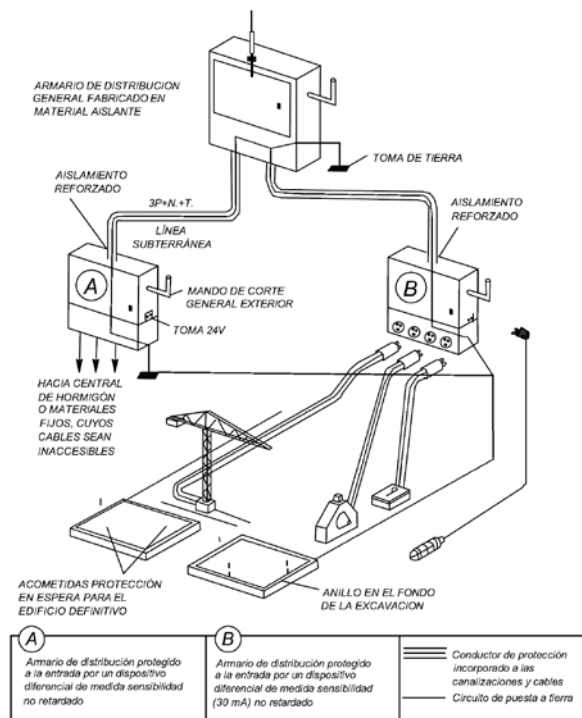
**CUADRO GENERAL DE OBRA
ESQUEMA TÍPICO**



NOTAS:

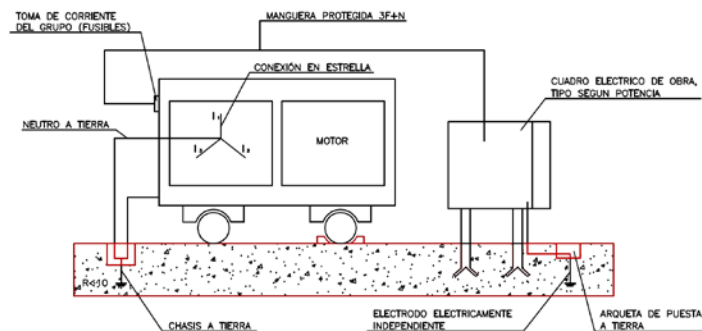
- LA INTENSIDAD NOMINAL, LA SECCIÓN DE LOS CABLES Y EL NÚMERO DE INTERRUPTORES DEL CUADRO GENERAL DE OBRA ES PURAMENTE ORIENTATIVO. CADA OBRA LLEVARÁ EL CUADRO GENERAL ASOCIADO AL NÚMERO DE INSTALACIONES QUE SE PRECISEN.
- INSTALACION ADOSADA, A UNA ALTURA MÍNIMA DEL SUELO DE 1m
- ENTRADA Y SALIDAS DE CABLE PROTEGIDAS CON PRENSAESTOPAS

**ESQUEMA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA
PARA UNA OBRA MEDIANA**

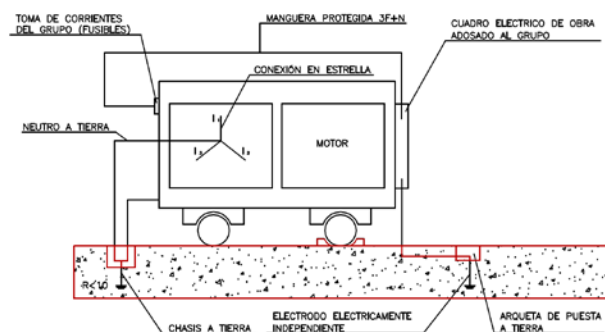


- ALIMENTACIÓN CON NEUTRO PUESTO DIRECTAMENTE A TIERRA
- CORTE OBLIGATORIO AL PRIMER DEFECTO

1) CONEXIÓN A CUADRO ELECTRICO DE OBRA

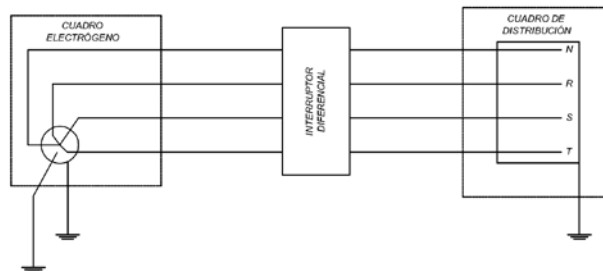


2) CONEXIÓN CON CUADRO ELECTRICO ASOCIADO

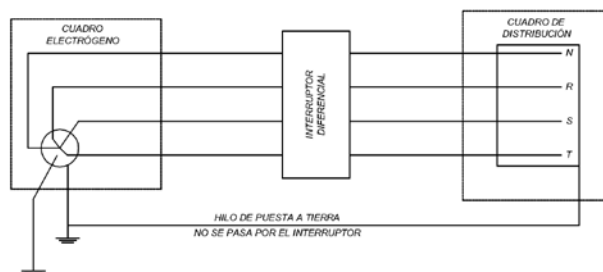


ESQUEMA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA
PARA UN GRUPO ELECTROGENO

A) CON NEUTRO A TIERRA EN GRUPO ELECTROGENO EN ESTRELLA Y CUADRO DE DISTRIBUCIÓN

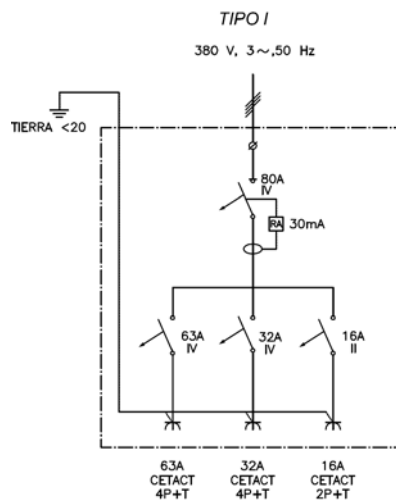


B) CON NEUTRO A TIERRA EN GRUPO ELECTROGENO EN ESTRELLA Y CUADRO DE DISTRIBUCIÓN
CON CABLE DE PROTECCIÓN CONECTADO A TIERRA



- LOS GRUPOS ELECTROGENOS TENDRAN EL NEUTRO ACCESIBLE Y CON POSIBILIDAD DE SER DISTRIBUIDO
- EL NEUTRO ESTARÁ CONECTADO A TIERRA ANTES DEL INTERRUPTOR DIFERENCIAL
- LA CARCASA DEL GRUPO LLEVARÁ UNA TOMA A TIERRA INDEPENDIENTE DEL NEUTRO, INTERCONECTADA A SU VEZ CON EL CIRCUITO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN

CUADRO PUESTO DE TRABAJO

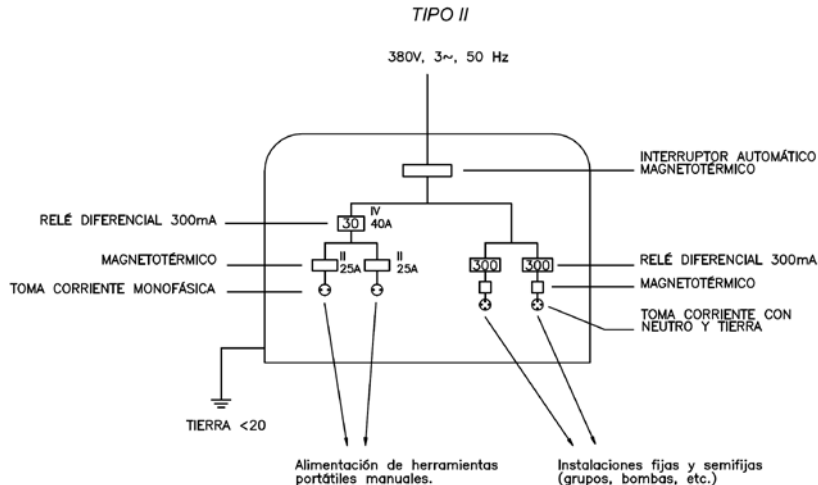


MATERIAL: CAJA DOBLE AISLAMIENTO
HALYESTER TIPO K, O EQUIVALENTE

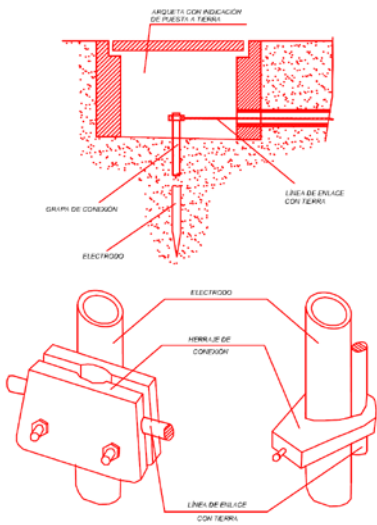
NOTAS:

- LA INTENSIDAD NOMINAL, LA SECCIÓN DE LOS CABLES Y EL NÚMERO DE INTERRUPTORES DEL CUADRO GENERAL DE OBRA ES PURAMENTE ORIENTATIVO. CADA OBRA LLEVARÁ EL CUADRO GENERAL ASOCIADO AL NÚMERO DE INSTALACIONES QUE SE PRECISEN.
- INSTALACION ADOSADA, A UNA ALTURA MINIMA DEL SUELO DE 1m
- ENTRADA Y SALIDAS DE CABLE PROTEGIDAS CON PRENSAESTOPAS

CUADRO DE PUESTO DE TRABAJO



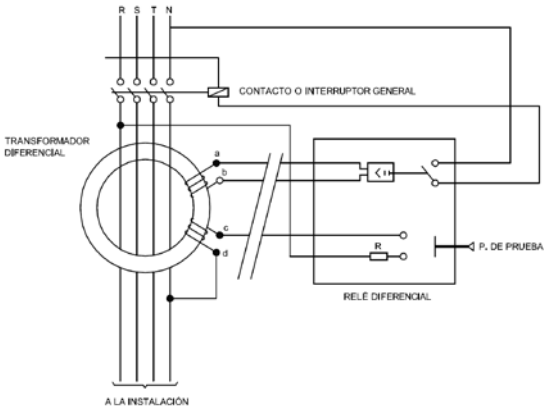
SISTEMA DE PUESTA A TIERRA DE LAS MASAS



SISTEMA DE PUESTA A TIERRA DE LAS MASAS

- CONSTA:
- A) TOMA DE TIERRA:
- SU PRINCIPAL ELEMENTO ES EL ELECTRODO DE COBRE
 - SE UTILIZARÁN COMO ELECTRODOS DE TIERRA:
 - PICAS CLAVADAS CON PROFUNDIDADES NO INFERIORES A 2 m
 - CORDONES ENTERRADOS EN EL CASO QUE NO FUESE POSIBLE LA SOLUCIÓN ANTERIOR
 - OTROS ELECTRODOS YA EXISTENTES, COMO LOS DEFINITIVOS DE UN EDIFICIO EN CONSTRUCCIÓN
- B) LÍNEA DE ENLACE Y PRINCIPAL DE TIERRA:
- ESTÁN FORMADAS POR CONDUCTORES QUE PARTIENDO DE LOS ELECTRODOS DE TIERRA, CONECTAN CON LAS LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN DE TIERRA, Y ÉSTAS, A SU VEZ, CON LOS CONDUCTORES DE PROTECCIÓN A MASAS
 - LA SECCIÓN DE ESTOS CONDUCTORES NO SERÁ INFERIOR A 16 mm² EN COBRE, DEBIENDO IR PROTEGIDOS CON RECUBRIMIENTO AISLANTE E IDENTIFICADOS CON LOS COLORES LISTADOS AMARILLO VERDE
 - SUS CONEXIONES SE REALIZARÁN MEDIANTE TERMINALES O GRAPAS DESTINADAS A TAL EFECTO
- C) CONDUCTORES DE PROTECCIÓN:
- SON LOS CONDUCTORES QUE SIRVEN PARA UNIR ELECTRICAMENTE LAS MASAS DE UNA INSTALACIÓN A LA LÍNEA PRINCIPAL DE TIERRA (COMO LOS QUE PARTIENDO DEL CUADRO ELECTRICO O CUADROS DE REPARTO, VAN A LOS RECEPTORES (HORMIGONERAS, GRÚA, TORRE, ETC.))

ESQUEMA DE UN INTERRUPTOR DIFERENCIAL

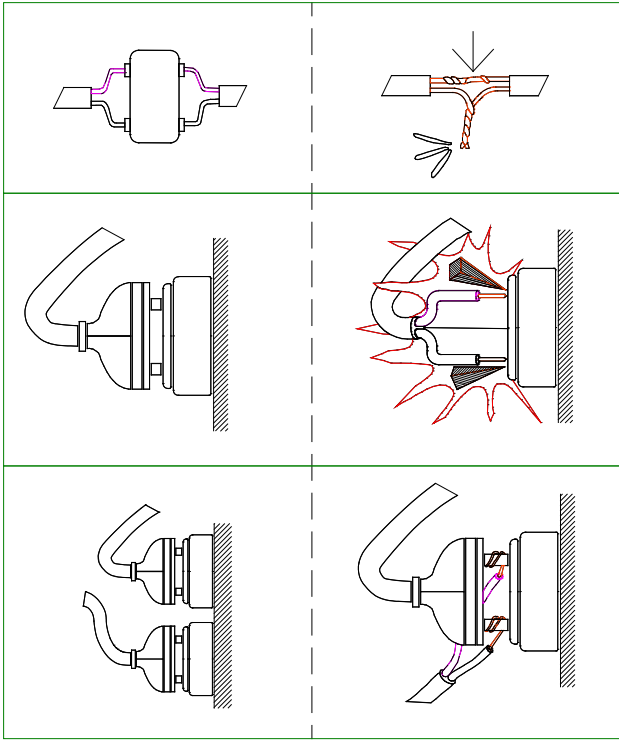


- LA ELECCIÓN DE LA SENSIBILIDAD DE UN DIFERENCIAL, VIENE CONDICIONADA AL VALOR DE LA RESISTENCIA DE TIERRA DE LAS MASAS MEDIDA EN SU PUNTO DE CONEXIÓN
- PARA INSTALACIONES TEMPORALES DE OBRA, LA SENSIBILIDAD I_{Δ} SERÁ MAYOR DEL VALOR $24R$ (SIENDO R LA RESISTENCIA DE TIERRA)
- LOS INTERRUPTORES DIFERENCIALES SE CLASIFICAN DE:
- * ALTA SENSIBILIDAD CUANDO I_{Δ} ES MENOR O IGUAL DE 30 mA
- * BAJA SENSIBILIDAD CUANDO I_{Δ} ES MAYOR DE 30 mA
- EN BASE A LA TENSIÓN MÁXIMA DE CONTACTO Y A LA INTENSIDAD DE CORTE O SENSIBILIDAD DEL DIFERENCIAL, EL VALOR MÁXIMO DE LA RESISTENCIA DE LA PUESTA A TIERRA SERÁ:
- * PARA DIFERENCIALES DE ALTA SENSIBILIDAD, I_{Δ} MENOR O IGUAL A 30 mA:
- CUANDO $I_{\Delta} = 30 \text{ mA}$ $R_t = 24/0.03$ ES DECIR $R_t = 800 \text{ Ohms}$
- * PARA DIFERENCIALES DE BAJA SENSIBILIDAD, I_{Δ} MAYOR DE 30 mA:
- CUANDO $I_{\Delta} = 300 \text{ mA}$ $R_t = 24/0.3$ ES DECIR $R_t = 80 \text{ Ohms}$
- CUANDO $I_{\Delta} = 500 \text{ mA}$ $R_t = 24/0.5$ ES DECIR $R_t = 48 \text{ Ohms}$

PREVENCIÓN DE ACCIDENTES EN
EL MANEJO Y REALIZACIÓN DE
CONEXIONES

CORRECTO

INCORRECTO



BLOGGERS

ENERGÍAS RENOVABLES S.L.

Proyecto de Ejecución.

***Hibridación de Instalación Fotovoltaica existente
mediante Baterías.***

***Hibridación MER2 mediante nuevo módulo BESS MER2
(11,5 MW/45,14 MWh).***

Término municipal de Mérida (Badajoz).

Anexo 5

Estudio de Gestión de Residuos

1	INTRODUCCIÓN	3
2	OBJETO.....	4
3	PETICIONARIO Y PROMOTOR.....	5
4	AGENTES INTERVINIENTES	6
4.1	PRODUCTOR DE RESIDUOS (PROMOTOR).....	6
4.2	POSEEDOR DE RESIDUOS (CONSTRUCTOR)	6
4.3	GESTOR DE RESIDUOS.....	6
5	DOCUMENTACIÓN APLICABLE.....	8
6	EMPLAZAMIENTO	11
7	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	14
7.1	CONFIGURACIÓN GENERAL	14
7.2	EQUIPOS PRINCIPALES.....	15
7.2.1	<i>Contenedor de Baterías</i>	<i>15</i>
7.2.2	<i>Convertidor PCS</i>	<i>15</i>
7.2.3	<i>Centro de Transformación</i>	<i>16</i>
7.2.4	<i>Transformador de Potencia</i>	<i>16</i>
7.2.5	<i>Celdas de Media Tensión</i>	<i>17</i>
7.2.6	<i>Transformador de Servicios Auxiliares.....</i>	<i>17</i>
7.2.7	<i>Protecciones.....</i>	<i>18</i>
7.2.8	<i>Obra Civil.....</i>	<i>19</i>
8	IDENTIFICACIÓN, MEDICIÓN Y GESTIÓN DE RESIDUOS.....	21
8.1	IDENTIFICACIÓN	21
8.2	ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA.....	23
8.3	GESTIÓN DE RESIDUOS.....	26
8.3.1	<i>Medidas de prevención de generación de residuos.....</i>	<i>26</i>
8.3.2	<i>Medidas de separación, manejo, y almacenamiento de los residuos de obra</i>	<i>29</i>
8.3.3	<i>Destino de los residuos generados.....</i>	<i>31</i>
9	VALORACIÓN DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS	34
10	PLIEGO DE PRESCRIPCIONES	36
10.1	DISPOSICIONES GENERALES	36
10.2	DISPOSICIONES PARTICULARES	39

1 Introducción

De acuerdo con el RD 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (en adelante RCD), se elabora el presente Estudio de Gestión de Residuos, conforme a lo dispuesto en el art. 3, con el siguiente contenido:

- Identificación de los residuos (según Ley 7/2022, de 8 de abril y 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)
- Estimación de la cantidad que se generará (en Tn y m3)
- Medidas de prevención de residuos.
- Destino previsto para los residuos generados.
- Valoración del coste previsto para la correcta gestión de los RCD.

El presente estudio contiene una estimación de los residuos que se prevé que se producirán en los trabajos directamente relacionados con la ejecución de la Hibridación de la instalación fotovoltaica existente en la planta MER2 ubicada en Mérida, provincia de Badajoz, y servirá como base para la redacción del correspondiente Plan de Gestión de Residuos por parte del Poseedor. En dicho Plan se desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este documento en función de los proveedores concretos y su propio sistema de ejecución de la obra.

2 Objeto

El objeto del presente documento es dotar al proyecto de ejecución del correspondiente Estudio de Generación de Residuos para cumplir con lo establecido en el RD 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, y que por lo tanto permita la obtención de las licencias municipales a que hubiere lugar.

3 Peticionario y promotor

Se redacta el presente proyecto por encargo de la empresa BLOGGERS ENERGIAS RENOVABLES S.L. como promotora de las instalaciones:

- DENOMINACIÓN SOCIAL: BLOGGERS ENERGIAS RENOVABLES S.L.
- CIF: B-90397464
- DIRECCIÓN SOCIAL:
- PERSONA DE CONTACTO:

4 Agentes Intervinientes

4.1 Productor de Residuos (Promotor)

Se identifica con el titular del bien inmueble en quien reside la decisión última de construir o demoler.

Según el artículo 2 "Definiciones" del Real Decreto 105/2008, se pueden presentar tres casos:

1. La persona física o jurídica titular de la licencia urbanística en una obra de construcción o demolición; en aquellas obras que no precisen de licencia urbanística, tendrá la consideración de productor del residuo la persona física o jurídica titular del bien inmueble objeto de una obra de construcción o demolición.
2. La persona física o jurídica que efectúe operaciones de tratamiento, de mezcla o de otro tipo, que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de los residuos.
3. El importador o adquirente en cualquier Estado miembro de la Unión Europea de residuos de construcción y demolición.

En el caso concreto de este proyecto el promotor o productor de residuos será ENEL GREEN POWER S.L.

4.2 Poseedor de Residuos (Constructor)

Es la persona física o jurídica que tenga en su poder los residuos de construcción y demolición, que no ostente la condición de gestor de residuos. Corresponde a quien ejecuta la obra y tiene el control físico de los residuos que se generan en la misma.

4.3 Gestor de Residuos

Es la persona física o jurídica, o entidad pública o privada, que realice cualquiera de las operaciones que componen la recogida, el almacenamiento, el transporte, la

valorización y la eliminación de los residuos, incluida la vigilancia de estas operaciones y la de los vertederos, así como su restauración o gestión ambiental de los residuos, con independencia de ostentar la condición de productor de los mismos. Éste será designado por el Productor de los residuos con anterioridad al comienzo de las obras.

5 Documentación Aplicable

El presente estudio se redacta al amparo del artículo 4.1 a) del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, sobre "Obligaciones del productor de residuos de construcción y demolición".

A la obra objeto del presente estudio le es de aplicación el Real Decreto 105/2008, en virtud del artículo 3, por generarse residuos de construcción y demolición definidos en el artículo 3, como:

"cualquier sustancia u objeto que, cumpliendo la definición de Residuo incluida en el artículo 3. de la Ley 10/1998, de 21 de abril, se genere en una obra de construcción o demolición" o bien, "aquel residuo no peligroso que no experimenta transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas, no es soluble ni combustible, ni reacciona física ni químicamente ni de ninguna otra manera, no es biodegradable, no afecta negativamente a otras materias con las cuales entra en contacto de forma que pueda dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. La lixiviabilidad total, el contenido de contaminantes del residuo y la ecotoxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes, y en particular no deberán suponer un riesgo para la calidad de las aguas superficiales o subterráneas".

No es aplicable al presente estudio la excepción contemplada en el artículo 3.1 del Real Decreto 105/2008, al no generarse los siguientes residuos:

- a) Las tierras y piedras no contaminadas por sustancias peligrosas reutilizadas en la misma obra, en una obra distinta o en una actividad de restauración, acondicionamiento o relleno, siempre y cuando pueda acreditarse de forma fehaciente su destino a reutilización.
- b) Los residuos de industrias extractivas regulados por la Directiva 2006/21/CE, de 15 de marzo.
- c) Los lodos de dragado no peligrosos reubicados en el interior de las aguas superficiales derivados de las actividades de gestión de las aguas y de las vías

navegables, de prevención de las inundaciones o de mitigación de los efectos de las inundaciones o las sequías, reguladas por el Texto Refundido de la Ley de Aguas, por la Ley de régimen económico y de prestación de servicios de los puertos de interés general, y por los tratados internacionales de los que España sea parte.

A aquellos residuos que se generen en la presente obra y estén regulados por legislación específica sobre residuos, cuando estén mezclados con otros residuos de construcción y demolición, les será de aplicación el Real Decreto 105/2008 en los aspectos no contemplados en la legislación específica.

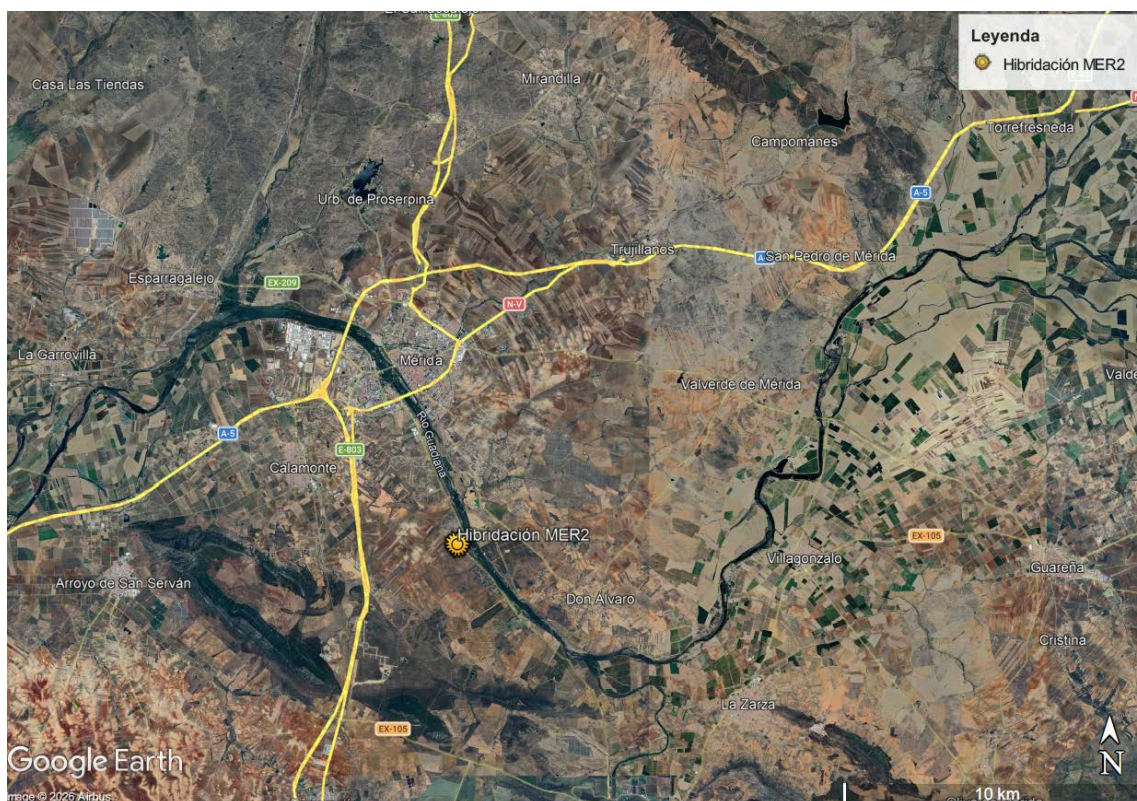
NORMATIVA

- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.
- Real Decreto 1055/2022, de 27 de diciembre, de envases y residuos de envases
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Real Decreto 815/2013, de 18 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de emisiones industriales y de desarrollo de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación
- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.
- Ley 7/2007, de 9 de julio, de gestión integrada de la calidad ambiental.
- Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- 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
- Ley 16/2015, de 23 de abril, de protección ambiental de la Comunidad Autónoma de Extremadura.

- Ley 11/2018, de 21 de diciembre, de ordenación territorial y urbanística sostenible de Extremadura

6 Emplazamiento

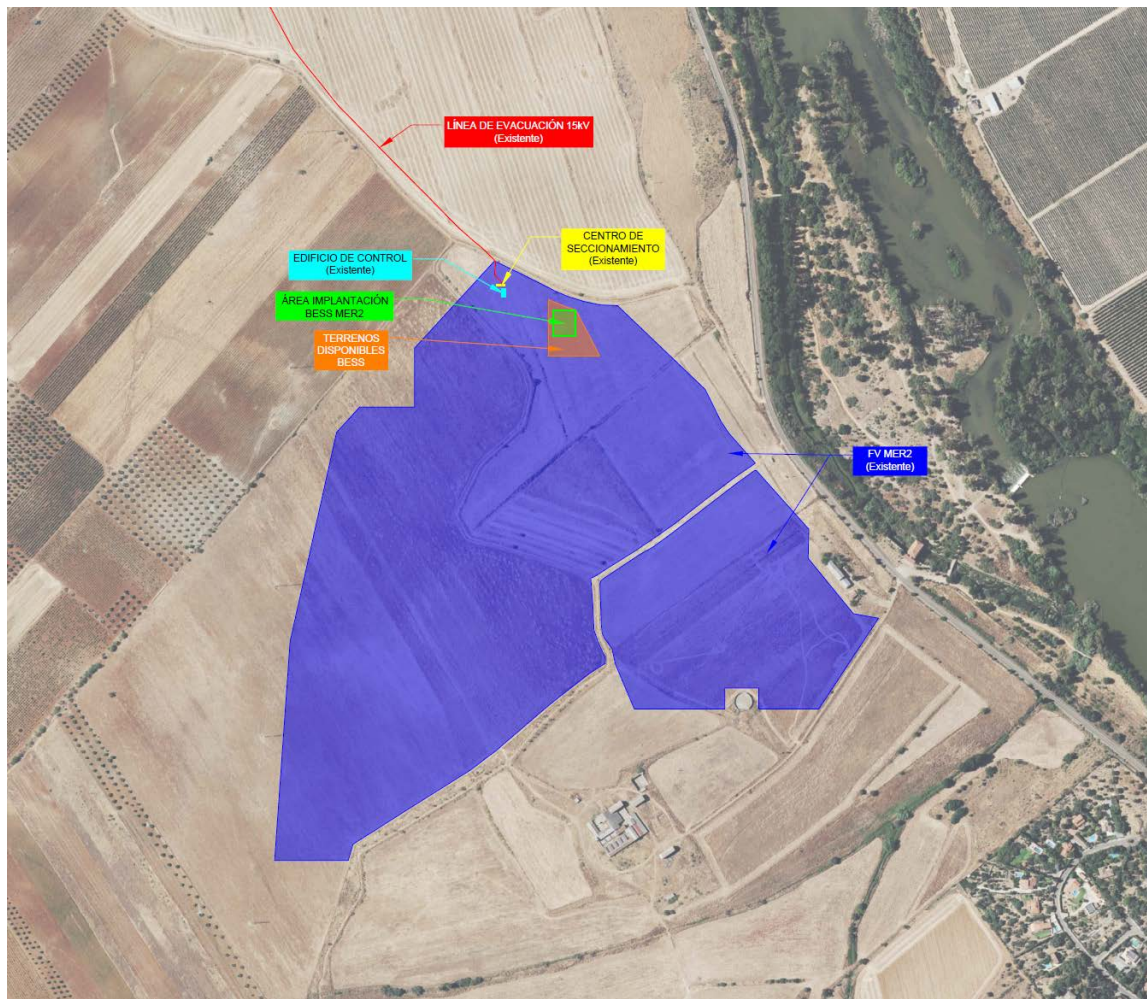
El proyecto se encuentra localizado en el municipio de Mérida, en la provincia de Badajoz, España, aproximadamente a 6 km al S de la localidad de Mérida y a 6 km al SO de la localidad de Calamonte.



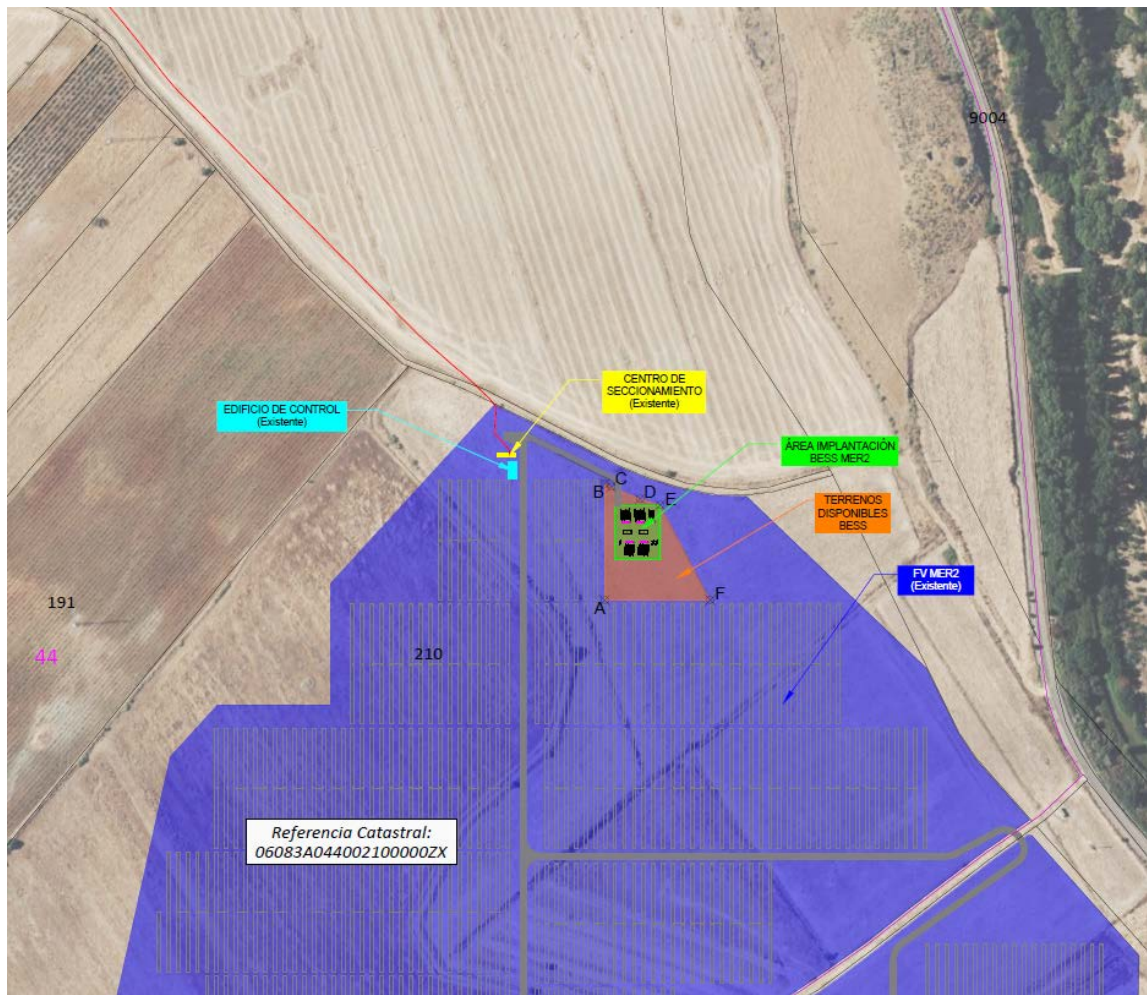
Localización Hibridación MER2 (Fuente: Google Earth)

La implantación BESS MER2 se ubicará dentro de los terrenos acotados por las siguientes coordenadas UTM ETRS89 Huso 29:

COORDENADAS TERRENOS DISPONIBLES BESS MER2				
UTM Huso 29 ETRS89			Geográficas	
Punto	X	Y	Longitud	Latitud
A	731894,92	4305112,24	0° 19' 38.2121" W	38° 51' 51.4492" N
B	731894,92	4305190,35	0° 19' 38.1173" W	38° 51' 53.9805" N
C	731899,23	4305188,09	0° 19' 37.9412" W	38° 51' 53.9032" N
D	731918,54	4305180,08	0° 19' 37.1506" W	38° 51' 53.6252" N
E	731932,03	4305175,94	0° 19' 36.5967" W	38° 51' 53.4783" N
F	731965,45	4305112,24	0° 19' 35.2885" W	38° 51' 51.3822" N



Terrenos BESS MER2



Parcelario catastral

7 Descripción del Proyecto

7.1 Configuración General

El sistema de Baterías se compone de un conjunto de elementos (llamados Racks), instalados en contenedores (BESS). Cada contenedor de baterías está asociado a una serie de convertidores (PCS) que convertirán de DC/AC y estarán conectados al transformador BT/MT del centro de transformación (STS).

Se proyecta un (1) circuito MT en 15 kV para evacuar la energía del Sistema de Baterías BESS MER2 hasta la nueva celda MT a instalar en el Centro de Seccionamiento existente de la planta fotovoltaica MER2.

Las infraestructuras serán de tipo "contenerizada" de forma que todos los equipos que conforman cada módulo de baterías se alojan en contenedores de dimensiones estandarizadas, equipados con todos los sistemas de protección y acondicionamiento reglamentarios.

El sistema completo de almacenamiento de energía está formado por los siguientes equipos principales:

- Nueve (9) contenedores de batería (EES) de 5,015 MWh cada uno.
- Cincuenta y cuatro (54) convertidores (PCS) de 213 kVA cada uno.
- Dos (2) centros de Transformación:
 - o 1 con transformador de 9000 kVA (STS).
 - o 1 con transformador de 3300 kVA (STS).
- Equipos de maniobra y protección.
- Servicios Auxiliares: incluso tres transformadores auxiliares (DTS) de 210 kVA cada uno.
- Sistema de Control y comunicaciones.

7.2 Equipos Principales

7.2.1 Contenedor de Baterías

Las Baterías que componen la instalación serán de tecnología de Litio-ferrofosfato (LFP) y se agruparán en serie y paralelo hasta formar un racks de baterías. Los racks se almacenarán en el interior de contenedores, en concreto cada contenedor agrupa a un total de 6 racks de baterías.

El contenedor que se utilizará en la instalación será el contenedor LUNA2000-5015-2S del fabricante Huawei, o similar.

Las celdas de baterías de 3,2 V se conectan en serie para conformar un paquete de baterías.

CARACTERISTICAS PRINCIPALES PAQUETE DE BATERIAS	
Material de la Celda	LFP
Número de Celdas	104
Capacidad Nominal	314 Ah / 104.49 kWh
Grado de Protección	IP65
Dimensiones (mm)	785 x 249 x 2135

7.2.2 Convertidor PCS

A cada contenedor se le asociará un convertidor por rack, por lo que por cada contenedor existirán 6 convertidores (PCS) que serán los encargados de convertir la corriente continua en corriente alterna cuando las baterías estén en proceso de descarga o la corriente alterna en corriente continua cuando las baterías se encuentren en procesos de carga.

Para este proyecto se utilizará el modelo **LUNA2000-213KTL-H0** del fabricante Huawei, o similar.

7.2.3 Centro de Transformación

El Centro de Transformación considerado para el proyecto BESS será modelo **Huawei**, o similar, que cumpla con toda la reglamentación española e internacional.

Los Centros de transformación agruparán los siguientes equipos principales:

- 1 Transformador de Potencia de:
 - o 9000 kVA de 0,8/15 kV.
 - o 3300 kVA de 0,8/15 kV.
- Celdas de Media Tensión
- Cuadros de agrupación de baja tensión
- Cuadro Auxiliar de BT
- UPS Local
- Cuadro de Monitorización
- Transformador de servicios auxiliares (instalado junto al CT)

7.2.4 Transformador de Potencia

El transformador de potencia es el equipo encargado de adaptar la energía eléctrica de salida de los equipos convertidores a los niveles de tensión de la red de media tensión a la que se conecta la infraestructura cuando las baterías estén en proceso de descarga, o adaptar la energía eléctrica de nivel de MT a un nivel de tensión que se encuentre dentro del rango de trabajo de los convertidores cuando las baterías se encuentren en proceso de carga.

Los transformadores a emplear en esta instalación se tendrán las siguientes características:

- Potencia Nominal: 9.000/3.300 kVA @40°C ONAN
- Aislamiento: Encapsulado en Aceite
- Grupo de Conexión: Dy11y11 para el de 9.000 kVA y Dy11 para el de 3.300 kVA

- Impedancia: 11,5 % $\pm$ 10,0% para el de 9.000 kVA y 7,8% $\pm$ 10,0% para el de 3.300 kVA
- Tensión de primario: 3x15.000V
- Tensión del secundario: 3x800V

7.2.5 Celdas de Media Tensión

La aparamenta de MT será de tipo compacta de hasta 24kV, con las siguientes características:

- Tensión asignada: 24 kV
- Frecuencia asignada: 50 Hz
- Corriente nominal barras: 630 A
- Tensión de impulso tipo rayo: 125 kV
- Tensión ensayo a frecuencia industrial: 50 kV
- Corriente admisible corta duración 3seg: 20 kA
- Corriente admisible valor de cresta: 50 kA

7.2.6 Transformador de Servicios Auxiliares

Se proponen utilizar los transformadores auxiliares del fabricante Huawei, DTS-200K-D0, que repartidos a lo largo de la planta cada uno de ellos dará servicio a un máximo de 5 contenedores de baterías.

Las características del equipo se muestran a continuación:

CARACTERISTICAS PRINCIPALES DTS-200K-D0	
Potencia AC	210 kVA @ 400 Vac
Tensión Nominal de Entrada (V)	800
Corriente máxima de entrada (A)	151,6
Tensión Nominal de Salida (V)	400 (3P)
Aislamiento	Seco
Refrigeración	AF
Taps	$\pm 2 \times 2,5\%$
Grupo de Conexión	Dyn11yn11
Temperatura de Operación	-30°C – 55°C

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DTS-200K-D0	
Grado de Protección	IP55
Dimensiones (mm)	900 x 2.100 x 1.200

7.2.7 Protecciones

En las celdas de los Centros de Transformación se instalarán elementos de protección frente a sobretensiones y cortocircuitos.

Los contenedores de baterías están formados por conjuntos de Racks en paralelos, cada uno de ellos tendrán al menos los siguientes elementos de protección y control:

- Protección contra sobrecarga: El sistema de gestión de Baterías (BMS) actúa sobre el contactor de desconexión del rack. En caso de sobrecarga el BMS de cada rack actúa también sobre la consigna de intensidad de carga-descarga del convertidor, convertidor.
- Protección contra cortocircuito dentro del rack.
- Protección contra cortocircuito interno de celda: Este evento puede dar lugar a una reacción exotérmica que daría lugar al venteo de la celda. En caso de producirse este evento sería detectado inmediatamente por el BMS de cada rack, que monitoriza la tensión de cada celda y la temperatura de cada módulo (cada módulo está equipado con una unidad electrónica que actúa como interfaz analógica con las celdas y de comunicación digital con el propio BMS). En caso de detección de subtensión en cualquiera de las celdas se produce la desconexión inmediata del rack.
- Protección de mínima tensión: La tensión de cada celda no debe bajar en ningún caso por debajo de una tensión umbral. Por debajo de este nivel de tensión las celdas sufren un deterioro irreparable. La tensión es vigilada por el equipamiento electrónico a nivel de módulo, que lo reporta al BMS.
- Protección de sobretensión: A partir de un nivel de tensión de celda determinado, debe evitarse continuar con la carga. El BMS (unidad de rack) toma las acciones pertinentes antes de llegar al valor límite, tales como la activación circuito de

balance de voltaje, dar orden al convertidor para limitar intensidad de carga o finalmente la desconexión del rack.

Los elementos mínimos de protección que deben de existir en cada contenedor de baterías son:

- Protección contra cortocircuito del circuito DC BES a convertidor: los fusibles de cada uno de los ramales y capacidad de corte especialmente dimensionada las condiciones de funcionamiento particulares. Estos fusibles protegen también la etapa DC del convertidor.
- Seccionador de corte en carga a la salida del rack.

Los elementos de protección del CT se dispondrán en los siguientes puntos.

- Interruptor automático a la entrada AC BT de cada convertidor PCS.
- Interruptor automático a la entrada del transformador de MT.
- Protección por equipo propios del transformador (sobre corriente, incremento de presión, protección térmica).

7.2.8 Obra Civil

La obra civil necesaria para ejecutar la hibridación mediante baterías estará compuesta por:

- Movimiento de tierras necesario para la homogeneización del terreno y dotarlo de una superficie horizontal.
- Camino de acceso con una anchura de 4 m acabado de 20 cm de zahorra artificial sobre 20 cm de subbase apoyados en el terreno natural subyacente.
- Zanjas y arquetas para alojar los circuitos de Media Tensión y Baja Tensión.
- Elementos de conducción de drenaje (cunetas triangulares revestidas o en tierra, tubos, pasos salvacunetas)
- Cimentaciones mediante zapata corrida de hormigón armado en contendedores y soportes de convertidores.

- Losas de nivelación y pilares de los centros de transformación de hormigón armado.

8 Identificación, medición y gestión de residuos

8.1 Identificación

Todos los posibles residuos de construcción y demolición generados en la obra, se han codificado atendiendo a la Ley 7/2022, de 8 de abril y a 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, dando lugar a los siguientes grupos:

- RCD de Nivel I: Tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación. El Real Decreto 105/2008 (artículo 3.1.a), considera como excepción de ser consideradas como residuos:

“Las tierras y piedras no contaminadas por sustancias peligrosas, reutilizadas en la misma obra, en una obra distinta o en una actividad de restauración, acondicionamiento o relleno, siempre y cuando pueda acreditarse de forma fehaciente su destino a reutilización.”

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

Se ha establecido una clasificación de RCD generados, según los tipos de materiales de los que están compuestos:

TIERRAS Y PÉTROS DE LA EXCAVACIÓN

1. TIERRAS Y PÉTREOS DE LA EXCAVACIÓN

X	17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03
	17 05 06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 06
	17 05 08	Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07

RESTO RDCs

RCD: Naturaleza no pétreo

1. Asfalto

	17 03 02	Mezclas bituminosas distintas a las del código 17 03 01
--	----------	---

2. Madera		
X	17 02 01	Madera
3. Metales		
X	17 04 01	Cobre, bronce, latón
X	17 04 02	Aluminio
	17 04 03	Plomo
X	17 04 04	Zinc
X	17 04 05	Hierro y Acero
	17 04 06	Estaño
X	17 04 06	Metales mezclados
X	17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10
4. Papel		
X	20 01 01	Papel
5. Plástico		
X	17 02 03	Plástico
6. Vidrio		
X	17 02 02	Vidrio
7. Yeso		
	17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los del código 17 08 01

RCD: 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
	01 04 09	Residuos de arena y arcilla

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
X	17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 1 7 01 06.

4. Piedra

X	17 09 04	RDCs mezclados distintos a los de los códigos 17 09 01, 02 y 03
---	----------	---

RCDs: Basuras, Potencialmente peligrosos y otros

1. Basuras		
X	20 02 01	Residuos biodegradables
X	20 03 01	Mezcla de residuos municipales

2. Potencialmente peligrosos y otros

	17 01 06	mezcal de hormigón, ladrillos, tejas y materiaes cerámicos con sustancias peligrosas (SP's)
	17 02 04	Madera, vidrio o plastico con sustancias peligrosas o contaminadas por ellas
	17 03 01	Mezclas bituminosas que contienen alquitran de hulla
	17 03 03	Alquitrán de hulla y productos alquitranados
	17 04 09	Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas

	17 04 10	Cables que contienen hidrocarburos, alquitran de hulla y otras SP's
	17 06 01	Materiales de aislamiento que contienen Amianto
	17 06 03	Otros materiales de aislamiento que contienen sustancias peligrosas
	17 06 05	Materiales de construcción que contienen Amianto
	17 08 01	Materiales de construcción a partir de yeso contaminados con SP's
	17 09 01	Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio
	17 09 02	Residuos de construcción y demolición que contienen PCB's
	17 09 03	Otros residuos de construcción y demolición que contienen SP's
	17 06 04	Materiales de aislamientos distintos de los 17 06 01 y 03
	17 05 03	Tierras y piedras que contienen SP's
	17 05 05	Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas
	17 05 07	Balastro de vías férreas que contienen sustancias peligrosas
X	15 02 02	Absorbentes contaminados (trapos,...)
	13 02 05	Aceites usados (minerales no clorados de motor,...)
X	16 01 07	Filtros de aceite
X	20 01 21	Tubos fluorescentes
X	16 06 04	Pilas alcalinas y salinas
	16 06 03	Pilas botón
X	15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminado
X	08 01 11	Sobrantes de pintura o barnices
	14 06 03	Sobrantes de disolventes no halogenados
X	07 07 01	Sobrantes de desencofrantes
X	15 01 11	Aerosoles vacíos
X	16 06 01	Baterías de plomo
	13 07 03	Hidrocarburos con agua
X	17 09 04	RDCs mezclados distintos códigos 17 09 01, 02 y 03

8.2 Estimación de la Cantidad de los Residuos de Construcción y Demolición que se generarán en la obra

Se ha estimado la cantidad de residuos generados en la obra, a partir de las mediciones del proyecto, en función del peso de materiales integrantes en los rendimientos de los correspondientes descompuestos de cada unidad de obra, determinando el peso de los restos de los materiales sobrantes (mermas, roturas, despuntes, etc) y el del embalaje de los productos suministrados.

El volumen de excavación de las tierras y de los materiales pétreos no utilizados en la obra, se ha calculado en función de las dimensiones del proyecto, afectado por un coeficiente de esponjamiento según la clase de terreno.

A partir del peso del residuo, se ha estimado su volumen mediante una densidad aparente definida por el cociente entre el peso del residuo y el volumen que ocupa una vez depositado en el contenedor.

Además, se ha estimado el porcentaje de residuos reciclado.

Los resultados se resumen en las siguientes tablas:

ESTIMACION DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCDs)	
Proyecto	BESS MER2
Situación	T.M. MÉRIDA (BADAJOZ)
1.- Datos Generales del Proyecto	
Tipología de obra	Otros
Superficie total construida	1.511 m ²
Volumen estimado de tierras de excavación	1.085 m ³
Factor de estimación total de RCDs	0,75 m ³ /m ²
Densidad media de los materiales	1,20 T/m ³
Factor medio de esponjamiento de RCDs	1,20
Factor medio de esponjamiento de tierras	1,15

2.- Evaluación global de RCDs					
	S	V	d	R	T
	Superficie Construida	Volumen aparente RCDs	Densidad media de los RCDs	Previsión de reciclaje en %	Toneladas estimadas RCDs
Tierras y pétreos procedentes de la excavación estimados directamente desde los datos de proyecto	-	1.085 m ³	1,20 T/m ³	95,00%	75 T

RDCs distintos de los anteriores evaluados mediante estimaciones porcentuales	1.511 m ²	1.133 m ³	1,20 T/m ³	-	1.632 T
---	----------------------	----------------------	-----------------------	---	----------------

3.- Evaluación teórica del peso por tipología de RCDs

	%	Tn	d	R	Vt
	% del peso total	Toneladas brutas de cada tipo de RDC	Densidad media (T/m ³)	Previsión de reciclaje en %	Volumen neto de Residuos (m ³)

RCD: Naturaleza no pétreo

1. Asfalto	0,00%	0,00	1,30	95,00%	0,00
2. Madera	50,20%	819,22	0,60	80,00%	273,07
3. Metales	7,03%	114,69	1,50	95,00%	3,82
4. Papel	8,03%	131,07	0,90	85,00%	21,85
5. Plástico	4,81%	78,48	0,90	65,00%	30,52
6. Vidrio	1,71%	27,85	1,50	65,00%	6,50
7. Yeso	0,00%	0,00	1,20	30,00%	0,00
Subtotal estimación	71,78%	1.171,32	1,13	80,17%	335,76

RCD: Naturaleza pétreo

1. Arena Grava y otros áridos	1,00%	16,38	1,50	90,00%	1,09
2. Hormigón	16,06%	262,15	2,50	30,00%	73,40
3. Ladrillos , azulejos y otros cerámicos	0,10%	1,64	1,50	30,00%	0,76
4. Piedra	1,00%	16,38	1,50	75,00%	2,73
Subtotal estimación	18,17%	296,56	1,75	38,97%	77,99

RCD: Basuras, Potencialmente peligrosos y otros

1. Basuras	10,04%	163,84	0,90	10,00%	163,84
2. Potencialmente peligrosos y otros	0,01%	0,16	0,50	5,00%	0,31
Subtotal estimación	10,05%	164,01	0,70	9,99%	164,15

TOTAL estimación cantidad RCDs	100,00%	1.631,88	1,25	71,15%	577,90
---------------------------------------	----------------	-----------------	-------------	---------------	---------------

8.3 Gestión de Residuos

8.3.1 Medidas de prevención de generación de residuos

En la fase de proyecto se han tenido en cuenta las distintas alternativas compositivas, constructivas y de diseño, optando por aquellas que generan el menor volumen de residuos en la fase de construcción y de explotación, facilitando, además, el desmantelamiento de la obra al final de su vida útil con el menor impacto ambiental.

Con el fin de generar menos residuos en la fase de ejecución, el constructor asumirá la responsabilidad de organizar y planificar la obra, en cuanto al tipo de suministro, acopio de materiales y proceso de ejecución.

Como criterio general se adoptarán las siguientes medidas para la prevención de los residuos generados en la obra:

Tierras de excavación

- Separar y almacenar adecuadamente la tierra vegetal para utilizarla posteriormente en labores de restauración. La tierra vegetal se acumulará en zonas no afectadas por los movimientos de tierra hasta que se proceda a su disposición definitiva y la altura máxima de los acopios será de dos metros para que no pierda sus características.
- La excavación se ajustará a las dimensiones específicas del proyecto, atendiendo a las cotas de los planos de cimentación, hasta la profundidad indicada en el mismo que coincidirá con el Estudio Geotécnico correspondiente con el visto bueno de la Dirección Facultativa. En el caso de que existan lodos de drenaje, se acotará la extensión de las bolsas de los mismos.
- Utilizar las tierras sobrantes de excavación en la propia obra: rampas de acceso, rellenos, restauraciones etc. (De este modo se reduce el transporte para reutilización en otras zonas o para traslado a vertedero).
- En los casos en que sea preciso el aporte de materiales, controlar que los volúmenes aportados sean exclusivamente los precisos para los rellenos.

- Se evitará en lo posible la producción de residuos de naturaleza pétreo (bolos, grava, arena, etc.), pactando con el proveedor la devolución del material que no se utilice en la obra.

Cerámicas mortero y hormigón

- El hormigón suministrado será preferentemente de central. En caso de que existan sobrantes se utilizarán en las partes de la obra que se prevea para estos casos, como hormigones de limpieza, base de solados, rellenos, etc.

Medios auxiliares (palets de madera), envases y embalajes

- Todos los elementos de madera se replantearán junto con el oficial de carpintería, con el fin de optimizar la solución, minimizar su consumo y generar el menor volumen de residuos.
- Se solicitará de forma expresa a los proveedores que el suministro en obra se realice con la menor cantidad de embalaje posible, renunciando a los aspectos publicitarios, decorativos y superfluos.
- Utilizar materiales cuyos envases/embalajes procedan de material reciclado.
- No separar el embalaje hasta que no vayan a ser utilizados los materiales.
- Guardar los embalajes que puedan ser reutilizados inmediatamente después de separarlos del producto. Gestionar la devolución al proveedor en el caso de ser este el procedimiento establecido.
- Los palets de madera se han de reutilizar cuantas veces sea posible.

Residuos metálicos

- Separarlos y almacenarlos adecuadamente para facilitar su reciclado.
- 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, evitándose cualquier trabajo dentro de la obra, a excepción del montaje de los correspondientes kits prefabricados.

Aceites y grasas

- Realizar el mantenimiento de la maquinaria y cambios de aceites en talleres autorizados.
- Si es imprescindible llevar a cabo alguna operación de cambio de aceites y grasas en la obra, utilizar los accesorios necesarios para evitar posibles vertidos al suelo (recipiente de recogida de aceite y superficie impermeable).
- Controlar al máximo las operaciones de llenado de equipos con aceites para evitar que se produzca cualquier vertido.

Tierras contaminadas

- Establecer las medidas preventivas para evitar derrames de sustancias peligrosas.
- Disponer de bandeja metálica para almacenamiento de combustibles.
- Resguardar de la lluvia las zonas de almacenamiento (mediante techado o uso de lona impermeable), para evitar que las bandejas se llenen de agua.
- Disponer de grupos electrógenos cuyo tanque de almacenamiento principal tenga doble pared y cuyas tuberías vayan encamisadas. Si no es así colocar en una bandeja estanca o losa de hormigón impermeabilizada y con bordillo.
- Controlar al máximo las operaciones de llenado de equipos con aceites para evitar que se produzca cualquier vertido. No realizar llenados de máquinas de potencia sin estar operativos los fosos de recogida de aceite. Colocar recipientes o material absorbente debajo de todos los empalmes de tubos utilizados durante la maniobra, para la recogida de posibles pérdidas.
- Buenas prácticas en los trasiegos.
- Las piezas que contengan mezclas bituminosas, se suministrarán justas en dimensión y extensión, con el fin de evitar los sobrantes innecesarios. Antes de su colocación se planificará la ejecución para proceder a la apertura de las piezas mínimas, de modo que queden dentro de los envases los sobrantes no ejecutados.

En el caso de que se adopten otras medidas alternativas o complementarias para la prevención de los residuos de la obra, se le comunicará de forma fehaciente al Director de Obra para su conocimiento y aprobación. Estas medidas no supondrán menoscabo alguno de la calidad de la obra, ni interferirán en el proceso de ejecución de la misma.

8.3.2 Medidas de separación, manejo, y almacenamiento de los residuos de obra

Segregación

Para una correcta valorización o eliminación se realizará una segregación previa de los residuos, separando aquellos que por su no peligrosidad (residuos urbanos y asimilables a urbanos) y por su cantidad puedan ser depositados en los contenedores específicos colocados por el correspondiente ayuntamiento, de los que deban ser llevados a vertedero controlado y de los que deban ser entregados a un gestor autorizado (residuos peligrosos). Para la segregación se utilizarán bolsas o contenedores que impidan o dificulten la alteración de las características de cada tipo de residuo.

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

- Hormigón: 80 t.
- Ladrillos, tejas y materiales cerámicos: 40 t.
- Metales (incluidas sus aleaciones): 2 t.
- Madera: 1 t.
- Vidrio: 1 t.
- Plástico: 0.5 t.
- Papel y cartón: 0.5 t.

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

Si por falta de espacio físico en la obra no resulta técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra. En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre, la obligación recogida en el artículo 5. "Obligaciones del poseedor de residuos de construcción y demolición" del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero.

El órgano competente en materia medioambiental de la comunidad autónoma donde se ubica la obra, de forma excepcional, y siempre que la separación de los residuos no haya sido especificada y presupuestada en el proyecto de obra, podrá eximir al poseedor de los residuos de construcción y demolición de la obligación de separación de alguna o de todas las anteriores fracciones.

La segregación de residuos en obra ha de ser la máxima posible, para facilitar la reutilización de los materiales y que el tratamiento final sea el más adecuado según el tipo de residuo.

En ningún caso se mezclarán residuos peligrosos y no peligrosos.

En el campamento de obra, se procurará además segregar los RSU en las distintas fracciones (envases y embalajes, papel, vidrio y resto).

Almacenamiento

Desde la generación de los residuos hasta su eliminación o valorización final, éstos serán almacenados de forma separada en el lugar de trabajo, según vaya a ser su gestión final, como se ha indicado en el punto anterior.

Para las zonas de almacenamiento se cumplirán los siguientes criterios:

- Serán seleccionadas, siempre que sea posible, de forma que no sean visibles desde carreteras o lugares de tránsito de personas, pero con facilidad de acceso para poder proceder a la recogida de los mismos.

- Estarán debidamente señalizadas mediante marcas en el suelo, carteles, etc. para que cualquier persona que trabaje en la obra sepa su ubicación.
- Los contenedores de residuos peligrosos estarán identificados según se indica en la legislación aplicable con etiquetas o carteles resistentes a las distintas condiciones meteorológicas, colocados en un lugar visible y que proporcionen la siguiente información: descripción del residuo, icono de riesgos, código del residuo, datos del productor y fecha de almacenamiento.
- Las zonas de almacenamiento de residuos peligrosos estarán protegidas de la lluvia y contarán con suelo impermeabilizado o bandejas de recogida de derrames accidentales.
- Los residuos que por sus características puedan ser arrastrados por el viento, como plásticos (embalajes, bolsas, etc.), papeles (sacos de mortero, etc.) y otros deberán ser almacenados en contenedores cerrados, a fin de evitar su diseminación por la zona de obra y el exterior del recinto.
- Se delimitará e identificará de forma clara una zona para la limpieza de las cubas de hormigonado para evitar vertidos de este tipo en las proximidades de la zona. La zona será regenerada una vez finalizada la obra, llevándose los residuos a vertedero controlado y devolviéndola a su estado y forma inicial.
- Se evitará el almacenamiento de excedentes de excavación en cauces y sus zonas de policía.

Además de las zonas definidas, el campamento de obra deberá disponer de uno o más contenedores, con su correspondiente tapadera (para evitar la entrada del agua de lluvia) para los residuos sólidos urbanos (restos de comidas, envases de bebidas, etc.) que generen las personas que trabajan en la obra. Estos contenedores deberán estar claramente identificados, de forma que todo el personal de la obra sepa donde se almacena cada tipo de residuo.

8.3.3 Destino de los residuos generados

La gestión de los residuos se realizará según lo establecido en la legislación específica vigente.

Siempre se favorecerá el reciclado y valoración de los residuos frente a la eliminación en vertedero controlado de los mismos.

Residuos no peligrosos

- RSU: Los residuos sólidos urbanos y asimilables (papel, cartón, vidrio, envases de plástico) separados en sus distintas fracciones serán llevados a un vertedero autorizado o recogidos por gestores autorizados. En el caso de no ser posible la recogida por gestor autorizado y de tratarse de pequeñas cantidades, se podrán depositar en los distintos contenedores que existan en el Ayuntamiento más próximo.
- Restos vegetales: La eliminación de los residuos vegetales deberá hacerse de forma simultánea a las labores de talas y desbroce. Los residuos obtenidos se apilarán y retirarán de la zona con la mayor brevedad, evitando así que se conviertan en un foco de infección por hongos, o que suponga un incremento del riesgo de incendios.
- Los residuos forestales generados se gestionarán según indique la autoridad ambiental competente. Con carácter general, y si no hubiera indicaciones, preferiblemente se entregarán a sus propietarios. Si no es posible se gestionará su entrega a una planta de compostaje y en último caso se trasladarán a vertedero controlado.
- Excedentes de excavación, escombros, y excedentes de hormigón: como ya se ha comentado se tratarán de reutilizarse en la obra, si no es posible y existe permiso de los Ayuntamientos afectados y de la autoridad ambiental competente, podrán gestionarse mediante su reutilización en firmes de caminos, rellenos etc. Si no son posibles las opciones anteriores se gestionarán en vertedero autorizado.
- Chatarra: se entregará a gestor autorizado para que proceda al reciclado de las distintas fracciones.

Residuos peligrosos

- Los residuos peligrosos se gestionarán mediante gestor autorizado. Se dará preferencia a aquellos gestores que ofrezcan la posibilidad de reciclaje y valorización como destinos finales frente a la eliminación.
- La empresa contratista deberá recoger los residuos peligrosos en contenedores específicos para cada residuo, los cuales deben ser de material y capacidad adecuada y contar con las etiquetas identificativas apropiadas.
- La empresa contratista deberá mantener los residuos peligrosos almacenados correctamente, evitando la mezcla de los mismos y procurando que las características de peligrosidad no se incrementen al ubicarlos conjuntamente. Para ello habilitará una zona dentro de la obra que reúna las características recogidas anteriormente, y que cumpla con todos los requisitos que exigen las distintas legislaciones aplicables tanto nacionales como autonómicas.
- La presencia de fugas/derrames en la manipulación de los residuos peligrosos o en las labores de almacenamiento deben corregirse en el acto y deben notificarse al responsable de la Vigilancia ambiental designado por neo energía.
- Si en el derrame el residuo entra en contacto con el terreno, hay que retirar la fracción contaminada a la mayor brevedad y gestionarla como residuo peligroso.
- La empresa contratista será la titular y responsable de los residuos peligrosos generados hasta que estos sean transferidos y aceptados por el gestor final. Deberán realizar el transporte hasta el lugar de almacenamiento con vehículos debidamente autorizados por el órgano competente.

9 Valoración de la gestión de residuos

Con el fin de garantizar la correcta gestión de los residuos de construcción y demolición generados en las obras, las Entidades Locales exigen el depósito de una fianza u otra garantía financiera equivalente, que responda de la correcta gestión de los residuos de construcción y demolición que se produzcan en la obra, en los términos previstos en la legislación autonómica y municipal.

A continuación, se desglosa el capítulo presupuestario correspondiente a la gestión de los residuos de la obra.

No obstante, la cantidad total del presupuesto del presente Estudio de Gestión de Residuos se encuentra prorrateada en el precio unitario de cada unidad que compone el presupuesto general del Proyecto de Desmantelamiento.

ESTIMACIÓN DEL COSTE DE GESTIÓN DE LOS RCDs										
G	Vr	Vt	Vc	N	P	Cc	Ts	Tt	C	
Tipo de gestion	Volumen Reciclado	Volumen neto de Residuos	Volumen Contenedor / Camión / Bidón	Num Contenedor / Camión	Precio Contenedor /Camión	Contenedor Gratuito (SI / NO)	Incluir Tasas Municipales	Toneladas netas de cada tipo de RDC	Canon de Vertido	Importe TOTAL
RCD: Tierras y pétreos procedentes de excavación										
Vert. Fraccionado	1030,75 m³	54,25 m³	Camión 20T max.10Kn	0,00 Uds	35,50 €/Ud	-	SI	65,10 T	5,82 €	378,95 €
RCD: Naturaleza no pétreo										
Vert. Fraccionado	0,00 m³	0,00 m³	Contenedor 6,0 m3	0,00 Uds	48,00 €/Ud	NO	NO	0,00 T	14,00 €	0,00 €
Planta Reciclaje	1092,29 m³	273,07 m³	Contenedor 6,0 m3	46,00 Uds	48,00 €/Ud	NO	SI	163,84 T	0,00 €	2.329,90 €
Planta Reciclaje	72,64 m³	3,82 m³	Contenedor 6,0 m3	1,00 Uds	48,00 €/Ud	NO	SI	5,73 T	2,85 €	66,99 €
Planta Reciclaje	123,79 m³	21,85 m³	Contenedor 9,0 m3	3,00 Uds	64,00 €/Ud	SI	SI	19,66 T	2,65 €	60,05 €
Planta Reciclaje	56,68 m³	30,52 m³	Contenedor 7,0m3	5,00 Uds	50,00 €/Ud	NO	SI	27,47 T	2,65 €	336,04 €
Planta Reciclaje	12,07 m³	6,50 m³	Contenedor 8,0 m3	1,00 Uds	61,00 €/Ud	SI	SI	9,75 T	2,65 €	28,48 €
Vert. Fraccionado	0,00 m³	0,00 m³	Contenedor 6,0 m3	0,00 Uds	48,00 €/Ud	NO	SI	0,00 T	8,13 €	0,00 €
		335,76 m³						226,46 T		2.821,47 €
RCD: Naturaleza no pétreo										
Vert. Mezclado	9,83 m³	1,09 m³	Contenedor 6,0 m3	1,00 Uds	48,00 €/Ud	NO	SI	1,64 T	10,00 €	67,03 €
Vert. Fraccionado	31,46 m³	73,40 m³	Contenedor 6,0 m3	13,00 Uds	48,00 €/Ud	NO	SI	183,50 T	3,50 €	1.300,72 €
Vert. Mezclado	0,33 m³	0,76 m³	Contenedor 6,0 m3	1,00 Uds	48,00 €/Ud	NO	SI	1,15 T	10,00 €	62,12 €
Vert. Mezclado	8,19 m³	2,73 m³	Contenedor 6,0 m3	1,00 Uds	48,00 €/Ud	NO	SI	4,10 T	10,00 €	91,61 €
		77,99 m³						190,39 T		1.521,48 €
RCD: Naturaleza no pétreo										
Vert. Mezclado	18,20 m³	163,84 m³	Contenedor 7,0m3	24,00 Uds	50,00 €/Ud	SI	NO	147,46 T	15,00 €	2.211,89 €
Vert. Fraccionado	0,02 m³	0,31 m³	Bidones 0,1 m3	1,00 Uds	45,80 €/Ud	-	SI	0,16 T	17,54 €	51,18 €
		164,15 m³						147,61 T		2.263,07 €
TOTAL COSTE TRANSPORTE + VERTIDO								6.984,96 €		
Medios Auxiliares y Gastos Administrativos de la Gestión					Coste	% Estimado	Total	403,95 €		
Medios Auxiliares en obra (sin tierras de excavación)		SI	RCDs Mezclado	168,43 m³	0,95 €	50,00%	80,00 €			
		SI	RCDs Fraccionado	409,47 m³	1,30 €	50,00%	266,16 €			
Gastos de Tramitaciones		SI	RCDs Gestionado	577,90 m³	0,10 €	100,00%	57,79 €			
ESTIMACIÓN DEL COSTE DE TRATAMIENTO DE LOS RCDs								7.388,92 €		

10 Pliego de Prescripciones

10.1 Disposiciones Generales

Regirá, como norma general, el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, que establece las obligaciones del productor, poseedor y gestor de los residuos.

Obligaciones del productor:

- Incluir en el proyecto de ejecución de la obra un estudio de gestión de residuos de construcción y demolición, que contendrá los mínimos exigidos por el real decreto.
- En obras de demolición, rehabilitación, reparación o reforma, hacer un inventario de los residuos peligrosos que se generarán, que deberá incluirse en el estudio de gestión, así como prever su retirada selectiva, con el fin de evitar la mezcla entre ellos o con otros residuos no peligrosos, y asegurar su envío a gestores autorizados de residuos peligrosos.
- Disponer de la documentación que acredite que los residuos de construcción y demolición realmente producidos en sus obras han sido gestionados, en su caso, en obra o entregados a una instalación de valorización o de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos recogidos en este real decreto y, en particular, en el estudio de gestión de residuos de la obra o en sus modificaciones. La documentación correspondiente a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.
- En el caso de obras sometidas a licencia urbanística, constituir, cuando proceda, en los términos previstos en la legislación de las comunidades autónomas, la fianza o garantía financiera equivalente que asegure el cumplimiento de los requisitos establecidos en dicha licencia en relación con los residuos de construcción y demolición de la obra.
- La legislación de las comunidades autónomas podrá exigir la constitución de una fianza u otra garantía financiera equivalente, vinculada al otorgamiento de la licencia municipal de obras al productor de residuos de construcción y

demolición, en cuantía suficiente para garantizar el cumplimiento de las obligaciones que le impone el real decreto 105/2008.

- En aquellas obras cuyo proyecto incluya un estudio de gestión de residuos de la obra, el cálculo de la cuantía de la fianza o garantía financiera equivalente establecida en el apartado anterior, se basará en el presupuesto de dicho estudio.

Obligaciones del poseedor:

- 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 que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban 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 aceptada por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.
- El poseedor de 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 o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.
- La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Ley 7/2022, de 8 de abril y 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, o norma que la sustituya, y la identificación del gestor de las operaciones de destino.

- Cuando el gestor al que el poseedor entregue los residuos de construcción y demolición efectúe únicamente operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrega deberá figurar también el gestor de valorización o de eliminación ulterior al que se destinarán los residuos.
- En todo caso, la responsabilidad administrativa en relación con la cesión de los residuos de construcción y demolición por parte de los poseedores a los gestores se regirá por lo establecido la Ley 7/2022, de 8 de abril.
- El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentren en su poder, a mantenerlos en 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.
- La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra en que se produzcan. Cuando por falta de espacio físico en la obra no resulte técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra. En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre, la obligación recogida en el presente apartado.
- El órgano competente en materia medioambiental de la comunidad autónoma en que se ubique la obra, de forma excepcional, y siempre que la separación de los residuos no haya sido especificada y presupuestada en el proyecto de obra, podrá eximir al poseedor de los residuos de construcción y demolición de la obligación de separación de alguna o de todas las anteriores fracciones.
- El poseedor de los residuos de construcción y demolición estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión y a entregar al productor los certificados y demás documentación acreditativa de la gestión de los residuos, así como a mantener la documentación correspondiente a cada año natural durante los cinco años siguientes.

Obligaciones del gestor:

- En el supuesto de actividades de gestión sometidas a autorización por la legislación de residuos, llevar un registro en el que, como mínimo, figure la cantidad de residuos gestionados, expresada en toneladas y en metros cúbicos, el tipo de residuos, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Ley 7/2022, de 8 de abril y 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, o norma que la sustituya, la identificación del productor, del poseedor y de la obra de donde proceden, o del gestor, cuando procedan de otra operación anterior de gestión, el método de gestión aplicado, así como las cantidades, en toneladas y en metros cúbicos, y destinos de los productos y residuos resultantes de la actividad.
- Extender al poseedor o al gestor que le entregue residuos de construcción y demolición, los certificados acreditativos de la gestión de los residuos recibidos, especificando el productor y, en su caso, el número de licencia de la obra de procedencia. Cuando se trate de un gestor que lleve a cabo una operación exclusivamente de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, deberá además transmitir al poseedor o al gestor que le entregó los residuos, los certificados de la operación de valorización o de eliminación subsiguiente a que fueron destinados los residuos.

10.2 Disposiciones Particulares

- El depósito temporal de los escombros, se realizará bien en sacos industriales iguales o inferiores a 1m³, contenedores metálicos específicos con la ubicación y condicionado que establezcan las ordenanzas municipales. Dicho depósito en acopios, también deberá estar en lugares debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.

- El depósito temporal para RCD valorizables (maderas, plásticos, metales, chatarra...) que se realice en contenedores o acopios, se deberá señalar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado.
- El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma. Los contenedores permanecerán cerrados, o cubiertos al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a la obra a la que prestan servicio.
- En el equipo de obra deberán establecerse los medios humanos, técnicos y procedimientos para la separación de cada tipo de RCD.
- Se atenderán los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condiciones de licencia de obras...), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición.
- En este último caso se deberá asegurar por parte del contratista realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación, tanto por las posibilidades reales de ejecutarla como por disponer de plantas de reciclaje o gestores de RCD adecuados.
- La Dirección de Obra será la responsable de tomar la última decisión y de su justificación ante las autoridades locales o autonómicas pertinentes.
- Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCD que el destino final (planta de reciclaje, vertedero, cantera, incineradora...) son centros con la autorización autonómica de la Consejería de Medio Ambiente, así mismo se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados por dicha Consejería e inscritos en el registro pertinente.
- Se llevará a cabo un control documental en el que quedarán reflejados los avales de retirada y entrega final de cada transporte de residuos.
- La gestión tanto documental como operativa de los residuos peligrosos que se hallen en una obra de derribo o de nueva planta se regirán conforme a la legislación nacional y autonómica vigente y a los requisitos de las ordenanzas municipales.

- Asimismo, los residuos de carácter urbano generados en las obras (restos de comidas, envases...) serán gestionados acorde con los preceptos marcados por la legislación y autoridad municipal correspondiente.
- Los restos de lavado de canaletas / cubas de hormigón serán tratadas como escombros.
- Se evitará en todo momento la contaminación con productos tóxicos o peligrosos de los plásticos y restos de madera para su adecuada segregación, así como la contaminación de los acopios o contenedores de escombros con componentes peligrosos.

BLOGGERS

ENERGÍAS RENOVABLES S.L.

Proyecto de Ejecución.

***Hibridación de Instalación Fotovoltaica existente
mediante Baterías.***

***Hibridación MER2 mediante nuevo módulo BESS MER2
(11,5 MW/45,14 MWh).***

Término municipal de Mérida (Badajoz).

Anexo 6

Plan de Desmantelamiento

1	OBJETO.....	3
2	PETICIONARIO Y PROMOTOR	4
3	LOCALIZACIÓN Y ACCESOS	5
4	NORMATIVA DE APLICACIÓN	7
5	DESCRIPCIÓN TÉCNICA.....	8
5.1	CONFIGURACIÓN GENERAL	8
5.2	EQUIPOS PRINCIPALES.....	9
5.2.1	Contenedor de Baterías	9
5.2.2	Convertidor PCS	9
5.2.3	Centro de Transformación	10
5.2.4	Transformador de Potencia	10
5.2.5	Celdas de Media Tensión	11
5.2.6	Transformador de Servicios Auxiliares.....	11
5.2.7	Protecciones.....	12
5.2.8	Obra Civil.....	13
6	ESTADO PREVIO DE LOS TERRENOS	15
6.1	SUPERFICIES.....	15
6.2	DESCRIPCIÓN URBANÍSTICA SEGÚN PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN URBANA DE MÉRIDA	16
7	DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS DE DESMANTELAMIENTO	17
7.1	SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA CON BATERÍAS.....	17
8	PLAN DE DESMANTELAMIENTO	18
8.1	DESMONTAJE DE BATERÍAS Y CONVERTIDORES.....	18
8.2	DESMONTAJE DE LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS Y DE INTERCONEXIÓN.....	18
8.3	DESMONTAJE DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.....	19
8.4	DESMONTAJE DE LOS SISTEMAS DE SERVICIOS AUXILIARES, CONTROL Y MEDIDA.....	19
8.5	ELIMINACIÓN DE INFRAESTRUCTURAS Y CIMENTACIONES	19
8.6	ELIMINACIÓN DE PLATAFORMA Y VIALES.....	20
9	RECICLADO Y RESIDUOS NO RECICLABLES O TÓXICOS.....	21
10	RESTAURACIÓN FINAL	23
10.1	RESTAURACIÓN DE PERFILES, CIMENTACIONES Y SUELOS	23
10.2	CIMENTACIONES.....	23
10.3	ARQUETAS DE LÍNEAS DE MEDIA TENSIÓN SUBTERRÁNEAS	24

10.4	VIALES DE ACCESO	24
10.5	REVEGETACIÓN	25
10.5.1	Hidrosiembra	25
11	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	27
12	PLAZO DE EJECUCIÓN.....	28
13	MEDICIONES Y PRESUPUESTO.....	29
14	PLANOS	31

1 Objeto

La última fase del proyecto, una vez finalizada la vida útil de la instalación, es la de abandono. En esta etapa se realizan los trabajos de desmantelamiento, tratamiento de residuos y adaptación del terreno al medio.

El presente Estudio de Desmantelamiento se redacta en cumplimiento del Artículo 73 de la Ley 16/2015 de Protección Ambiental de Extremadura, así como del Artículo 63.3 de la Ley 11/2018 (LOTUS), al objeto de definir las actuaciones necesarias para la clausura, desmantelamiento de los sistemas de almacenamiento (BESS) y restauración del terreno, garantizando la correcta gestión de residuos según el correspondiente Plan de Gestión de Residuos anexo a la Memoria del presente proyecto.

Así pues, en este anexo se describirán los trabajos necesarios para el desmantelamiento del sistema de almacenamiento de energía con baterías, que hibrida a la planta fotovoltaica MER2 ubicada en el término municipal de Mérida, en la provincia de Badajoz, y la restauración de las condiciones ambientales y paisajísticas oportunas para que los terrenos utilizados vuelvan a la situación anterior al establecimiento de la actividad. Por otra parte, se valorarán dichos trabajos para fijar la cuantía que sirva de aval para asegurar los gastos de restitución de los terrenos a su estado original.

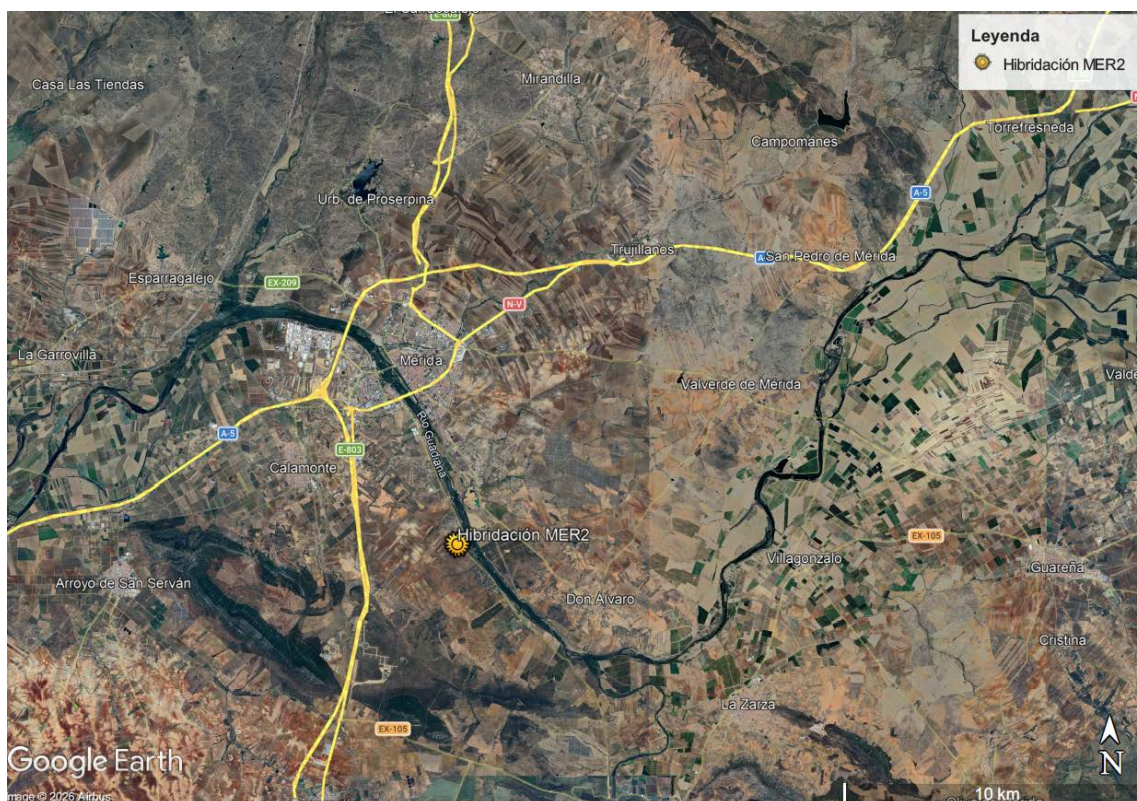
2 Peticionario y promotor

Se redacta el presente proyecto por encargo de la empresa BLOGGERS ENERGIAS RENOVABLES S.L. como promotora de las instalaciones:

- DENOMINACIÓN SOCIAL: BLOGGERS ENERGIAS RENOVABLES S.L.
- CIF: B-90397464
- DIRECCIÓN SOCIAL:
- PERSONA DE CONTACTO:

3 Localización y accesos

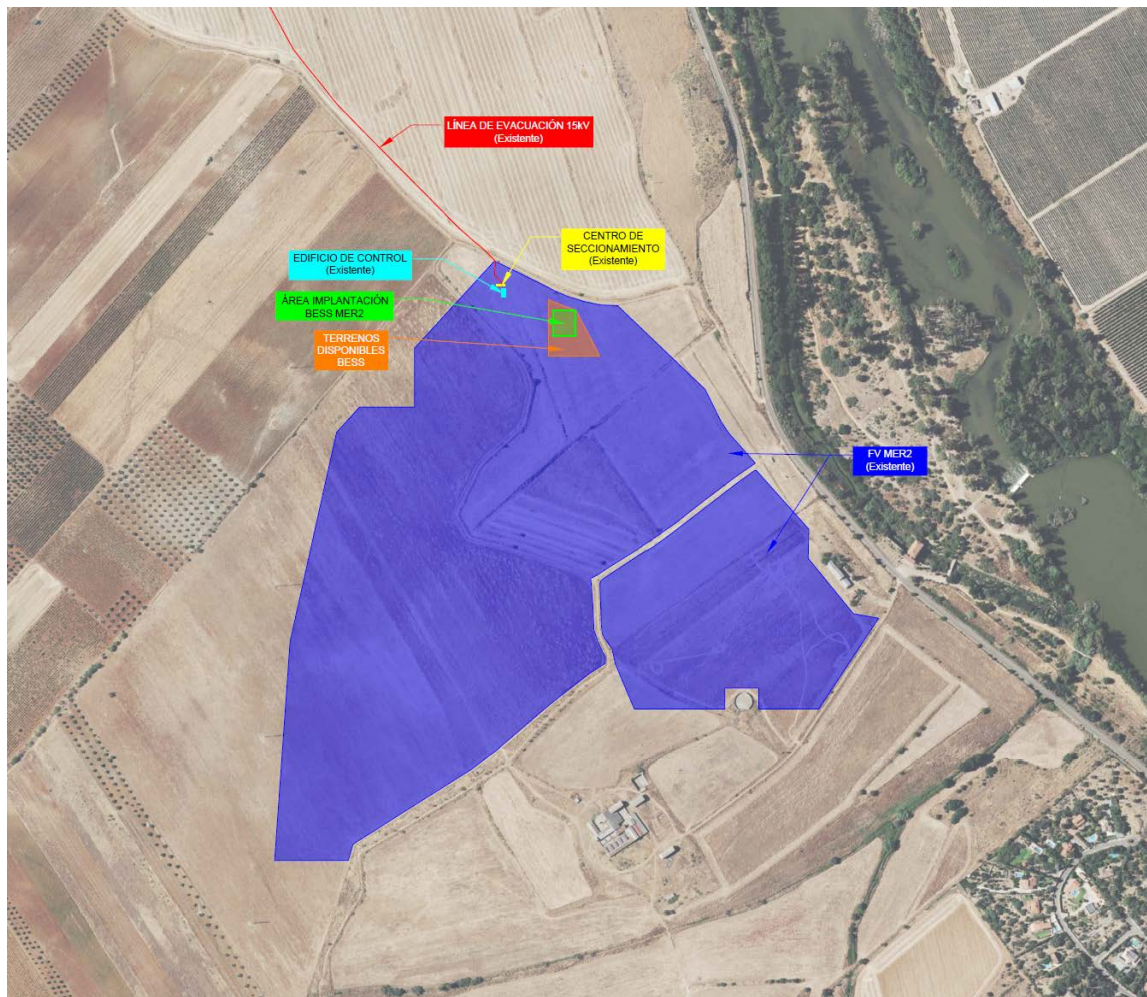
El proyecto se encuentra localizado en el municipio de Mérida, en la provincia de Badajoz, España, aproximadamente a 6 km al S de la localidad de Mérida y a 6 km al SO de la localidad de Calamonte.



Localización Hibridación MER2 (Fuente: Google Earth)

La implantación BESS MER2 se ubicará dentro de los terrenos acotados por las siguientes coordenadas UTM ETRS89 Huso 29:

COORDENADAS TERRENOS DISPONIBLES BESS MER2				
UTM Huso 29 ETRS89			Geográficas	
Punto	X	Y	Longitud	Latitud
A	731894,92	4305112,24	0° 19' 38.2121" W	38° 51' 51.4492" N
B	731894,92	4305190,35	0° 19' 38.1173" W	38° 51' 53.9805" N
C	731899,23	4305188,09	0° 19' 37.9412" W	38° 51' 53.9032" N
D	731918,54	4305180,08	0° 19' 37.1506" W	38° 51' 53.6252" N
E	731932,03	4305175,94	0° 19' 36.5967" W	38° 51' 53.4783" N
F	731965,45	4305112,24	0° 19' 35.2885" W	38° 51' 51.3822" N



Terrenos BESS MER2

4 Normativa de aplicación

La normativa de aplicación a tener en cuenta en este documento de desmantelamiento es la siguiente:

- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular
- Orden de 12 de julio de 2002, por la que se regulan los documentos de control y seguimiento a emplear en la recogida de residuos peligrosos en pequeñas cantidades.
- Ley 62/2003, de 30 de diciembre, de medidas fiscales, administrativas y del orden social.
- Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
- Ley 16/2015, de 23 de abril, de protección ambiental de la Comunidad Autónoma de Extremadura.
- Real Decreto 106/2008, de 1 de febrero, sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos.
- Ley 11/2018, de 21 de diciembre, de ordenación territorial y urbanística sostenible de Extremadura
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

5 Descripción Técnica

5.1 Configuración General

El sistema de Baterías se compone de un conjunto de elementos (llamados Racks), instalados en contenedores (ESS). Cada contenedor de baterías está asociado a una serie de convertidores (PCS) que convertirán de DC/AC y estarán conectados al transformador BT/MT del centro de transformación (STS).

Se proyecta un (1) circuito MT en 15 kV para evacuar la energía del Sistema de Baterías BESS MER2 hasta la nueva celda MT a instalar en el Centro de Seccionamiento existente de la planta fotovoltaica MER2.

Las infraestructuras serán de tipo "contenerizada" de forma que todos los equipos que conforman cada módulo de baterías se alojan en contenedores de dimensiones estandarizadas, equipados con todos los sistemas de protección y acondicionamiento reglamentarios.

El sistema completo de almacenamiento de energía está formado por los siguientes equipos principales:

- Nueve (9) contenedores de batería (EES) de 5,015 MWh cada uno.
- Cincuenta y cuatro (54) convertidores (PCS) de 213 kVA cada uno.
- Dos (2) centros de Transformación:
 - o 1 con transformador de 9000 kVA (STS).
 - o 1 con transformador de 3300 kVA (STS).
- Equipos de maniobra y protección.
- Servicios Auxiliares: incluso tres transformadores auxiliares (DTS) de 210 kVA cada uno.
- Sistema de Control y comunicaciones.

5.2 Equipos Principales

5.2.1 Contenedor de Baterías

Las Baterías que componen la instalación serán de tecnología de Litio-ferrofosfato (LFP) y se agruparán en serie y paralelo hasta formar un rack de baterías. Los racks se almacenarán en el interior de contenedores, en concreto cada contenedor agrupa a un total de 6 racks de baterías.

El contenedor que se utilizará en la instalación será el contenedor LUNA2000-5015-2S del fabricante Huawei, o similar.

Las celdas de baterías de 3,2 V se conectan en serie para conformar un paquete de baterías.

CARACTERISTICAS PRINCIPALES PAQUETE DE BATERIAS	
Material de la Celda	LFP
Número de Celdas	104
Capacidad Nominal	314 Ah / 104.49 kWh
Grado de Protección	IP65
Dimensiones (mm)	785 x 249 x 2135

5.2.2 Convertidor PCS

A cada contenedor se le asociará un convertidor por rack, por lo que por cada contenedor existirán 6 convertidores (PCS) que serán los encargados de convertir la corriente continua en corriente alterna cuando las baterías estén en proceso de descarga o la corriente alterna en corriente continua cuando las baterías se encuentren en procesos de carga.

Para este proyecto se utilizará el modelo **LUNA2000-213KTL-H0** del fabricante Huawei, o similar.

5.2.3 Centro de Transformación

El Centro de Transformación considerado para el proyecto BESS será modelo **Huawei**, o similar, que cumpla con toda la reglamentación española e internacional.

Los Centros de transformación agruparán los siguientes equipos principales:

- 1 Transformador de Potencia de:
 - o 9000 kVA de 0,8/15 kV.
 - o 3300 kVA de 0,8/15 kV.
- Celdas de Media Tensión
- Cuadros de agrupación de baja tensión
- Cuadro Auxiliar de BT
- UPS Local
- Cuadro de Monitorización
- Transformador de servicios auxiliares (instalado junto al CT)

5.2.4 Transformador de Potencia

El transformador de potencia es el equipo encargado de adaptar la energía eléctrica de salida de los equipos convertidores a los niveles de tensión de la red de media tensión a la que se conecta la infraestructura cuando las baterías estén en proceso de descarga, o adaptar la energía eléctrica de nivel de MT a un nivel de tensión que se encuentre dentro del rango de trabajo de los convertidores cuando las baterías se encuentren en proceso de carga.

Los transformadores a emplear en esta instalación se tendrán las siguientes características:

- Potencia Nominal: 9.000/3.300 kVA @40°C ONAN
- Aislamiento: Encapsulado en Aceite
- Grupo de Conexión: Dy11y11 para el de 9.000 kVA y Dy11 para el de 3.300 kVA

- Impedancia: 11,5 % $\pm$ 10,0% para el de 9.000 kVA y 7,8% $\pm$ 10,0% para el de 3.300 kVA
- Tensión de primario: 3x15.000V
- Tensión del secundario: 3x800V

5.2.5 Celdas de Media Tensión

La aparamenta de MT será de tipo compacta de hasta 24kV, con las siguientes características:

- Tensión asignada: 24 kV
- Frecuencia asignada: 50 Hz
- Corriente nominal barras: 630 A
- Tensión de impulso tipo rayo: 125 kV
- Tensión ensayo a frecuencia industrial: 50 kV
- Corriente admisible corta duración 3seg: 20 kA
- Corriente admisible valor de cresta: 50 kA

5.2.6 Transformador de Servicios Auxiliares

Se proponen utilizar los transformadores auxiliares del fabricante Huawei, DTS-200K-D0, que repartidos a lo largo de la planta cada uno de ellos dará servicio a un máximo de 5 contenedores de baterías.

Las características del equipo se muestran a continuación:

CARACTERISTICAS PRINCIPALES DTS-200K-D0	
Potencia AC	210 kVA @ 400 Vac
Tensión Nominal de Entrada (V)	800
Corriente máxima de entrada (A)	151,6
Tensión Nominal de Salida (V)	400 (3P)
Aislamiento	Seco
Refrigeración	AF
Taps	$\pm 2 \times 2,5\%$
Grupo de Conexión	Dyn11yn11
Temperatura de Operación	-30°C – 55°C

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DTS-200K-D0	
Grado de Protección	IP55
Dimensiones (mm)	900 x 2.100 x 1.200

5.2.7 Protecciones

En las celdas de los Centros de Transformación se instalarán elementos de protección frente a sobretensiones y cortocircuitos.

Los contenedores de baterías están formados por conjuntos de Racks en paralelos, cada uno de ellos tendrán al menos los siguientes elementos de protección y control:

- Protección contra sobrecarga: El sistema de gestión de Baterías (BMS) actúa sobre el contactor de desconexión del rack. En caso de sobrecarga el BMS de cada rack actúa también sobre la consigna de intensidad de carga-descarga del convertidor, convertidor.
- Protección contra cortocircuito dentro del rack.
- Protección contra cortocircuito interno de celda: Este evento puede dar lugar a una reacción exotérmica que daría lugar al venteo de la celda. En caso de producirse este evento sería detectado inmediatamente por el BMS de cada rack, que monitoriza la tensión de cada celda y la temperatura de cada módulo (cada módulo está equipado con una unidad electrónica que actúa como interfaz analógica con las celdas y de comunicación digital con el propio BMS). En caso de detección de subtensión en cualquiera de las celdas se produce la desconexión inmediata del rack.
- Protección de mínima tensión: La tensión de cada celda no debe bajar en ningún caso por debajo de una tensión umbral. Por debajo de este nivel de tensión las celdas sufren un deterioro irrecuperable. La tensión es vigilada por el equipamiento electrónico a nivel de módulo, que lo reporta al BMS.
- Protección de sobretensión: A partir de un nivel de tensión de celda determinado, debe evitarse continuar con la carga. El BMS (unidad de rack) toma las acciones pertinentes antes de llegar al valor límite, tales como la

activación circuito de balance de voltaje, dar orden al convertidor para limitar intensidad de carga o finalmente la desconexión del rack.

Los elementos mínimos de protección que deben de existir en cada contenedor de baterías son:

- Protección contra cortocircuito del circuito DC BES a convertidor: los fusibles de cada uno de los ramales y capacidad de corte especialmente dimensionada las condiciones de funcionamiento particulares. Estos fusibles protegen también la etapa DC del convertidor.
- Seccionador de corte en carga a la salida del rack.

Los elementos de protección del CT se dispondrán en los siguientes puntos.

- Interruptor automático a la entrada AC BT de cada convertidor PCS.
- Interruptor automático a la entrada del transformador de MT.
- Protección por equipo propios del transformador (sobre corriente, incremento de presión, protección térmica).

5.2.8 Obra Civil

La obra civil necesaria para ejecutar la hibridación mediante baterías estará compuesta por:

- Movimiento de tierras necesario para la homogeneización del terreno y dotarlo de una superficie horizontal.
- Camino de acceso con una anchura de 4 m acabado de 20 cm de zahorra artificial sobre 20 cm de subbase apoyados en el terreno natural subyacente.
- Zanjas y arquetas para alojar los circuitos de Media Tensión y Baja Tensión.
- Elementos de conducción de drenaje (cunetas triangulares revestidas o en tierra, tubos, pasos salvacunetas)
- Cimentaciones mediante zapata corrida de hormigón armado en contendedores y soportes de convertidores.

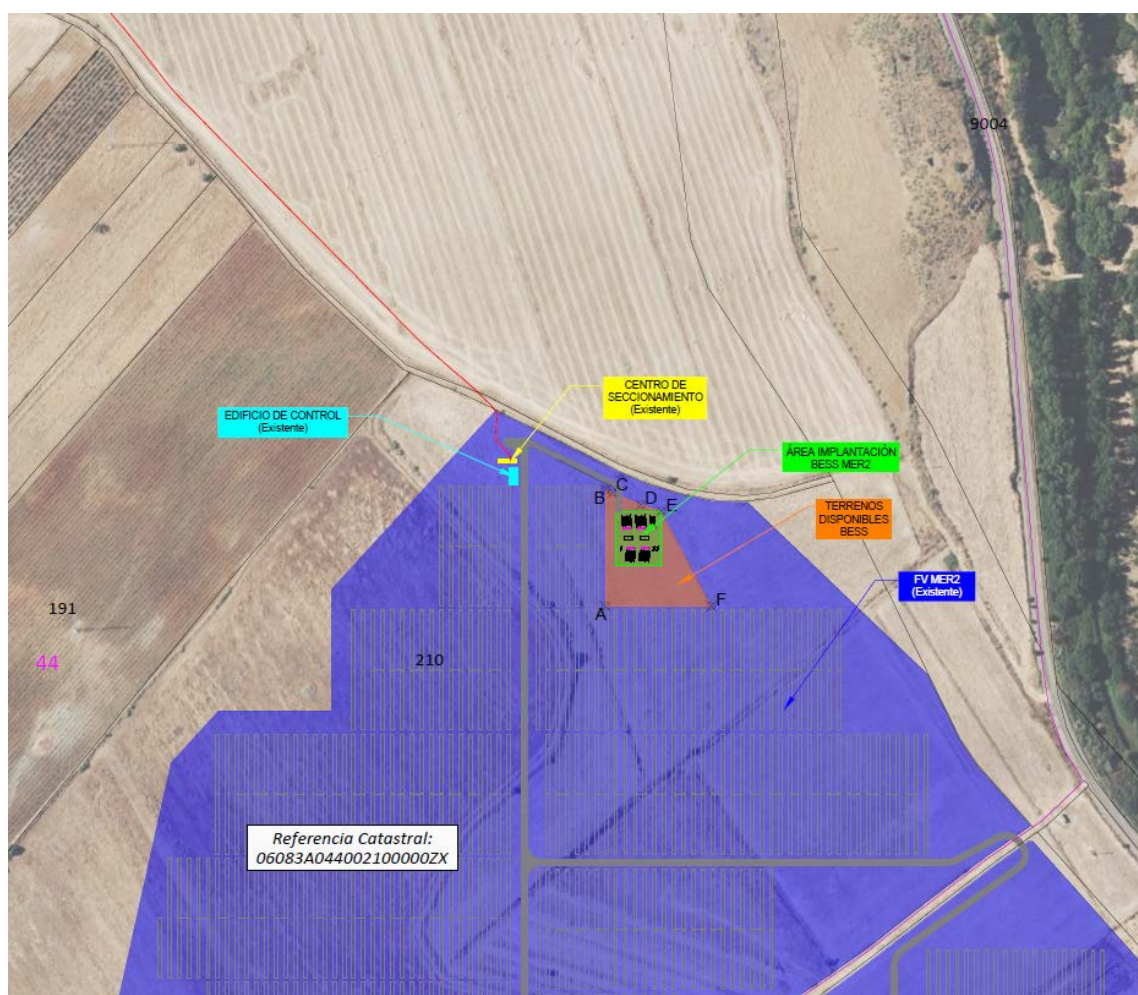
- Losas de nivelación y pilares de los centros de transformación de hormigón armado.

6 Estado Previo de los terrenos

6.1 Superficies

Las instalaciones correspondientes a las BESS MER2 ocupan las siguientes parcelas catastrales:

ITEM	TERMINO MUNICIPAL	POLIGONO	PARCELA	REFERENCIA CATASTRAL	USO PRINCIPAL
1	Mérida	44	210	06083A044002100000ZX	Agrario

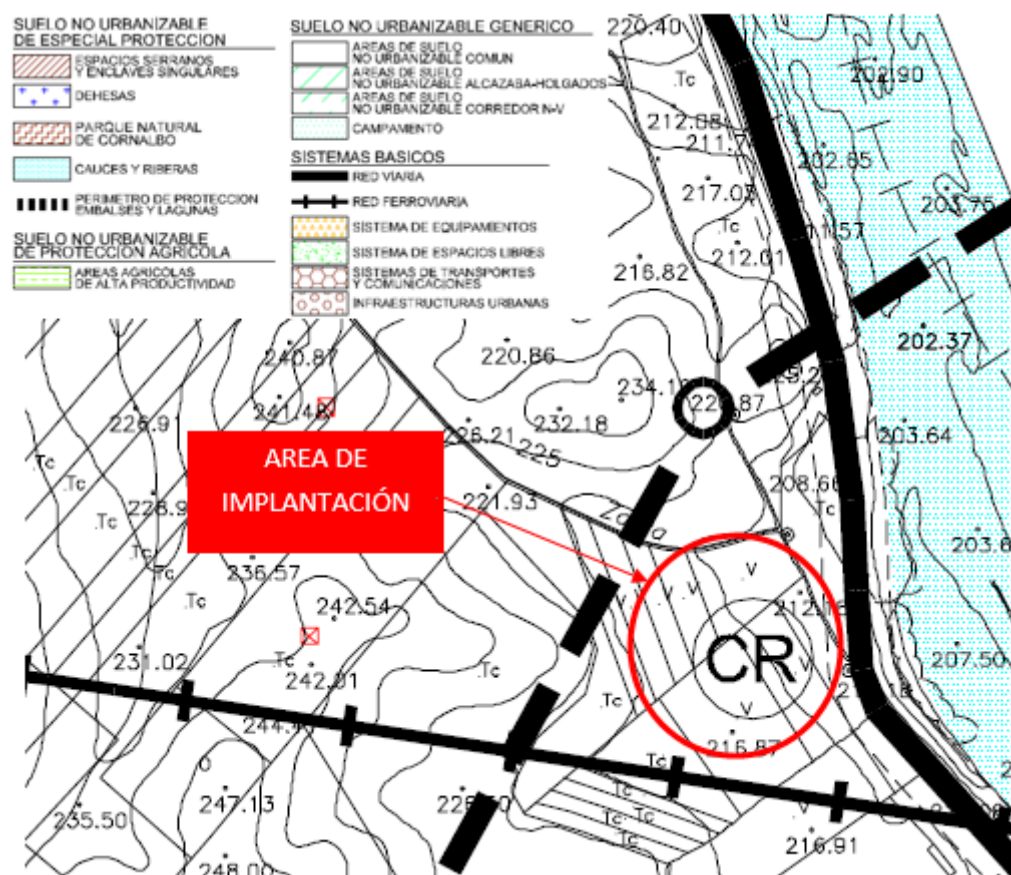


Parcelario catastral

Aunque el espacio disponible es mayor, la superficie total de ocupación de la instalación de baterías será de unos 1100 m².

6.2 Descripción urbanística según Plan General de Ordenación Urbana de Mérida

Según el planeamiento vigente del término municipal de Mérida, la parcela donde se ubica la planta fotovoltaica MER2, en cuyo interior se ejecutará el sistema de hibridación por baterías, está en suelos clasificados como Suelo No Urbanizable Común.



El lugar de implantación es muy llano y está ubicado en el interior de la planta fotovoltaica MER2 alrededor de la cota 217 m.s.n.m.

7 Descripción de las obras de desmantelamiento

7.1 Sistema de Almacenamiento de Energía con Baterías

Desde el punto de vista del estudio de desmantelamiento, el sistema BESS se compone de los siguientes elementos:

- Instalación eléctrica subterránea en canalización mediante tubos.
- Equipos electrónicos para la conversión de corriente continua a alterna.
- Equipos eléctricos de medida y protección.
- Casetas prefabricadas para albergar los equipos de conversión, transformación y almacenamiento de energía.
- Otros elementos

Para ejecutar el desmantelamiento de la instalación conectada a red, se debe proceder a ejecutar las siguientes obras:

- Retirada de los circuitos eléctricos e interconexión.
- Desmontaje del sistema de inversión.
- Desinstalación de los sistemas de servicios auxiliares, control y medida.
- Demolición de las cimentaciones.
- Eliminación de viales de acceso, plataformas y drenajes.
- Restauración final.

8 Plan de Desmantelamiento

8.1 Desmontaje de baterías y convertidores

Se procederá a la desconexión mediante el corte directo, de los cables de conexión entre las distintas posiciones de batería y de estas con la conexión a cada centro de transformación.

Una vez desconectadas, se procederá al desmontado de cada batería mediante el desatornillado o corte del sistema de ensamblaje o de sujeción, para posteriormente acopiar cada batería en un lugar seguro donde puede ser recogido o trasladado a un gestor autorizado.

8.2 Desmontaje de los circuitos eléctricos y de interconexión

En la instalación eléctrica se puede considerar distintos tramos: un primer tramo de interconexión entre baterías de almacenamiento, un segundo tramo, desde las baterías hasta la estación de inversión a media tensión, un tercer tramo, desde la estación de inversión hasta la subestación elevadora. Estos dos últimos tramos se encuentran en una red de canalizaciones o zanjas subterráneas con el cable tendido directamente en zanja.

Por lo tanto, primeramente, se procederá a la desconexión por corte del cableado de interconexión de baterías que ya se habrá realizado con el desmantelamiento de las baterías. Los cables se quitarán de la estructura soporte y se almacenarán en zona segura para su traslado. Paralelamente se desconectarán los inversores de las cajas de conexiones a las que vayan unidos y serán trasladados para su posterior utilización y, si ésta no es posible, se llevarán a vertedero autorizado.

Una vez realizado, 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.

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.

8.3 Desmontaje de los Centros de Transformación

Para empezar, se desconectarán los transformadores de las cajas de conexiones de Baja Tensión y de Media Tensión a las que vayan unidos. Después se aislarán eléctricamente los transformadores eléctricos y serán trasladados para su posterior utilización y, si ésta no es posible, se llevarán a vertedero autorizado.

Como los equipos son de grandes dimensiones, será necesaria la ayuda de una grúa para acopiarlos en el camión.

8.4 Desmontaje de los sistemas de servicios auxiliares, control y medida

Se desmantelarán los circuitos de servicios auxiliares, control y medida, ya estén alojados en zanjas mediante excavación, o en intemperie mediante corte directo. Estos residuos se entregarán al gestor de residuos eléctricos y electrónicos.

En el centro de seccionamiento donde se encuentra la centralización de contadores también se desmontará la caja precintada con los equipos electrónicos de medición, caja de fusibles, interruptor general manual, etc.

8.5 Eliminación de infraestructuras y cimentaciones

Una vez retirados todos aquellos equipos susceptibles de reutilización y desmontadas las instalaciones, se procederá a la retirada de las casetas y de las losas de cimentación.

Respecto a las casetas, se procederá al desmontaje de la cubierta 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.

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.

8.6 Eliminación de plataforma y 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, así como la plataforma creada para alojar el sistema de almacenamiento de baterías y todos sus elementos.

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, 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.

9 Reciclado y residuos no reciclables o tóxicos

Se debe tener en cuenta la posible reutilización de los elementos y materiales resultantes del desmantelamiento del sistema de almacenamiento por baterías.

En primer lugar, aclarar que durante el desmantelamiento de la instalación no se generarán residuos tóxicos o peligrosos.

Los componentes de la instalación eléctrica del parque y del centro, serán trasladados a centros donde se reciclarán sus componentes para su reutilización.

Para el resto de elementos susceptibles a ser reciclados como pueden ser estructuras soporte, sistema servicios auxiliares, control, medida, etc. se reciclarán, siendo materias primas para la elaboración de nuevos componente y acero, respectivamente.

Las tierras procedentes de los movimientos de tierras necesarios para la extracción de las canalizaciones subterráneas se acopiarán para su posterior uso en el rellenado de las mismas.

El proceso de reciclaje y su posterior uso, puede cambiar en el futuro, debido a los posibles avances tecnológicos.

En resumen, los residuos que se generarán en el proceso de desmantelamiento y restitución agrupados según la lista incluida en la Decisión 2014/955/UE:

- Capítulo 16: Residuos no especificados en otro capítulo de la lista
 - o **16 01 17** Metales férreos, como las estructuras soporte de los convertidores o contenedores etc. se transportarán a planta de reciclado de chatarras férreas.
 - o **16 01 19** Plásticos. Se entregarán a gestor autorizado de residuos plásticos para su valorización.
 - o **16 01 20** Vidrio, que se transportaran a planta de reciclado.

- o **16 02** Residuos de equipos eléctricos y electrónicos, como fusibles, cajas de conexión, cables eléctricos, inversor... se entregarán a gestor autorizado para el reciclado o valorización de residuos eléctricos y electrónicos.
- Capítulo 17: Residuos de construcción y demolición
 - o **17 01 07** Mezclas, o fracciones separadas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, que no contienen sustancias peligrosas, como por ejemplo los resultantes de la demolición de las casetas y las cimentaciones, se transportarán a planta de reciclado de escombros inertes y restos de obra.
 - o **17 04 11** Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10 (Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas), se transportarán a una central de reciclado autorizada donde se reciclarán y recuperarán los metales o de compuestos metálicos.

10 Restauración final

Se seguirán los puntos del presente apartado para llevar a cabo la restauración final de todos los elementos y superficies ocupadas por la instalación de baterías.

10.1 Restauración de perfiles, cimentaciones y suelos

Una vez realizadas las demoliciones y desmantelamientos previstos en los apartados anteriores, se tienen unos huecos o afecciones correspondientes a la demolición de cimentaciones, soleras y arquetas y unas zonas explanadas correspondientes a los viales de acceso.

La recuperación de estas superficies pasa por la restauración topográfica, en la medida de lo posible sin aportes externos de materiales, y del suelo, como paso previo a la revegetación y con el objetivo de devolver el suelo a su estado y uso inicial, siendo este eminentemente agrícola.

10.2 Cimentaciones

La demolición y retirada de los escombros de las cimentaciones de los seguidores y distintos elementos deja unos huecos. Estos huecos serán rellenados con tierra de la propia zona que se extenderá de forma manual y/o mecánica.

Al igual que las cimentaciones, la solución prevista en las cunetas y desmontes contempla el relleno y extendido de tierra como material de relleno para alcanzar las cotas originales. El origen de este material de relleno será próximo a la obra.

Posteriormente se actuará sobre todas las zonas afectadas por la compactación debida al trabajo de la maquinaria pesada durante el desmontaje. Toda su superficie se deberá descompactar mediante escarificado con un subsolador en tractor y posteriormente se extenderá el material descompactado con motoniveladora. Coincidiendo con esta acción convendrá despedregar mediante tractor con rastrillo

Posteriormente, se reperfilarán las superficies afectadas por movimientos de tierras (taludes, desmontes y cunetas) de manera que se obtenga una nueva micro-orografía del terreno, suavizando las pendientes y evitando las líneas rectas y los cortes bruscos.

Adicionalmente se extenderá una capa de tierra vegetal de 20 cm de espesor. Deberá buscarse una de características afines a la zona, para intentar minimizar un posible impacto cromático en el entorno de la instalación.

Posteriormente se realizará una ligera compactación de esta tierra vegetal para evitar el fracaso de la revegetación a causa de la presencia de bolsas de oxígeno en el terreno. Deberá dejarse asentar esta tierra vegetal para una correcta acogida de las semillas.

10.3 Arquetas de líneas de media tensión subterráneas

La demolición de arquetas deja un hueco de profundidad y de superficie dependientes del tamaño de cada arqueta. En este caso la restauración del suelo consiste en rellenar manualmente el hueco con tierra vegetal hasta el nivel del suelo adyacente.

10.4 Viales de acceso

No se prevé la existencia de muros de contención, escolleras o tuberías de drenaje en los viales. En caso de existir algún elemento de este tipo sería necesario un estudio de estabilidad y/o modificación del drenaje previo a cualquier intervención en los mismos.

Se retirará la capa de zahorra artificial de la explanada de vial con excavadora y se transportará a vertedero autorizado. Debido a la retirada del material alóctono aparecerá un cajeado de unos 20 cm de cota bajo el nivel del suelo.

A continuación, se realizará el descompactado y el despedregado de la explanada, de las cunetas y de los taludes más acusados, de manera que se facilite la posterior revegetación. El cajeado se rellenará con material de la zona, procurando conseguir un balance nulo en los movimientos de tierras. Se finalizará la preparación del terreno con la extensión de una capa de tierra vegetal de 20 cm de espesor.

10.5 Revegetación

Con la revegetación se pretende, a corto plazo, evitar la erosión y conseguir la integración paisajística; y, a medio, la restitución de la vegetación autóctona.

10.5.1 Hidrosiembra

Se realizará esta actuación en las superficies afectadas por los viales internos, arquetas y soleras de la instalación de baterías. Se ha optado por la hidrosiembra en todo el conjunto ya que es un método sencillo y económico para estabilizar el suelo, favoreciendo la rápida revegetación y previniendo la erosión. Esto se consigue mezclando, en la hidrosembradora, agua con una serie de componentes: semillas, fertilizantes, estabilizantes, correctores del pH, mulches y aditivos especiales.

Será realizada mecánicamente mediante una hidrosembradora sobre camión. El periodo óptimo para realizar la siembra es el otoño (último trimestre del año) o en la primavera (segunda mitad del primer cuatrimestre del año) siempre y cuando se cumplan las condiciones de savia parada o tempero en el suelo.

Las especies a utilizar dependerán deben reunir las condiciones de rusticidad suficientes para garantizar un mínimo de capacidad de supervivencia en unas condiciones muy desfavorables. Por otro lado, interesa conseguir la integración con el paisaje circundante, por lo que en la mezcla de semillas se incluirán especies herbáceas presentes en la zona, sin de semillas de arbustos.

El proceso de hidrosembado se realiza en dos fases:

1. Siembra con hidrosembradora, con la siguiente composición del puré fértil:

- Mezcla de semillas 25 (g/m²)
- Mulch fibra corta 100 (g/m²)
- Estabilizador de suelos 10 (g/m²)
- Abono químico soluble 30 (g/m²)
- Agua 4 (l/m²)

2. Tapado: también con la misma máquina y el puré fértil con la siguiente composición:

- Mulch fibra corta 100 (g/m²)
- Estabilizador de suelos 10 (g/m²)
- Agua 4 (l/m²)

Tras la realización de la hidrosiembra se cuidará que la humedad del terreno sea la adecuada, sobre todo en las primeras semanas en las que se produzca la germinación de la semilla. Esto será especialmente así si la hidrosiembra se realiza en primavera, cuando existe un mayor riesgo de escasez de lluvia y aumento de la insolación que sequen la siembra. En este caso se vigilará el aporte de agua al terreno y se realizarán riegos de mantenimiento si se considera necesario.

Durante la germinación se controlará el porcentaje de éxito de la germinación, comprobando que éste ha sido el esperado. En caso contrario se determinará si el bajo éxito se debe a falta de calidad de la semilla o a las condiciones de siembra o germinación, adoptando las medidas necesarias para corregirlo en posteriores aplicaciones.

11 Estudio de Seguridad y Salud

Es de aplicación el estudio de seguridad y salud incluido en el proyecto inicial.

Además, dado que la vida útil de la instalación se prevé 30 años tras la puesta en servicio, serán de aplicación las cuantas disposiciones legales en materia de seguridad y salud estén vigentes en el momento de ejecución de los trabajos, teniendo en cuenta en su caso, la revisión de los métodos y procedimientos de trabajo en función del avance de la técnica.

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

12 Plazo de Ejecución

El plazo de ejecución de los trabajos de desmantelamiento y restauración final en la instalación de baterías es de 16 semanas, según el siguiente cronograma:

TAREA	SEMANAS															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Desmontaje de las baterías																
Retirada de los circuitos electricos																
Desmontaje interior de CTs y retirada																
Desinstalacion de sistemas de servicios auxiliares, control y medida																
Demolicion de infraestructura y cimentaciones																
Restauración final																

13 Mediciones y Presupuesto

Se ha elaborado un presupuesto de ejecución de las obras en base a las mediciones obtenidas de las zonas e infraestructuras a dismantelar y restaurar, y en base a los precios del “Base de Precios de la Construcción de Extremadura (BCEX). 12/junio/2025”, último publicado por la Junta de Extremadura. Anexo a este documento se puede consultar la justificación de precios.

El presupuesto de ejecución material total de las obras previstas asciende a la cantidad de DOSCIENTOS DOCE MIL TRESCIENTOS UN EUROS CON DIEZ CENTIMOS (212.301,10 €), con el desglose que se detalla en el documento correspondiente.

Se incluye a continuación los capítulos del presupuesto:

Num.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
1.1	PA	Desinstalado de la red de eléctrica no enterrada con recuperación de elementos, tubos, cajas, etc. Retirada y almacenamiento para su posterior transporte a planta de tratamiento o valorización de residuos.	1,000	34.009,38	34.009,38
1.2	PA	Desinstalado de la red de eléctrica enterrada, con recuperación de elementos, tubos, cajas, etc. Retirada de residuos y acopio para posterior transporte a gestor de residuos autorizado según su naturaleza. Retirada del terreno natural para su posterior uso en el relleno de la zanja.	1,000	36.740,94	36.740,94
1.3	PA	Desmontado del sistema de servicios auxiliares, medida y control de la instalación de baterías. Retirada, carga y traslado a un gestor autorizado de residuos eléctricos y electrónicos para su reciclado.	1,000	32.897,40	32.897,40
1.4	Ud	Desmontado de Baterías de Almacenamiento y Convertidores. Incluyendo la desconexión de los servicios, desmontaje y desmolición selectiva. Retirada de residuos y acopio para posterior transporte a gestor de residuos autorizado según su naturaleza.	9,000	9.931,53	89.383,77
1.5	Ud	Desmontado de Centros de Transformación. Incluyendo la desconexión de los servicios, desmontaje y desmolición selectiva. Retirada de residuos y acopio para posterior transporte a gestor de residuos autorizado según su naturaleza.	2,000	2.825,91	5.651,82
1.6	m2	Eliminación de Viales. Retirada de capas de firme, relleno de cunetas. Retirada de materiales sobrantes a vertedero autorizado, incluso carga y transporte.	1.511,000	4,66	7.041,26
1.7	m3	Aportación y extendido de tierra vegetal en una capa de 20 cm de espesor mínimo, incluso p/p de maquinaria y equipos auxiliares necesarios.	202,600	17,47	3.539,42

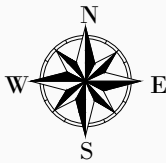
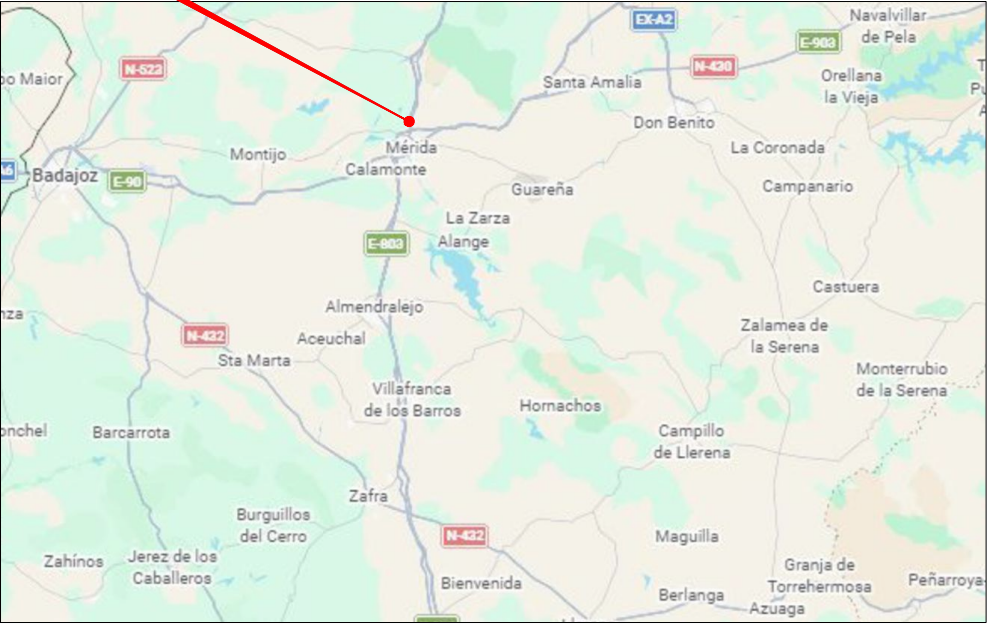
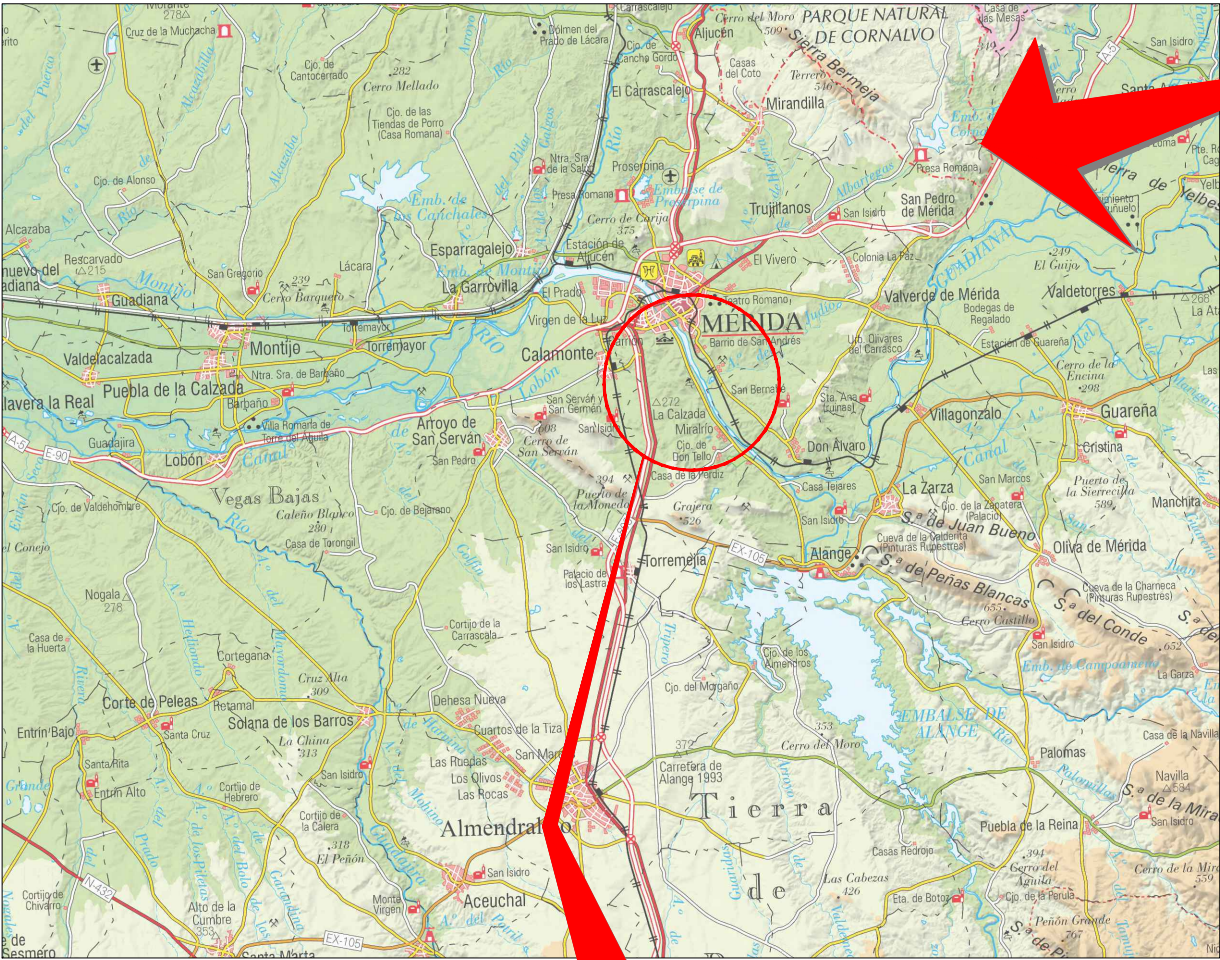
1.8	m2	Hidrosiembra mecánica mediante una hidrosebradora sobre camión, realizado según especificaciones y las mezclas de semillas y composición descrita en el plan de restauración. Incluso riego, abono, p/p de maquinaria y equipos auxiliares necesarios.	1.511,000	2,01	3.037,11
Total presupuesto parcial nº 1 Desmantelamiento:					212.301,10

Capítulo 1 Desmantelamiento	212.301,10
Presupuesto de ejecución material	212.301,10
8% de gastos generales	16.984,09
6% de beneficio industrial	12.738,07
Suma	242.023,26
21% IVA	50.824,88
Presupuesto de ejecución por contrata	292.848,14

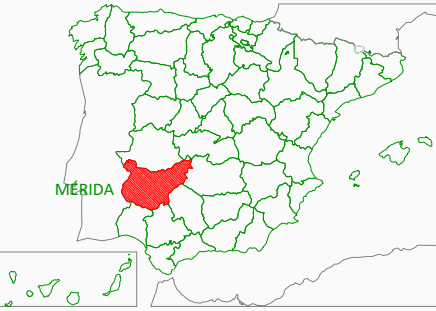
Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de DOSCIENTOS NOVENTA Y DOS MIL OCHOCIENTOS CUARENTA Y OCHO EUROS CON CATORCE CÉNTIMOS.

14 Planos

- BAMR2-PD-01.- Localización
- BAMR2-PD-02.- Planta General
- BAMR2-PD-03.- Detalles Obra Eléctrica
- BAMR2-PD-04.- Detalles Obra Civil
- BAMR2-PD-04.- Zonas a Restaurar



MAPA DE ESPAÑA

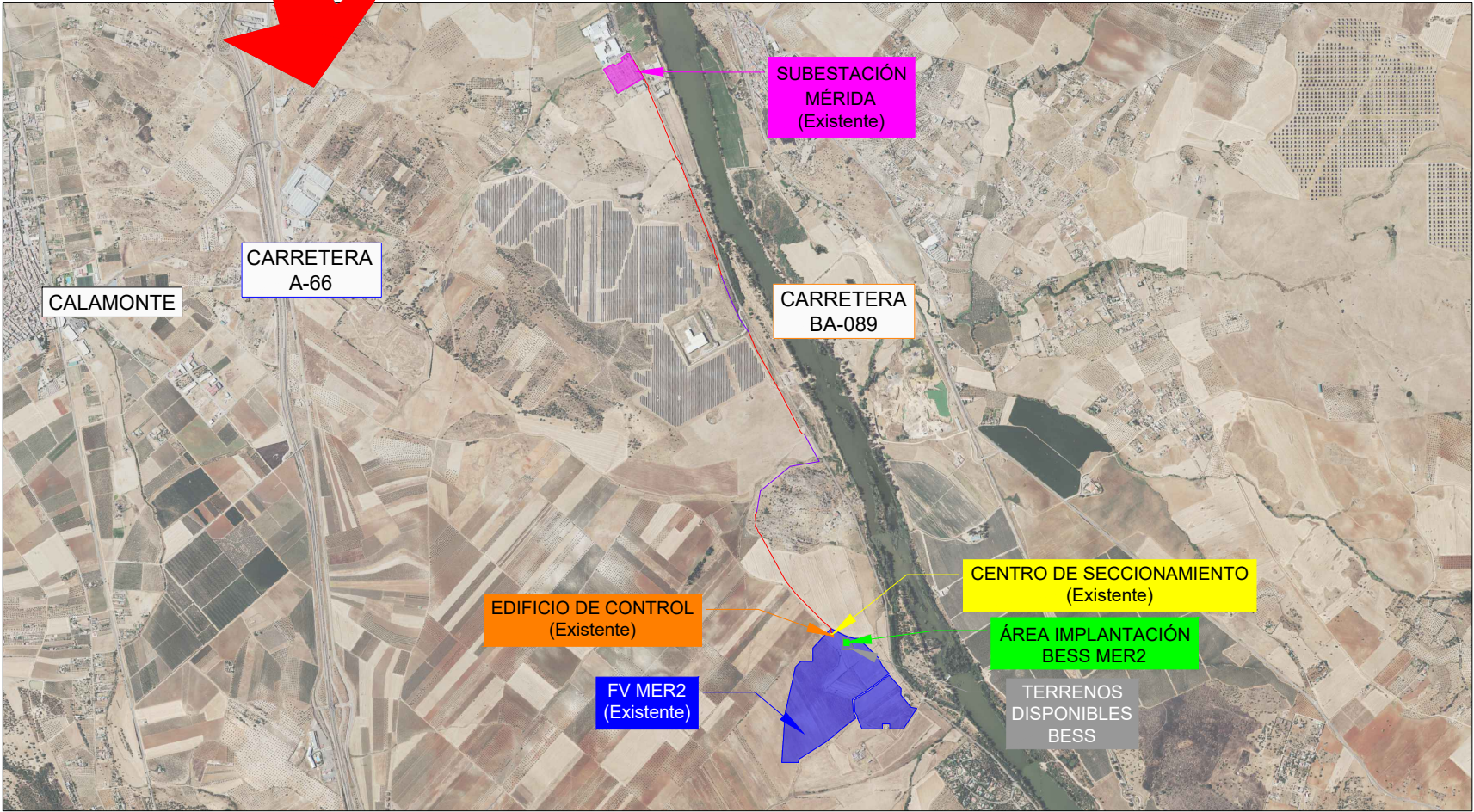


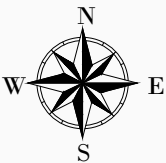
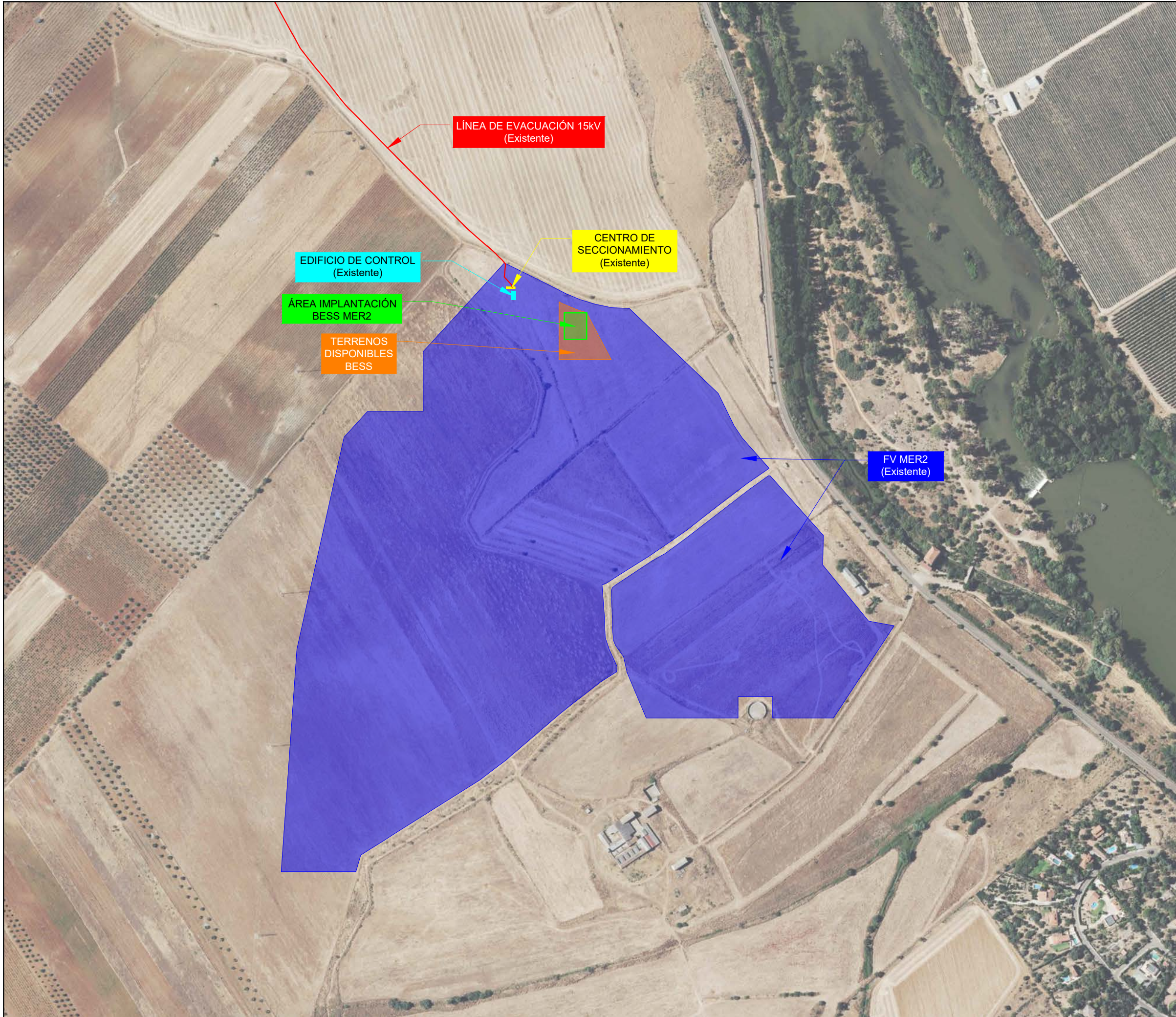
UTM
ETRS89
HUSO 29

CUADRO DE INFORMACIÓN

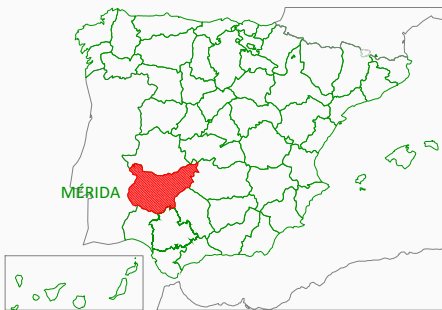
LEYENDA

- FV MER2 (Existente)
- Línea Subterránea 15kV (Existente)
- Línea Aérea 15kV (Existente)
- Área Implantación BESS MER2
- Centro de Seccionamiento (Existente)
- Edificio de Control (Existente)
- Subestación Mérida (Existente)
- Terrenos disponibles BESS





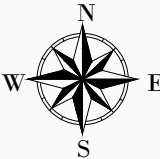
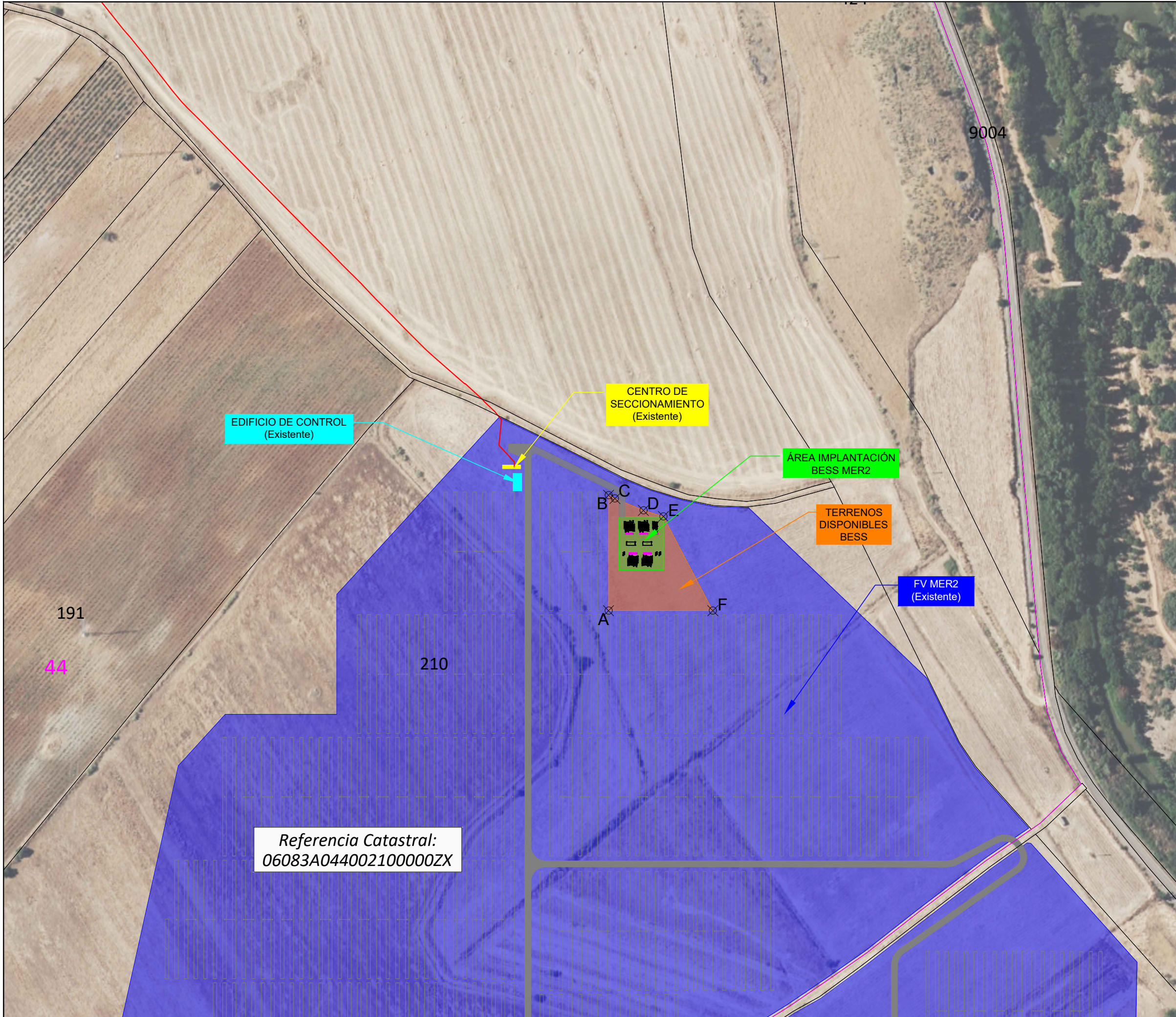
MAPA DE ESPAÑA



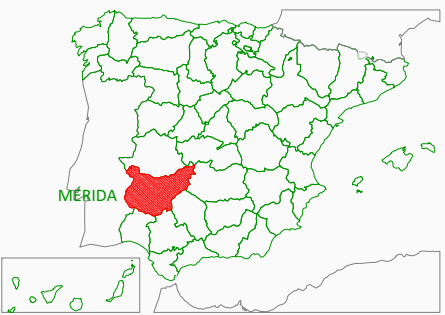
CUADRO DE INFORMACIÓN

LEYENDA

- FV MER2 (Existente)
- Línea de Evacuación 15kV (Existente)
- Área Implantación BESS MER2
- Centro de Seccionamiento (Existente)
- Edificio de Control (Existente)
- Terrenos disponibles BESS



MAPA DE ESPAÑA



CUADRO DE INFORMACIÓN

LEYENDA

- Línea de Evacuación 15kV (Existente)
- Área Implantación BESS MER2
- Centro de Seccionamiento (Existente)
- Edificio de Control (Existente)
- Terrenos disponibles BESS

LEYENDA

- Parcela Catastral
- Polígono Catastral

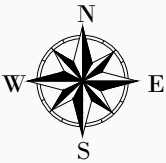
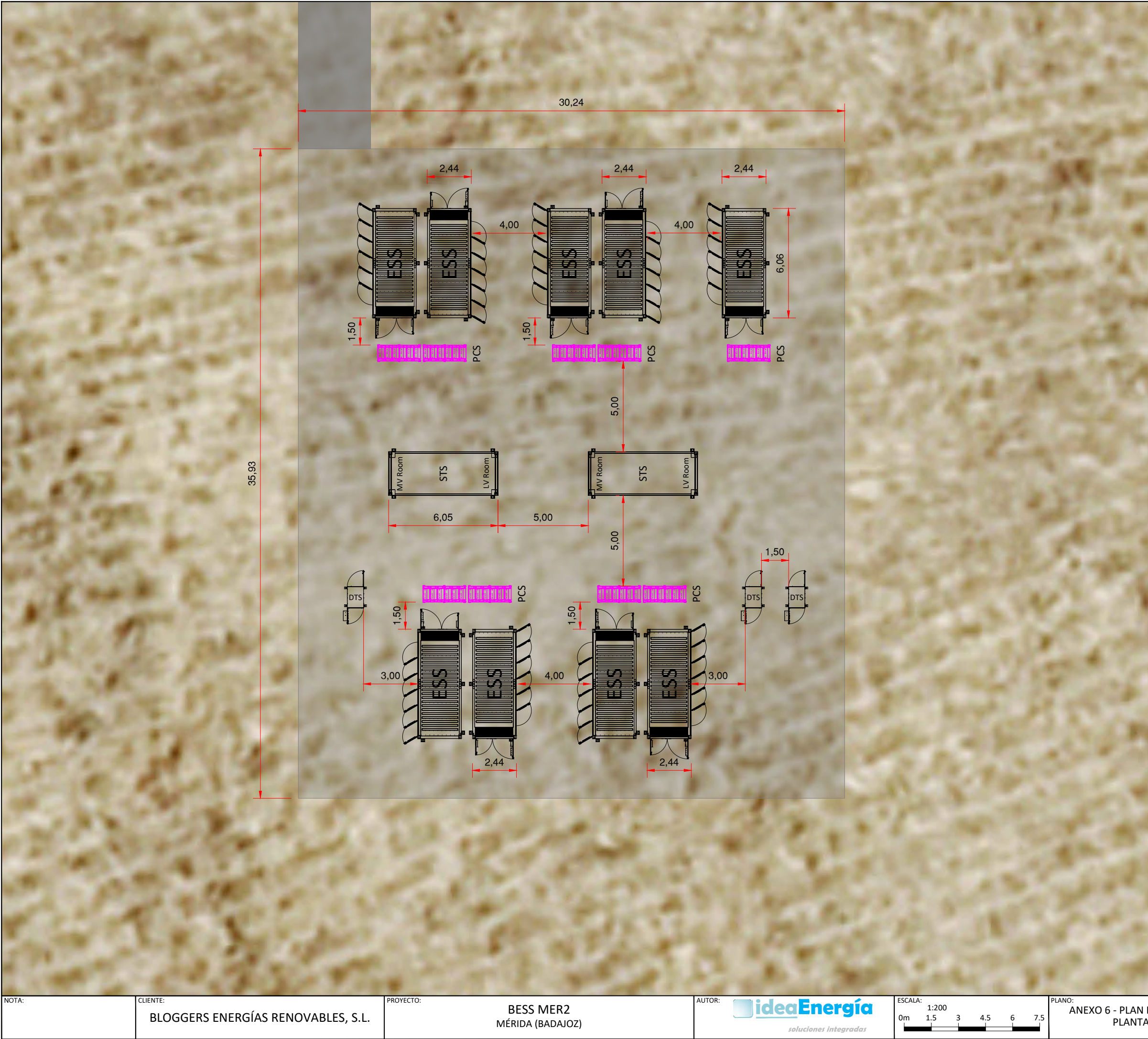
COORDENADAS TERRENOS DISPONIBLES BESS MER2 UTM Huso 29 ETRS89

Punto	X	Y
A	731.894,92	4.305.112,24
B	731.894,92	4.305.190,35
C	731.899,23	4.305.188,09
D	731.918,54	4.305.180,08
E	731.932,03	4.305.175,94
F	731.965,45	4.305.112,24

PARCELA DE INSTALACIÓN

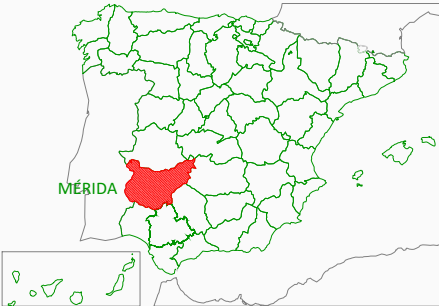
POLÍGONO	PARCELA	TÉRMINO MUNICIPAL
44	210	MÉRIDA

Referencia Catastral:
06083A044002100000ZX



MAPA DE ESPAÑA

UTM
ETRS89
HUSO 29



CUADRO DE INFORMACIÓN

LEYENDA

- Contenedor BESS
- Centro de Transformación (STS)
- Power Conversion System (PCS)
- DTS

BESS MER2	
Potencia Instalada	11,5 MW
Capacidad de Acceso de Generación	14 MW
Capacidad de Demanda	0 MW
Energía	45,14 MWh
Hibridación	Con FV MER2 (Cap. Acceso 14 MW)
Contenedores BESS	9 x ESS LUNA2000-5015-2S (9 x 5,015 MWh)
Power Conversion System (PCS)	54 x LUNA2000-213KTL-H0 (54 x 213 kVA @40º)
Centros de Transformación (STS)	1 x JUPITER-9000K-H1 1 x JUPITER-3000K-H1

NOTA:

CLIENTE:
BLOGGERS ENERGÍAS RENOVABLES, S.L.

PROYECTO:
BESS MER2
MÉRIDA (BADAJOZ)

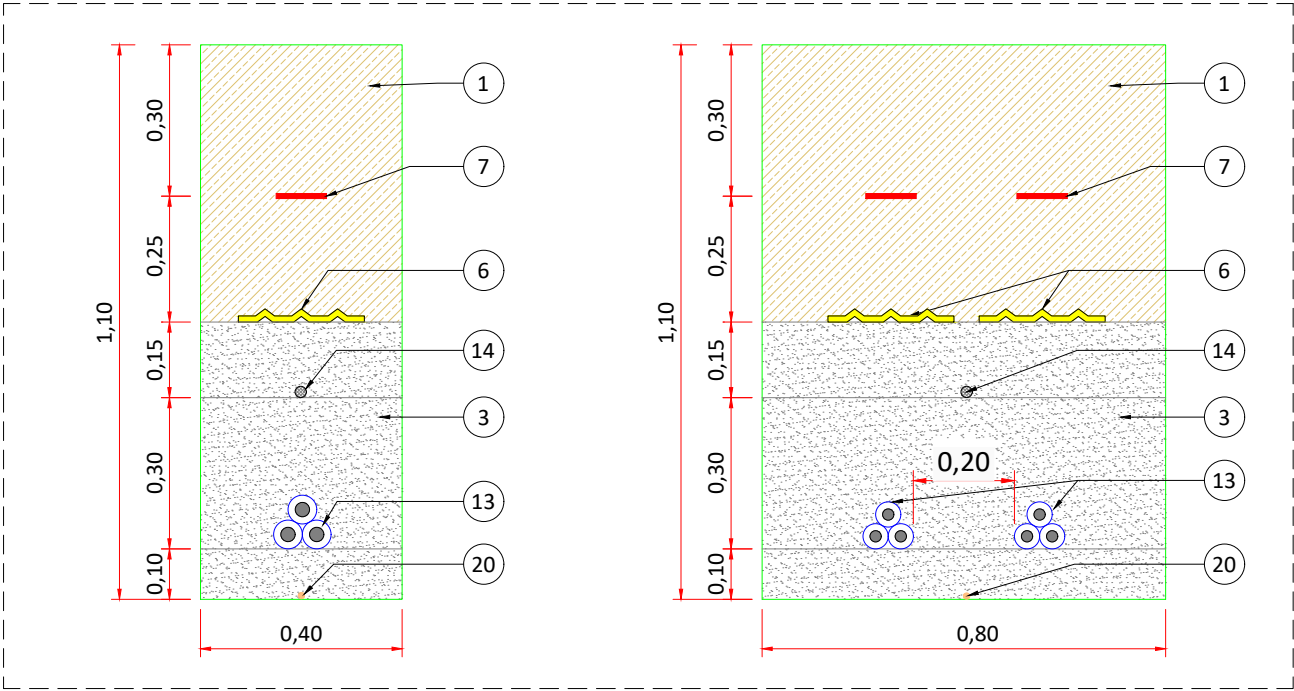
AUTOR:
 ideaEnergía
soluciones integradas

ESCALA:
1:200
0m 1.5 3 4.5 6 7.5

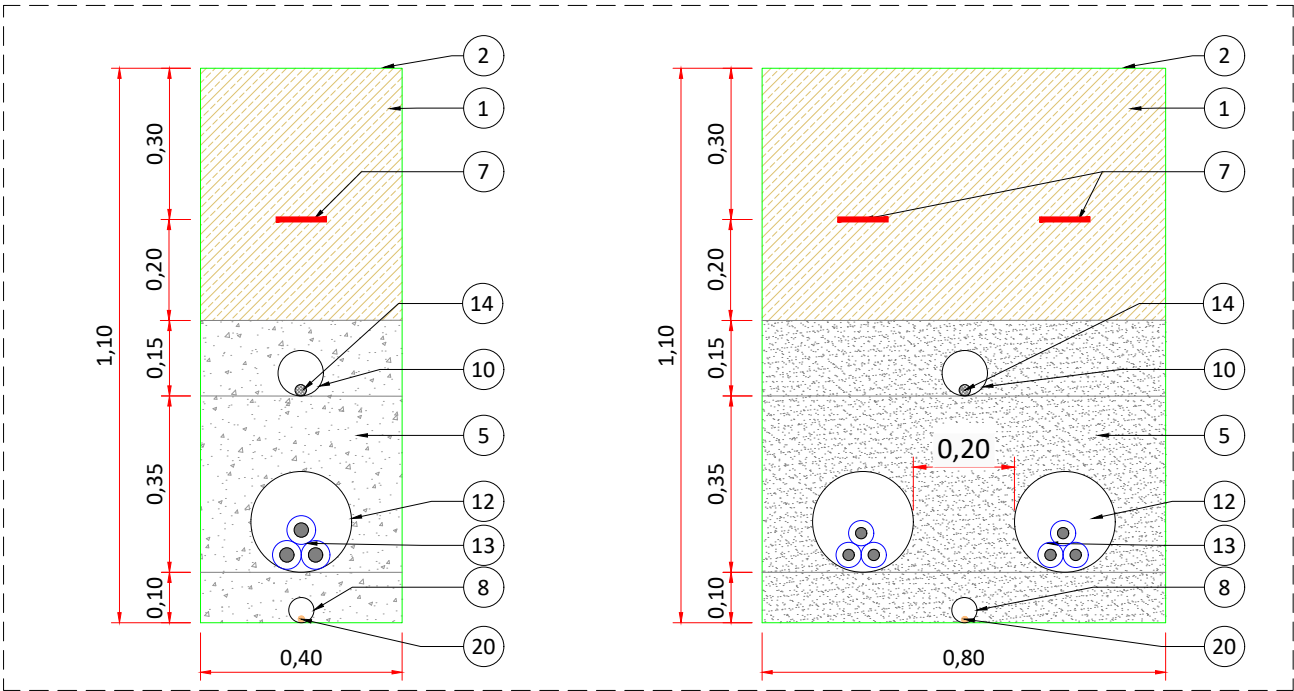
PLANO:
ANEXO 6 - PLAN DE DESMANTELAMIENTO
PLANTA GENERAL BESS

FECHA:	ABRIL-2026	Nº:	BAMR2-PD-02	Rev	0
DIBUJADO:	A.J.O.V	FORMATO:	A3		
REVISADO:	R.S.J.	PAG.	03 DE 03		

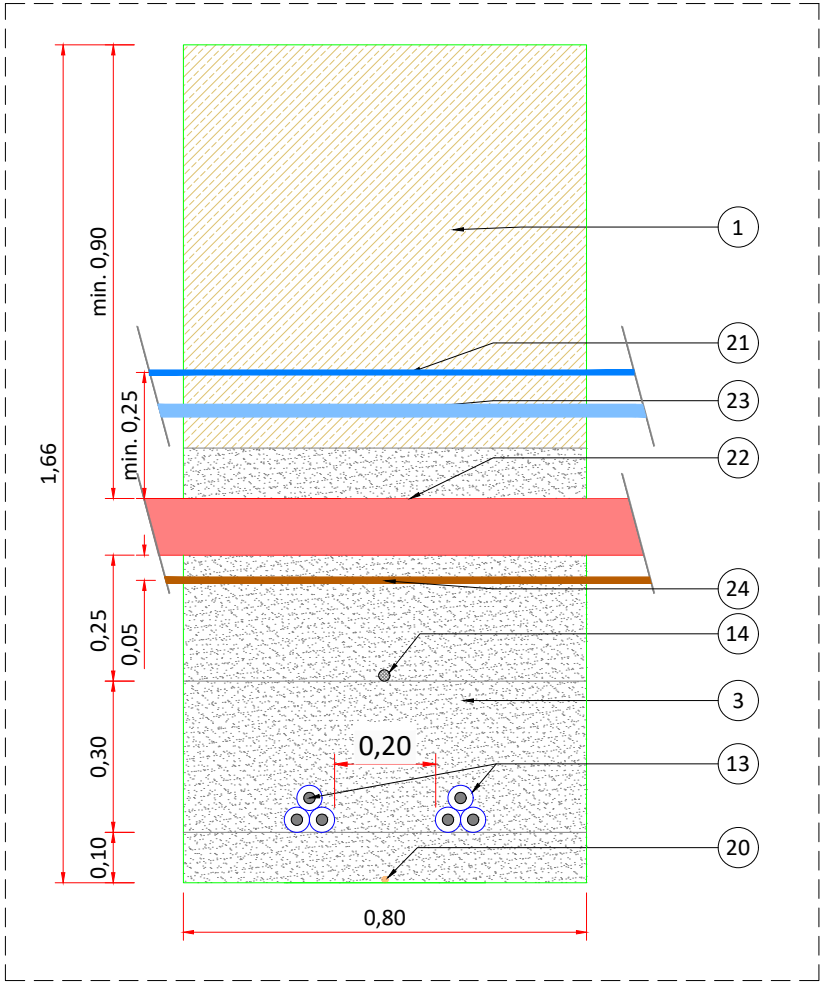
ZANJA MT - DETALLE



ZANJA MT - CRUCES DE CAMINOS



CRUZAMIENTO CON MT EXISTENTE



CUADRO DE INFORMACIÓN

LEYENDA

- 1 MATERIAL DE EXCAVACIÓN
- 2 SEGÚN PLANO SECCIÓN TIPO CAMINOS
- 3 ARENA
- 4 ESCOLLERA PEQUEÑA
- 5 HORMIGÓN EN MASA
- 6 PLACA PVC PROTECCIÓN
- 7 CINTA SEÑALIZACIÓN
- 8 TUBO PEAD DOBLE PARED Ø50 MM
- 9 TUBO PEAD DOBLE PARED Ø63 MM
- 10 TUBO PEAD DOBLE PARED Ø90 MM
- 11 TUBO PEAD DOBLE PARED Ø160 MM
- 12 TUBO PEAD DOBLE PARED Ø200 MM
- 13 CABLES DE MEDIA TENSIÓN
- 14 CABLE DE FIBRA ÓPTICA
- 15 CABLES DE BAJA TENSIÓN DC DE ESS A CONVERTIDOR (PCS)
- 16 CABLES DE BAJA TENSIÓN AC DE CONVERTIDOR (PCS) A CT
- 17 ALIMENTACIÓN SERVICIOS AUXILIARES AC CT A DTS
- 18 ALIMENTACIÓN SERVICIOS AUXILIARES AC DTS A ESS
- 19 TUBO DE COMUNICACIONES
- 20 CABLE RED DE TIERRAS DE PROTECCIÓN
- 21 PLACA PROTECCIÓN CABLES (EXISTENTE)
- 22 LÍNEA MEDIA TENSIÓN (EXISTENTE)
- 23 CABLE ARMADO PARA FIBRA ÓPTICA SCADA (EXISTENTE)
- 24 CABLE DE COBRE DESNUDO - RED DE TIERRAS - (EXISTENTE)

NOTA:

CLIENTE:

BLOGGERS ENERGÍAS RENOVABLES, S.L.

PROYECTO:

BESS MER2
MÉRIDA (BADAJOZ)

AUTOR:

ideaEnergía
soluciones integradas

ESCALA:

1:15
0m 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5

PLANO:

ANEXO 6 - PLAN DE DESMANTELAMIENTO
DETALLES OBRA ELECTRICA. SECCIÓN
TIPO ZANJAS MT

FECHA:

ABRIL-2026

DIBUJADO: A.J.O.V

REVISADO: R.S.J.

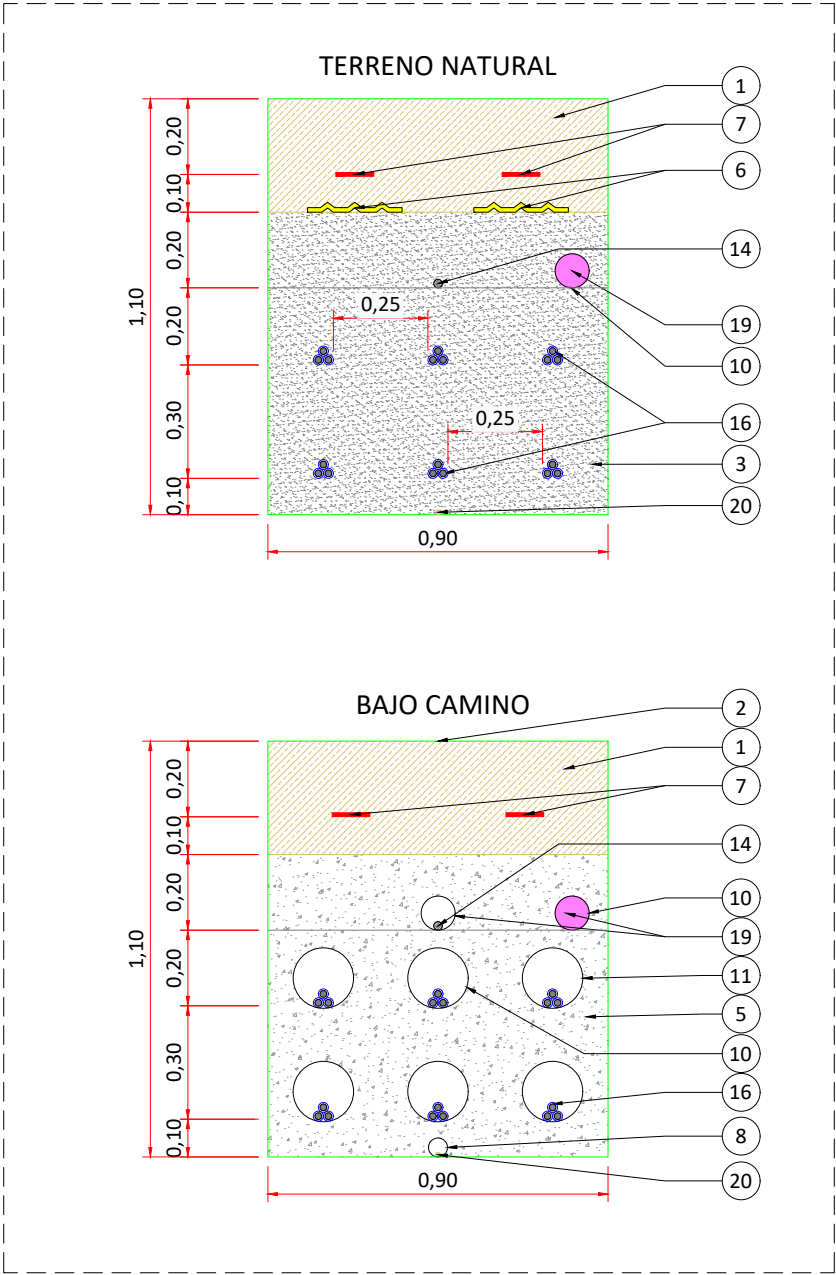
Nº:

BAMR2-PD-03

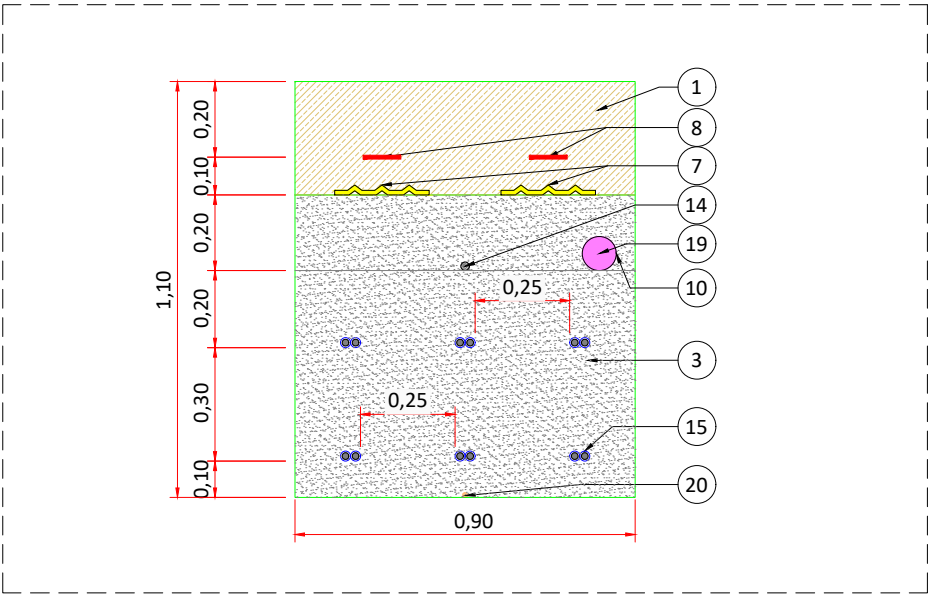
FORMATO: A3

PAG. 01 DE 03

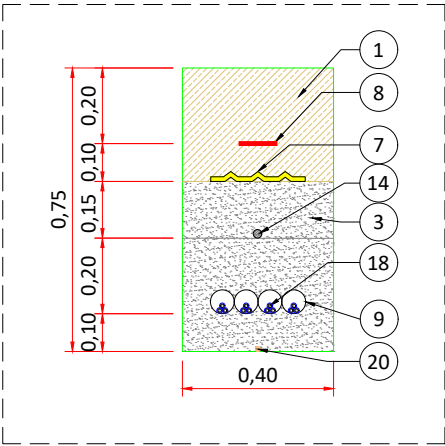
ZANJA BT AC PCS A CT



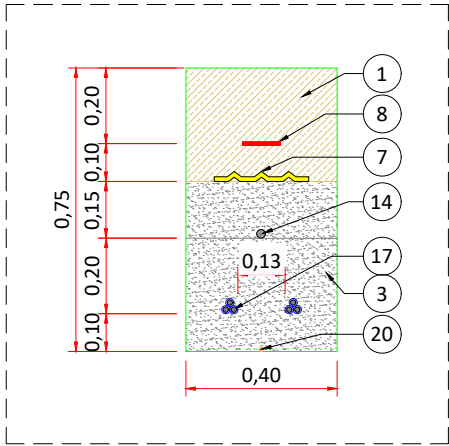
ZANJA BT DC - ESS A PCS



ZANJA BT AC - DTS A ESS



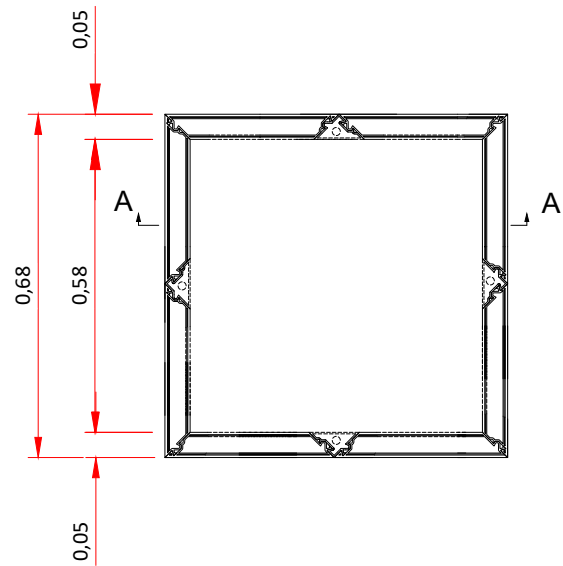
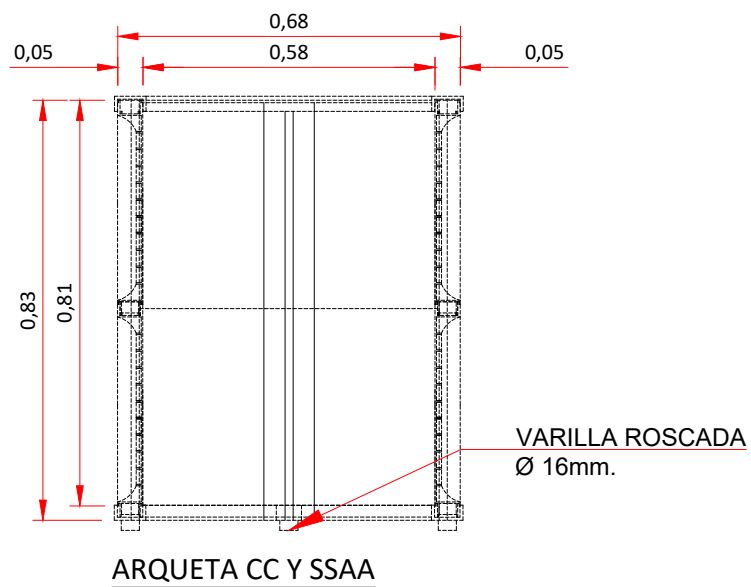
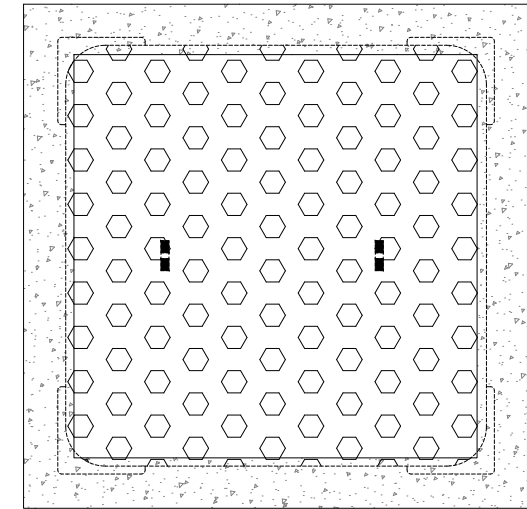
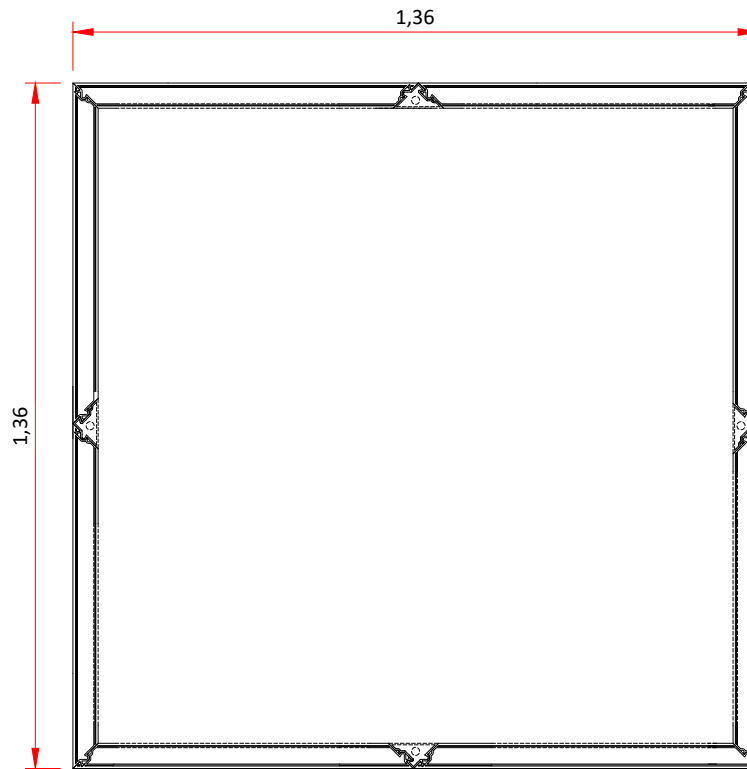
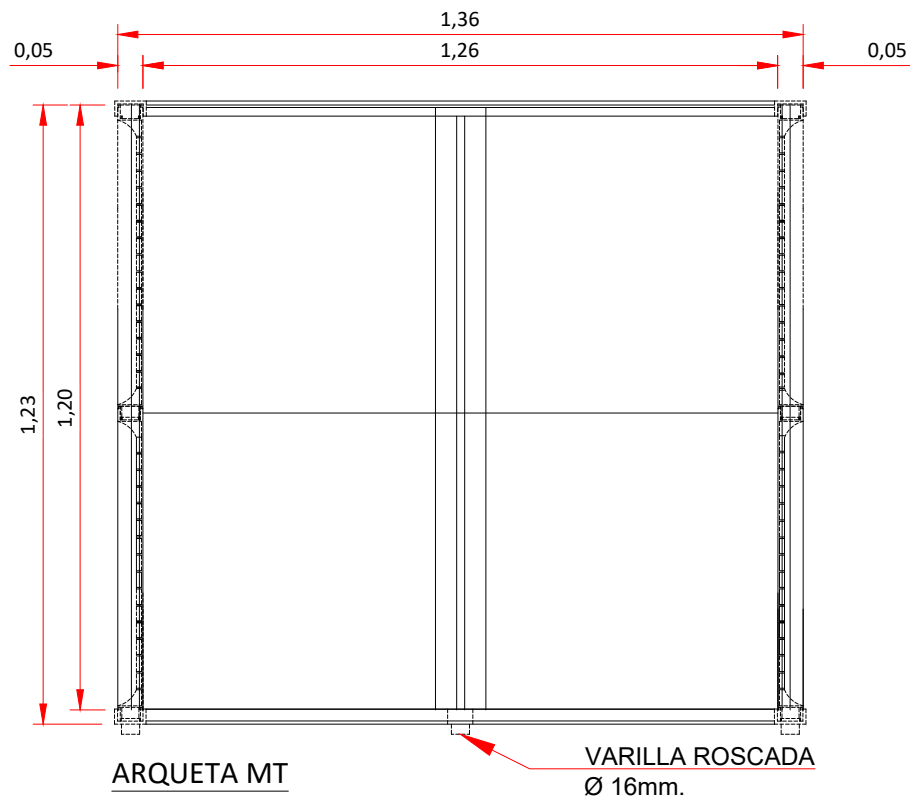
ZANJA BT AC - CT A DTS



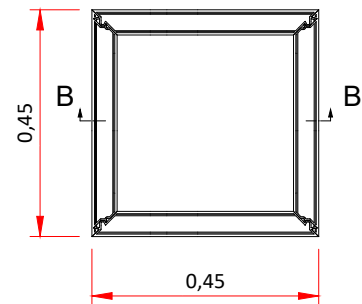
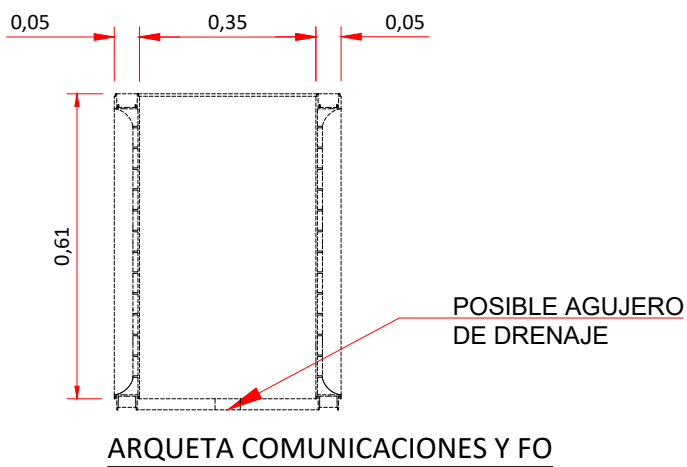
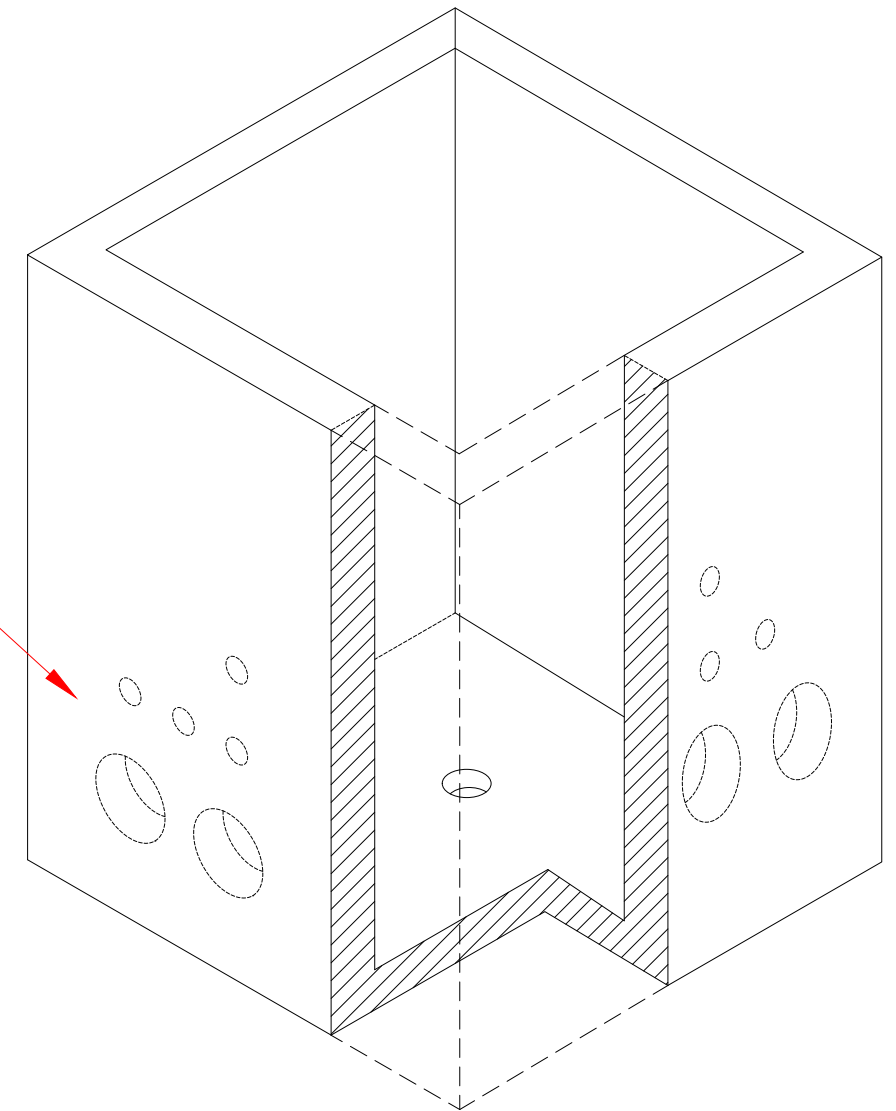
CUADRO DE INFORMACIÓN

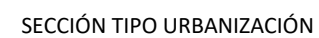
LEYENDA

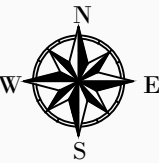
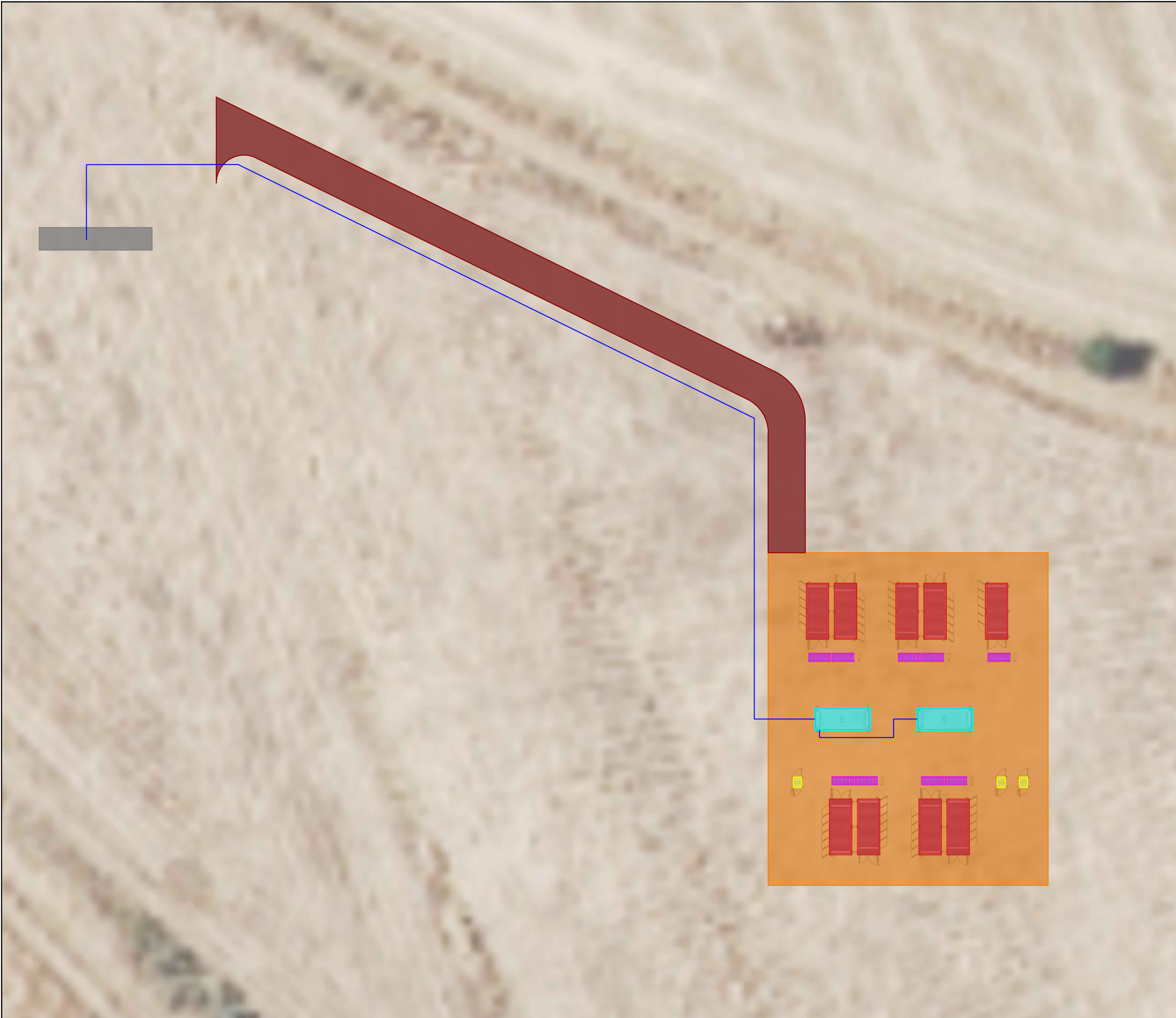
- 1 MATERIAL DE EXCAVACIÓN
- 2 SEGÚN PLANO SECCIÓN TIPO CAMINOS
- 3 ARENA
- 4 ESCOLLERA PEQUEÑA
- 5 HORMIGÓN EN MASA
- 6 PLACA PVC PROTECCIÓN
- 7 CINTA SEÑALIZACIÓN
- 8 TUBO PEAD DOBLE PARED Ø50 MM
- 9 TUBO PEAD DOBLE PARED Ø63 MM
- 10 TUBO PEAD DOBLE PARED Ø90 MM
- 11 TUBO PEAD DOBLE PARED Ø160 MM
- 12 TUBO PEAD DOBLE PARED Ø200 MM
- 13 CABLES DE MEDIA TENSIÓN
- 14 CABLE DE FIBRA ÓPTICA
- 15 CABLES DE BAJA TENSIÓN DC DE ESS A CONVERTIDOR (PCS)
- 16 CABLES DE BAJA TENSIÓN AC DE CONVERTIDOR (PCS) A CT
- 17 ALIMENTACIÓN SERVICIOS AUXILIARES AC CT A DTS
- 18 ALIMENTACIÓN SERVICIOS AUXILIARES AC DTS A ESS
- 19 TUBO DE COMUNICACIONES
- 20 CABLE RED DE TIERRAS DE PROTECCIÓN
- 21 PLACA PROTECCIÓN CABLES (EXISTENTE)
- 22 LÍNEA MEDIA TENSIÓN (EXISTENTE)
- 23 CABLE ARMADO PARA FIBRA ÓPTICA SCADA (EXISTENTE)
- 24 CABLE DE COBRE DESNUDO - RED DE TIERRAS - (EXISTENTE)



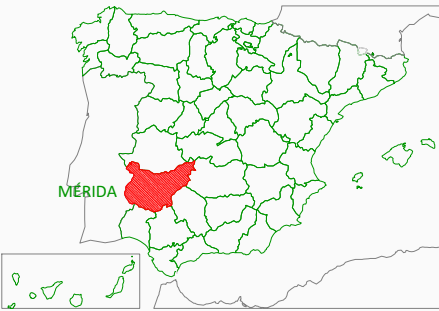
ORIFICIOS SEGÚN
SECCIÓN TRINCHERAS







MAPA DE ESPAÑA



UTM
ETRS89
HUSO 29

CUADRO DE INFORMACIÓN

LEYENDA

- Zona de Plataforma BESS MER2
- Zona de Circuitos
- Zona de Contenedor BESS
- Zona de Centro de Transformación (STS)
- Zona Power Conversion System (PCS)
- Zona de DTS
- Zona de Acceso
- Centro de Seccionamiento Existente

BLOGGERS

ENERGÍAS RENOVABLES S.L.

Proyecto de Ejecución.

***Hibridación de Instalación Fotovoltaica existente
mediante Baterías.***

***Hibridación MER2 mediante nuevo módulo BESS MER2
(11,5 MW/45,14 MWh).***

Término municipal de Mérida (Badajoz).

Anexo 7

Documentación Técnica Fabricantes

1	ESPECIFICACIONES DEL FABRICANTE DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	3
2	ESPECIFICACIONES DEL FABRICANTE DEL CONVERTIDOR PCS	4
3	ESPECIFICACIONES DEL FABRICANTE DEL CONTENEDOR DE BATERIAS	5

1 ESPECIFICACIONES DEL FABRICANTE DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

JUPITER-9000K/6000K/3000K-H1(built-in SACU)-SF6 Free Smart Transformer Station



Simple

Prefabricated and Pre-tested, No Internal Cabling Needed Onsite
Compact 20' HC Container Design for Easy Transportation



Efficient

High Efficiency Transformer for Higher Yields
Lower Self-consumption for Higher Yields



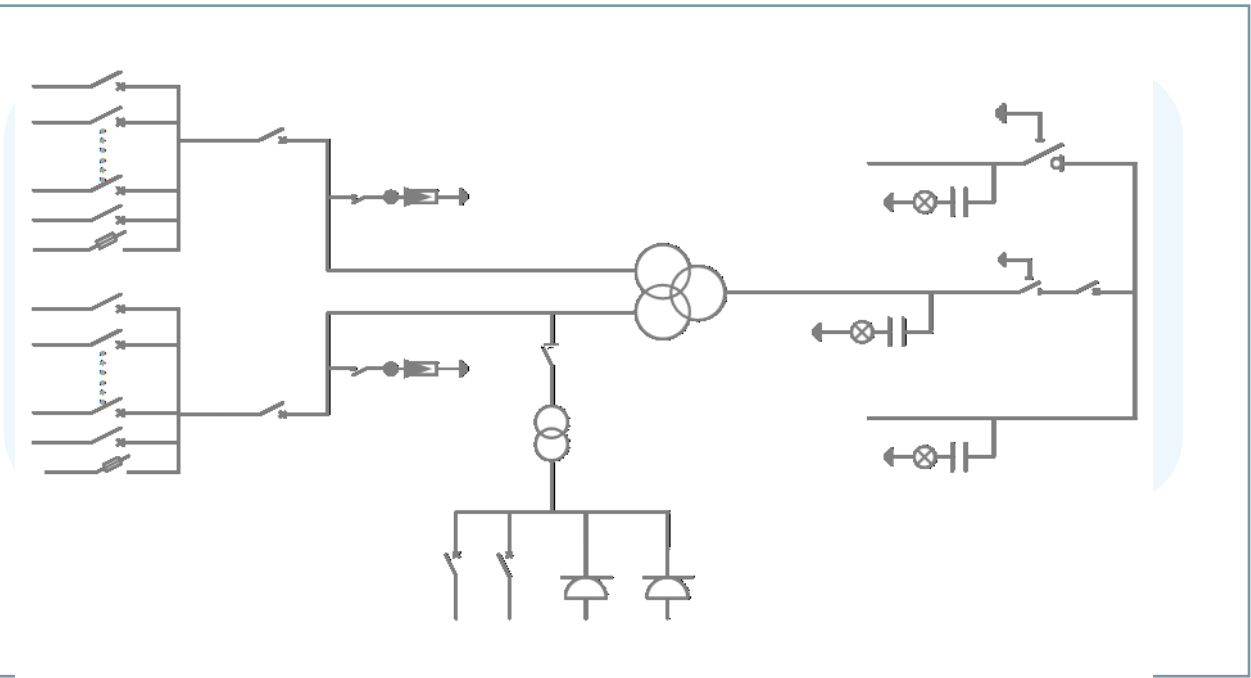
Smart

Real-time Detection of Transformer, LV Panel and RMU
High Precision Sensor of LV Electricity Parameters
Remote Control of ACB and MV Circuit Breaker



Reliable

Robust Design against Harsh Environments
Optimal Cooling Design for High Availability and Easy O&M
Comprehensive Tests from Components, Device to Solution



Technical Specifications

Technical Specifications	JUPITER-9000K-H1(built- in SACU)	JUPITER-6000K-H1(built- in SACU)	JUPITER-3000K-H1(built- in SACU)
Input			
Available Inverters / PCS	SUN2000-330KTL-H1 / SUN2000-330KTL-H2 / LUNA2000-213KTL-H0		
Max. MCCB inputs	30	22	12 ¹ /11
Max. LV AC Inputs	60 ²	44 ²	24 ² /12
AC Power	9,000 kVA @40°C ³	6,600 kVA @40°C ³	3,300 kVA @40°C ³
Rated Input Voltage	800 V		
LV Panel Segregation	Form 2b		
LV Main Switches	ACB (4,000 A, 2 x 1 pcs)	ACB (2,900 A, 2 x 1 pcs)	ACB (2,900 A, 1 x 1 pcs)
LV Main Switches ⁴	MCCB (400 A, 2 x 15 pcs)	MCCB (400 A, 2 x 11 pcs)	MCCB (400 A, 11 pcs)
Output			
Rated Output Voltage	10~35 kV ⁴		
Frequency	50 Hz or 60 Hz		
Transformer Type	Oil-immersed, Conservator Type		
Transformer Cooling Type	Mineral Oil：ONAN / Natural Ester：KNAN		
Transformer Tappings	± 2 x 2.5%		
Transformer Oil Type	Mineral Oil (PCB Free)/Natural ester oil （Optional）		
Transformer Vector Group	Dy11-y11		Dy11
Transformer Min. Peak Efficiency Index	Tier 1 or Tier 2 In Accordance with EN 50588-1		
RMU Type	SF6 Gas Insulated/Natural Gas Insulated ⁸		
RMU Transformer Protection Unit	MV Vacuum Circuit Breaker Unit		
RMU Cable Incoming / Outgoing Unit	Direct Cable Unit or Cable Load Break Switch Unit		
Auxiliary Transformer	Dry Type Transformer, 5 kVA, Single-phase, li0/50kVA, Three-phase, Dyn11 （Optional）		
Output Voltage of Auxiliary Transformer	400/230/220/210V		
Protection			
Transformer Detection & Protection	Oil Level, Oil Temperature, Oil Pressure and Buchholz		
Protection Degree of MV & LV Room	IP 54		
Internal Arcing Fault of STS	Standard IAC A 20 kA 1s/ IAC A 25 kA 1s （Optional）		
MV Arc Releasing	MV Upward Arc Releasing for Higher Safety, Meets IEC 62271-202 IAC-A		
LV Arc Releasing	Meets IEC 61641 up to Class C arcing protection on LV side		
MV Relay Protection	DVC/CVC Standard 50/51, 50N/51N DVC High Standard 50/51, 50N/51N, 87, 50BF, 51G, Inrush Blocking, Watchdog, 49T (External trip), FR （Optional） CVC High Standard 50/51, 50N/51N, 49, 86, 27, 59, 79, 74, 59N, 50BF, Inrush Blocking, Watchdog, 49T(External Trip), FR （Optional）		
LV Overvoltage Protection	Type I+II		
Anti-corrosion Protection	C5-M		
Feature			
2 kVA UPS	Optional ⁵		
MV Surge Arrester for Transformer	Optional ⁵		
IMD License	Optional ⁵		
General			
Dimensions (W x H x D)	6,058 x 2,896 x 2,438 mm (20' HC ISO Container)		
Weight	< 28 t	< 23 t	< 17 t
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C ⁶		
Relative Humidity	0% ~ 95% (Non-condensing)		
Max. Operating Altitude	1,000 m ⁷		
MV-LV AC Connections	Prewired and Pretested, No Internal Cabling Onsite		
	Smart Cooling without Air-across for Higher Availability		
Communication	Modbus TCP, Preconfigured with SmartACU		
Standards Compliance			
IEC 62271-202, EN 50588-1, IEC 60076, IEC 62271-200, IEC 61439-1			

1. only for GFM version

2. one MCCB can aggregate one inverter and one PCS at the same time , Max. LV AC Inputs means Theoretical number of full-access PCS

3. More detailed AC power of STS, please refer to the de-rating curve.

4. Rated output voltage from 10 kV to 35 kV, more available upon request

5. Extra expense needed for optional features which standard product doesn't contain, more options upon request.

6. When ambient temperature ≥55℃, awning shall be equipped for STS on site by customer.

7. For higher operating altitude, please consult with Huawei.

8. Natural Gas Insulated, up to 24 kV, the switchgear contains the insulating gas Clean Air 0543. Clean Air is a natural gas (Natural-Origin-Gas) according to IEC 62271-4.

SOLAR.HUAWEI.COM

2 ESPECIFICACIONES DEL FABRICANTE DEL CONVERTIDOR PCS

Model: LUNA2000-213KTL-H0
Smart PCS



Max. Efficiency 99%



Modular Design



IP66 Protection



Built-in Intelligent
Active Breaking Device

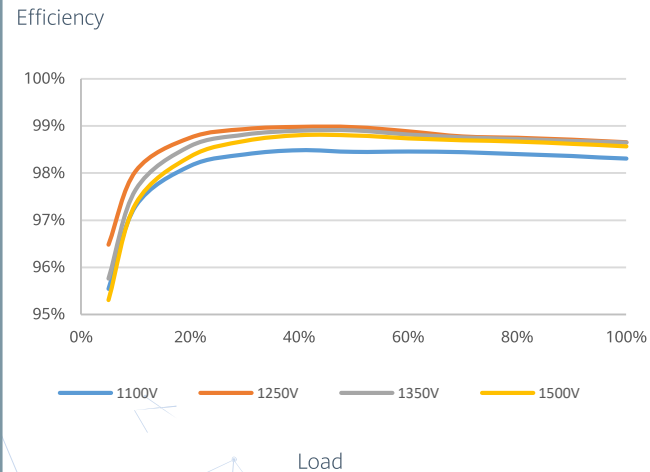


Dual-stage
Architecture

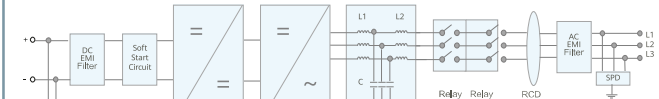


Smart Grid Forming
Algorithm

Efficiency Curve



Circuit Diagram



LUNA2000-213KTL-H0

1 - Applies to LUNA2000-4472 series models.

Model: LUNA2000-213KTL-H0

Technical Specifications

Efficiency	
Max. Efficiency	99.01%
DC Side	
Rated DC Voltage	1,331 V
Max. DC Voltage	1,500 V
Operating DC Voltage Range	800 V ~ 1,500 V
Rated Power Operating Voltage Range	1100V-1500V
Max. DC Current	218.5 A
Max. Number of Inputs	1
AC Side	
Rated AC Active Power	213,000 W @40°C; 192,000 W @50°C
Max. Apparent Power	236,400 VA
Rated AC Voltage	800 V
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Max. AC Current	170.6 A
Adjustable Power Factor Range	-1 ... +1
Max. Total Harmonic Distortion	THD _i ≤ 1.5% (Rated)
Protection	
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Protection	Yes
DC Surge Protection	Type II
AC Surge Protection	Type II
Communication	
Display	LED Indicators, USB data cable + APP
USB	Yes
Communication Protocol	Ethernet, CAN
General	
Dimension (W x H x D)	875 x 865 x 365 mm
Weight	≤ 110 kg
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,700 m
Relative Humidity	0 ~ 100% (Non-condensing)
DC Connector	OT / DT Terminal
AC Connector	OT / DT Terminal
Protection Degree	IP66
Anti-corrosion Degree	C5-Medium
Topology	Transformerless
Standards Compliance	
GB/T 34120, GB/T 34133, IEC/EN62477-1, etc.	

3 ESPECIFICACIONES DEL FABRICANTE DEL CONTENEDOR DE BATERIAS



Fusionsolar

Utility Smart String Grid Forming
ESS Solution

SOLAR.HUAWEI.COM





About Huawei

Huawei is a leading global provider of information and communications technology (ICT) infrastructure and smart devices. With integrated solutions across four key domains – telecom networks, IT, smart devices, and cloud services – we are committed to bringing digital to every person, home and organization for a fully connected, intelligent world. Huawei's end-to-end portfolio of products, solutions and services are both competitive and secure. Through open collaboration with ecosystem partners, we create lasting value for our customers, working to empower people, enrich home life, and inspire innovation in organizations of all shapes and sizes. At Huawei, innovation focuses on customer needs. We invest heavily in basic research, concentrating on technological breakthroughs that drive the world forward.



Employees
208,000+



R&D Personnel
54%



Countries
170+



Best Global Brands
59

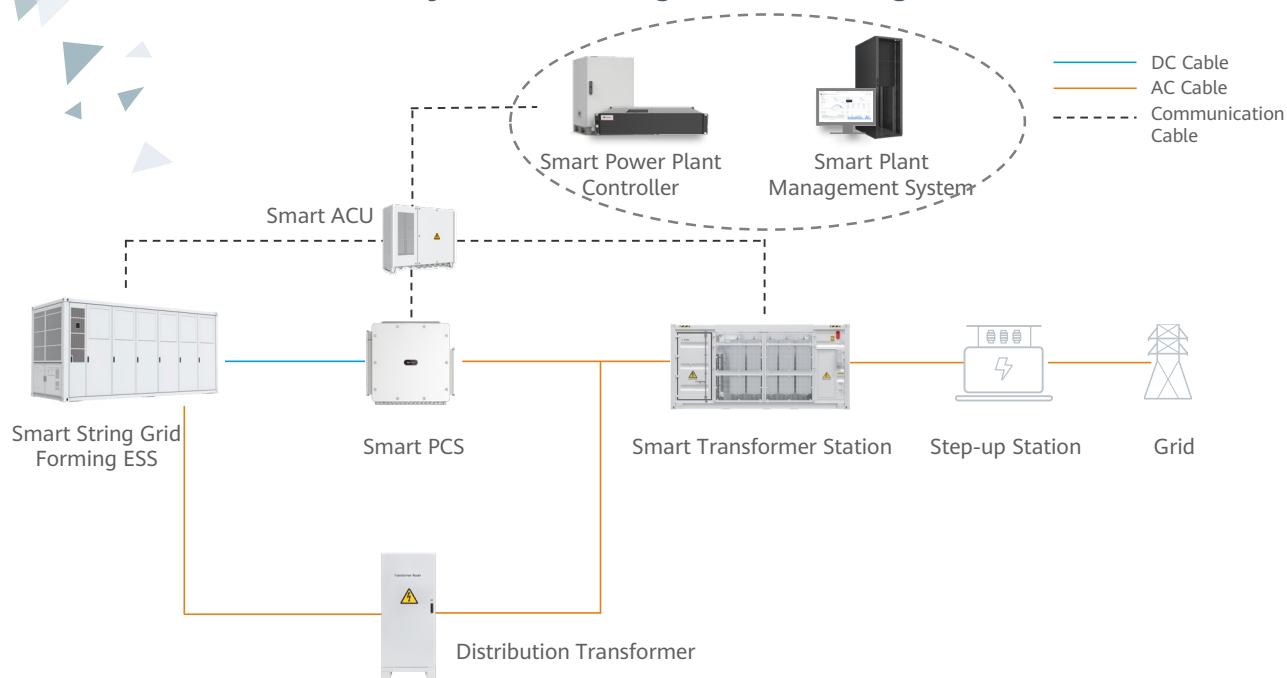


R&D Investment
6



Most Innovative Companies
8

FusionSolar Utility Smart String Grid Forming ESS Solution



**All-architecture
safety**

**All-scenario Grid
Forming**

**All-lifecycle cost-
effectiveness**

**All-rounder Smart
O&M**



Model: LUNA2000-5015-2S

Smart String Grid Forming ESS



All-architecture
Safety



All-scenario
Grid forming



All-lifecycle
Cost-effectiveness



All-rounder
Digitalization

Battery Container	
Model	LUNA2000-5015-2S
DC Rated Voltage	1,331.2 V
DC Max. Voltage	1,500 V
Nominal Energy Capacity	5,015 kWh
Charge & Discharge Rate	≤ 0.5 CP
Rated Power	2,507.5 kW
Dimension (W x H x D)	6,058 x 2,896 x 2,438 mm
Weight	< 43 t
Operation Temperature Range	-30° C ~ 55° C
Storage Temperature Range	-40° C ~ 60° C
Relative Humidity	0 ~ 100% (Non-condensing)
Max. Operating Altitude	4,700 m
Cooling Method	Liquid Cooling
Fire Suppression System	Water Sprinkler, NOVEC 1230
Communication Interface	Ethernet / SFP
Communication Protocol	Modbus TCP
Protection Degree	IP55
Anti-corrosion Degree	C5-Medium
Standards Compliance	
RoHS, IEC62477-1, IEC62040-1, IEC61000-6-2, IEC62933-5-2, UL9540A, IEC62619, UN38.3, etc.	
Battery Pack	
Cell Material	LFP
Number of Cell	104
Nominal Capacity	314 Ah / 104.49 kWh
Protection Degree	IP65
Weight	< 710 kg
Dimensions (W x H x D)	785 x 249 x 2135 mm