

# SEPARATA CARRETERAS

## SEPARATA DEL TRAZADO DE LA LINEA DE CONEXIÓN HASTA LA SUBESTACIÓN DE MOLINES CON AFECCIONES A LA MA-20.

**PROMOTOR:** MACRINA SOLAR 21 S.L. (B-44.976.173)

**EMPLAZAMIENTO:** Carrer Molines nº5, polígono de Son Morro, 07007, T.M. Palma, Illes Balears



### TÉCNICOS REDACTORES:

Jaime Sureda Bonnin (Col. 700 – C.O.E.T.I.B.)	Gonzalo García Uriarte (Col. 879 – C.O.E.I.B.)	Angel Lacleta Barrera (Col. 26827 – C.E.B.)
---	---	--

<b>I. MEMORIA DESCRIPTIVA.....</b>	<b>3</b>
<b>0. RELACIÓN DE CONCEPTOS Y ABREVIATURAS .....</b>	<b>3</b>
<b>1. GENERALIDADES.....</b>	<b>4</b>
1.1. ANTECEDENTES.....	4
1.2. OBJETO .....	4
1.3. DESCRIPCIÓN BÁSICA DE LA INSTALACIÓN.....	5
1.4. TITULARIDAD.....	6
1.5. NOMBRE Y TIPO DE LA CENTRAL.....	6
1.6. TÉCNICOS RESPONSABLES.....	6
<b>2. NORMATIVA APLICABLE .....</b>	<b>7</b>
2.1. ELECTRICIDAD .....	7
2.2. CARRETERAS .....	8
2.3. MEDIO AMBIENTAL.....	8
2.4. OTRAS DISPOSICIONES .....	9
<b>3. EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN.....</b>	<b>10</b>
<b>4. EVACUACIÓN DE ENERGÍA DESDE EL CMM HASTA EL PUNTO DE CONEXIÓN EN MEDIA TENSIÓN.....</b>	<b>13</b>
4.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS INSTALACIONES.....	13
4.2. RELACIÓN DE AFECTADOS POR LA LÍNEA DE EVACUACIÓN Y POSIBLES AFECCIONES.....	14
<b>5. PERFORACIÓN DIRIGIDA Y TENDIDO .....</b>	<b>17</b>
5.1. DETALLE DE LA PERFORACIÓN DIRIGIDA .....	17
5.2. TENDIDO.....	19
5.3. PUESTA A TIERRA .....	20
5.4. ENSAYOS .....	21
<b>6. CONCLUSIONES .....</b>	<b>23</b>
<b>II. DOCUMENTACIÓN GRÁFICA.....</b>	<b>24</b>

## **RELACIÓN DE IMÁGENES**

Imagen 1. Detalle del catastro con las parcelas destinadas a almacenamiento. ....	10
Imagen 2: Servidumbre de carreteras. ....	11
Imagen 3: Longitud de la perforación dirigida. ....	12
Imagen 4: Detalle de la línea de evacuación conjunta de la agrupación. ....	14
Imagen 5: Pozo de ataque, desde carrer Miquel Miravet. ....	18
Imagen 6: Detalle esquemático de la perforación dirigida. ....	18

## **RELACIÓN DE TABLAS**

Tabla 2. Potencia instalada y capacidad de acceso de la planta para cumplimiento del PO12.2 de REE. ....	4
Tabla 3. Dirección, referencia catastral y superficie del emplazamiento del sistema de almacenamiento. ....	10

# I. MEMORIA DESCRIPTIVA

## 0. RELACIÓN DE CONCEPTOS Y ABREVIATURAS

AC: Alternating Current. Corriente alterna.

BMS: Battery management system. Sistema de gestión y protección a bajo nivel de las series de celdas de baterías.

BESS: Battery electricity storage system. Sistema de almacenamiento de electricidad por medio de baterías.

Ratio C: Tasa de carga o descarga, dada como la relación entre la corriente de carga o descarga (en A) y la capacidad útil de la batería (en Ah). Tiene unidades de inversa de tiempo (h-1).

DC: Direct Current. Corriente continua.

DoD: Depth of Discharge. Profundidad de descarga, que define los límites de operación de ciclado por la diferencia entre el SOC máximo y el mínimo.

EMS: Energy management system. Sistema de gestión de energía, que incluye monitorización, control, análisis y comunicaciones del sistema.

LFP: Química de baterías de litio hierro fosfato (LiFePO<sub>4</sub>).

MITERD: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

O+M: Operación y mantenimiento

PCS: Power conversion system. Electrónica de potencia bidireccional que carga y descarga las baterías.

RTE: Round trip efficiency. Eficiencia total del ciclo completo del sistema de almacenamiento. Incluye las pérdidas químicas y las eléctricas (resistivas y en electrónicas de potencia y transformadores).

SET: Subestación de transformación.

SGEE: Subdirección General de Energía Eléctrica del MITECO.

SOC: State of charge. Estado de carga de las baterías, generalmente medido en % como relación entre la carga acumulada en un momento dado con referencia a la máxima capacidad de carga posible (SOH).

SOH: State of health. Estado de salud de las baterías, que da la capacidad residual de la batería, generalmente dado como un % sobre la capacidad nominal.

SSAA: Servicios auxiliares (ver elementos en Integración).

# 1. GENERALIDADES

## 1.1. Antecedentes

Recientemente, se está observando un despliegue de proyectos de generación eléctrica con energías provenientes de fuentes renovables. Los ambiciosos objetivos de integración de renovables deben necesariamente venir acompañados por medidas encaminadas a cubrir la intermitencia y no gestionabilidad intrínsecas a las fuentes de energía primaria no almacenable. Así lo reconoce la Ley 7/2021, de 21 de mayo, de cambio climático y transición energética, y en especial el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima, (PNIEC) 2021-2030, y la Estrategia de Almacenamiento Energético (que está siendo revisada al alza), en el sentido de que el almacenamiento respaldará decisivamente el despliegue de energías renovables y será clave para garantizar la seguridad, calidad, sostenibilidad y economía del suministro.

Los sistemas de almacenamiento energético son esenciales para garantizar la transición a una economía neutra en emisiones y la efectiva integración de las energías renovables en el sistema, ya que permiten guardar la energía en los momentos en que hay excedente para utilizarla cuando el recurso renovable es escaso o la demanda es elevada.

En este contexto, y ante el significativo incremento de potencia instalada de nuevos sistemas de generación renovable, en particular energía fotovoltaica, se hace necesaria no solo la hibridación de estas generaciones con almacenamiento, sino también la instalación de sistemas de almacenamiento independientes (Stand-Alone) para permitir gestionar los desfases entre generación y demanda en puntos de la red alejados de la generación a gran escala, pero cercanos al consumo.

## 1.2. Objeto

En este documento, se presenta la agrupación de los proyectos “**Almacenamiento BESS MACRINA**” de Sistema de Almacenamiento de Baterías (BESS) Stand-Alone en media tensión a 15 kV y línea de evacuación a 15 kV hasta la subestación de Molines. Cada proyecto tiene su línea de evacuación independiente pese a tener el mismo recorrido. Se trata de dos plantas de almacenamiento de electricidad independiente (no vinculada a generación “Stand-Alone”) denominadas “Almacenamiento BESS LLATZER” y “Almacenamiento BESS MOLINES”, los cuales conectan de manera independiente en barras de media tensión de la Subestación “SE MOLINES”.

**Durante la tramitación de este proyecto básico se realizará un aumento del aval para aumentar la potencia instalada hasta los 10,92 MW para así cumplir con el PO12.2 de REE, mientras que la capacidad de generación se mantendrá igual, por lo tanto, quedarán las potencias como se ve en la siguiente tabla:**

Las potencias quedan de la siguiente manera:

*Tabla 1. Potencia instalada y capacidad de acceso de la planta para cumplimiento del PO12.2 de REE*

<b>Almacenamiento BESS LLATZER</b>	
Potencia instalada de la instalación (según RD 413/2014)	10,92 MW
Capacidad de acceso generación	10 MW
Capacidad de acceso consumo	10 MW

<b><u>Almacenamiento BESS MOLINES</u></b>	
Potencia instalada de la instalación (según RD 413/2014)	10,92 MW
Capacidad de acceso generación	10 MW
Capacidad de acceso consumo	10 MW

<b><u>AGRUPACIÓN Almacenamiento MACRINA</u></b>	
Potencia instalada de la instalación (según RD 413/2014)	21,84 MW
Capacidad de acceso generación	20 MW
Capacidad de acceso consumo	20 MW

Este proyecto se tramita con la intención de declararlo **Proyecto Industrial Estratégico** al amparo de lo dispuesto en la Ley 14/2019, de 29 de marzo, de proyectos industriales estratégicos de las Illes Balears. Para ello, se adjunta al expediente un anexo de justificación de proyecto industrial estratégico.

En cuanto a la tramitación ambiental del proyecto, el promotor tramita paralelamente otra instalación en el mismo terreno. Por ello, se ha optado por someter directamente el proyecto a Evaluación Ordinaria del conjunto tratando así el conjunto como **una agrupación de instalaciones de almacenamiento**, según su capacidad potestativa establecida en el artículo 14.1.d d la Ley 12/2016caib modificada por la Ley 10/2019/CAIB. Se adjuntará al expediente un **Estudio de Impacto Ambiental Ordinario de la Agrupación de Almacenamiento BESS MACRINA**.

### 1.3. Descripción básica de la instalación

La instalación descrita en este proyecto se compone de unos armarios de **baterías de litio hierro fosfato** (LiFePO<sub>4</sub>), conectados en DC (corriente continua) a equipos bidireccionales de conversión DC/AC de electrónica de potencia (PCS). Dichos PCS se conectan en MT (15 kV) por medio de unos transformadores de potencia, que pueden ser de simple o doble devanado en el lado de BT, y disponen de celdas para conexión en T del transformador, doble interconexión (en anillo) y aislamiento del mismo aguas abajo. Cada unidad conectada en el lado de media tensión, compuesta por los armarios de baterías, el (o los) PCS(s) y el transformador de potencia, constituye un **Bloque de Almacenamiento**. Hay un total de 4 bloques. Cada bloque es de 5,46 MW, totalizando una potencia instalada de 21,84 MW. Cada container tiene una capacidad nominal de almacenamiento de aproximadamente 5,015 MWh y 4,175 MWh totalizando, con sus 10 contenedores, **86,86 MWh de almacenamiento total**.

Estos Bloques de Almacenamiento se conectan con línea **subterránea de media tensión (15kV)**, a las celdas del Centro de Maniobra y Medida, CMM, y posteriormente sale la línea de evacuación hasta la SE Molines.

La instalación de evacuación propia de la planta comienza en dichas celdas del CMM, desde las que sale la línea subterránea de evacuación MT 15kV, hasta las barras de la subestación “SE Molines”.

#### 1.4. Titularidad

El titular de la instalación es:

- **Sociedad:** MACRINA SOLAR 21 S.L.
- **CIF:** B-10.653.897
- **Dirección:** Paseo Castellana, 200

28046, Madrid, Illes Balears, España

#### 1.5. Nombre y tipo de la central

- Nombre: *Planta de Almacenamiento “Agrupación de Almacenamiento BESS MACRINA”*
- Almacenamiento mediante baterías de litio hierro fosfato en stand-alone.

#### 1.6. Técnicos Responsables

Los técnicos facultativos responsables del diseño, dimensionado y legalización de las instalaciones en el mencionado proyecto son:

- Jaume Sureda Bonnin, colegiado nº 700 en el COETIB.
- Gonzalo García Uriarte, colegiado nº879 en COEIB.
- Ángel Laqueta Barrera, colegiado nº26827 en CETIB

#### **Comunicación electrónica:**

- Mail: [jsureda@tecnicosconsultores.com](mailto:jsureda@tecnicosconsultores.com)
- Telf.: 971.835.498

## 2. NORMATIVA APLICABLE

### 2.1. Electricidad

- Ley 14/2019, de 29 de marzo, de proyectos industriales estratégicos de las Illes Balears
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Ley 7/2021, de 21 de mayo, de cambio climático y transición energética, y en especial el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima
- Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica
- 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 1955/2000, 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, aprobado por el RD 842/2002 del 2 de agosto, e instrucciones técnicas complementarias.
- RD 1110/2007 por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Normas UNE admitidas para el cumplimiento de las exigencias de las ITC.
- Normas particulares de la Compañía suministradora Gesa/Endesa.
- Decreto 96/2005, de 23 de septiembre, de aprobación definitiva de la revisión del Plan director sectorial energético de las Islas Baleares
- Decreto 33/2015, de 15 de mayo, de aprobación definitiva de la modificación del Plan Director Sectorial Energético de las Illes Balears
- 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
- Reglamento de L.A.A.T. Aprobado por Decreto Real Decreto 223/2008 que deroga el anterior reglamento aprobado en el Real Decreto 3.151/1968, de 28 de noviembre.

- Orden TED/749/2020, de 16 de julio, por la que se establecen los requisitos técnicos para la conexión a la red necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión. Reglamentos Europeos de Conexión, especialmente el Reglamento (UE) 2016/631, el Reglamento (UE) 2016/1388 y el Reglamento (UE) 2016/1447, de aplicación en el Sistema Eléctrico Peninsular (SEP).
- Procedimientos de Operación del Sistema Eléctrico Peninsular (SEP) y/o de los Sistemas Eléctricos No Peninsulares (SENP).
- Criterios Generales de Protección del Sistema Eléctrico Peninsular (SEP) y/o de los Sistemas Eléctricos No Peninsulares (SENP).
- Reglamento Unificado de los Puntos de Medida.
- UNE-EN IEC 63056:2020 Elementos secundarios y baterías que contienen electrolitos alcalinos u otros electrolitos no ácidos. Requisitos de seguridad para baterías de litio para su uso en sistemas de almacenamiento de energía eléctrica.
- IEC 62281 (versión IEC de la UN 38.3 – son iguales): Safety of primary and secondary lithium cells and batteries during transport.
- UL 9540A Test Method for Evaluating Thermal Runaway Fire Propagation in Battery Energy Storage Systems (requerida para los suministros de este Proyecto al no haber equivalente Europeo).
- UNE-HD 60364-5-52 Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 5-52: Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones.
- Procedimiento de ensayo para las medidas de prevención de formación de islas en la red.
- Normativa de EDE DYZ10000.

## **2.2. Carreteras**

- Ley 5/1990, de 24 de mayo, de Carreteras de la Comunidad Autónoma de las Illes Balear.

## **2.3. Medio ambiental**

- Decreto Legislativo 1/2020, de 28 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de evaluación ambiental de las Illes Balears
- Ley 12/2016, de 17 de agosto, de Evaluación Ambiental de las Islas Baleares.
- Ley 21/2013 de 9 de diciembre de Evaluación Ambiental.

- Ley 6/2010, de 24 de marzo, de modificación del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero.
- Ley 6/2009, de 17 de noviembre de medidas ambientales para impulsar las inversiones y la actividad económica en las Illes Balears.

#### **2.4. Otras disposiciones**

- Ley 12/1998, de 21 de diciembre, del Patrimonio Histórico de las Illes Balears.
- Ley 6/1997, de 8 de julio, del suelo rústico de las Islas Baleares.
- Ley de Industria 21/1992 de 16 de julio.
- Ley 12/2014, de 16 de diciembre, agraria de las Illes Balears
- Ley 2/2014, de 25 de marzo, de ordenación y uso del suelo (Illes Balears)
- Ley 4/2017, de 12 de julio, de Industria de las Illes Balears.
- Real Decreto 1620/2007, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas.
- Normativa de seguridad e Higiene e en el trabajo.
- Normas subsidiarias del Ayuntamiento de Palma.

### 3. EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN

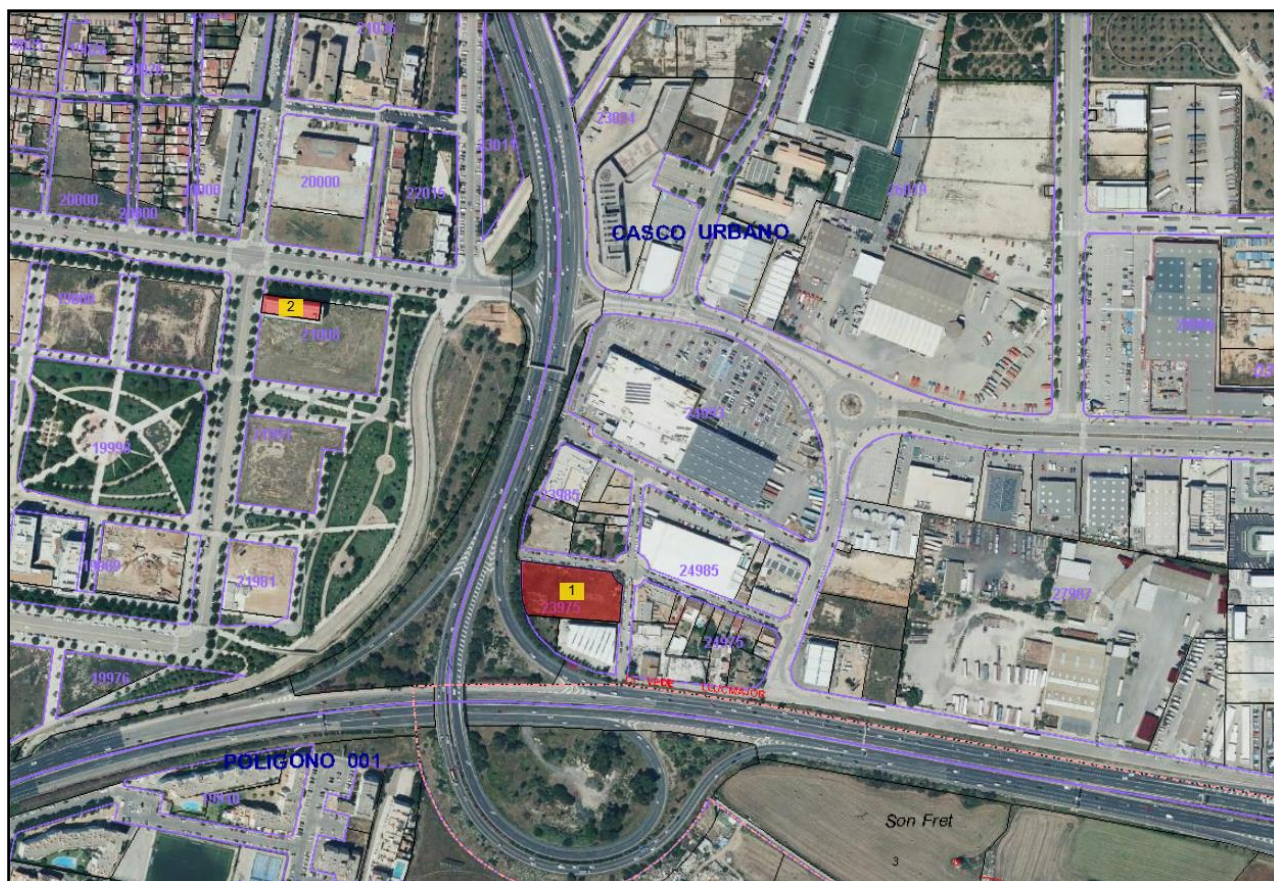
La agrupación de almacenamiento “BESS MACRINA” se plantea en el Polígono Industrial de Son Morro en el término municipal de Palma. En la tabla e imagen 2 se muestra la parcela objeto.

*Tabla 2. Dirección, referencia catastral y superficie del emplazamiento del sistema de almacenamiento*

Dirección principal	Ref. Catastral	Superficie gráfica
CL Son Molines, nº5 T. M. Palma	2397501DD7729G0001FL	3.356 m <sup>2</sup>

Las coordenadas UTM (Huso 31 UTM - ETRS89) del centroide de referencia donde se localizará la Planta BESS son las siguientes:

- Coordenada X: 472.279
- Coordenada Y: 4.379.605



*Imagen 1. Detalle del catastro con las parcelas destinadas a almacenamiento.*

La parcela se encuentra junto al desvío de la Ma-19 hacia la Ma-20 dirección Andratx. Según el artículo 31 de la *Ley 5/1990, de 24 de mayo, de Carreteras de la Comunidad Autónoma de les Illes Balears*, se define lo siguiente:

1. Se define como zona de protección de la carretera la comprendida entre dos líneas longitudinales paralelas a las aristas de explanación y a una distancia de éstas de:

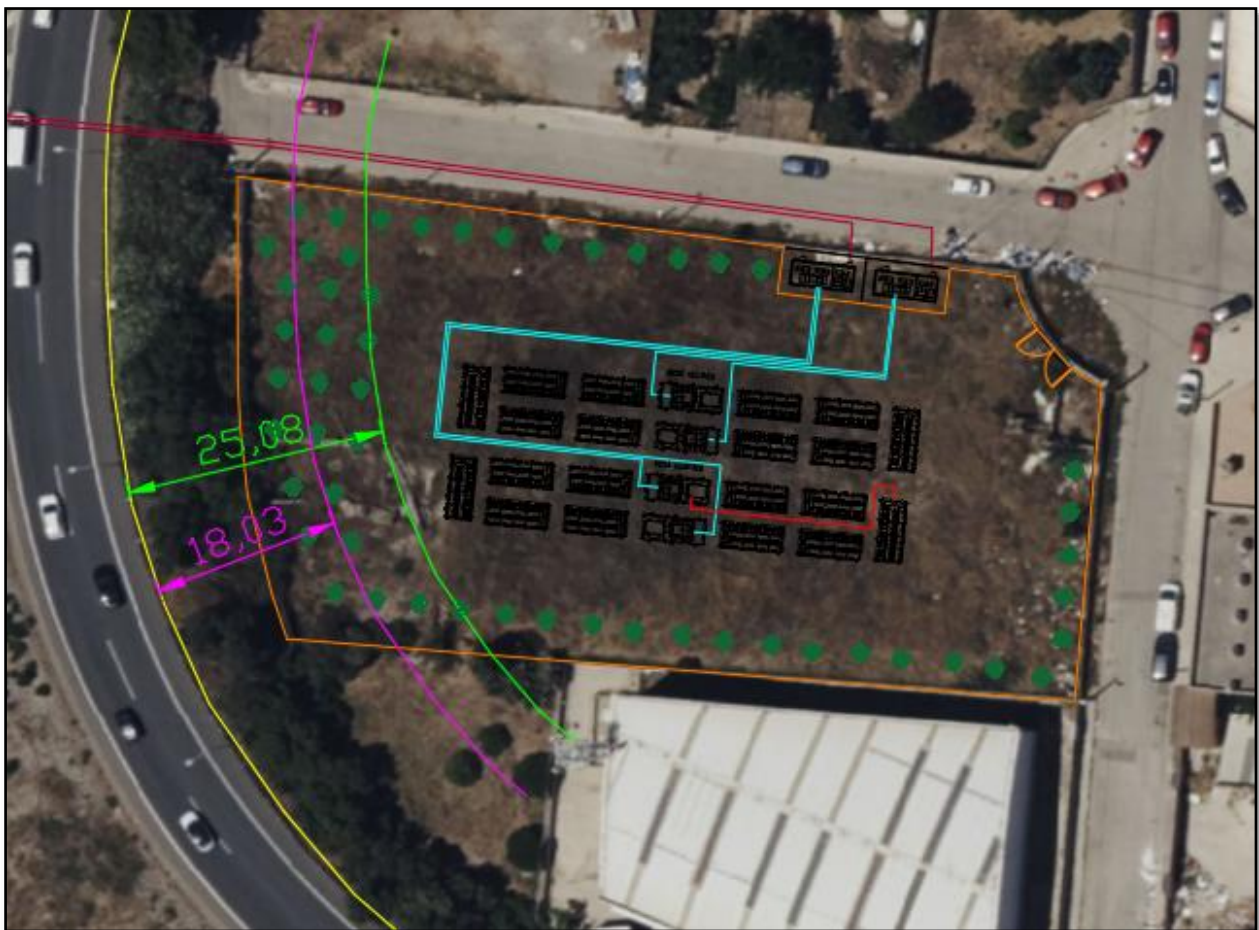
- a) 25 metros en carreteras de cuatro o más carriles.
- b) 18 metros en las carreteras de dos carriles de las redes primaria y secundaria.
- c) 8 metros en las carreteras de dos carriles de las redes local o rural.

En la zona de protección no se podrán realizar obras ni se permitirán más usos que los compatibles con la seguridad vial, previa autorización, en cualquier caso, del organismo gestor. En todo caso se podrá autorizar la utilización de la zona de protección por razones de interés general o cuando lo requiera el mejor servicio de la carretera. Serán indemnizables la ocupación de la zona de protección y los daños y perjuicios que se ocasionen por su utilización.

2. Además de lo que se preceptúa en los apartados anteriores, será preceptivo el informe del organismo titular de la carretera para la puesta en marcha de cualquier actividad nueva o modificación de la existente que surja en el entorno de la carretera y que la pueda afectar directa o indirectamente en las zonas limitadas por unas líneas longitudinales paralelas a las aristas exteriores de la explanación y a una distancia de:

- a) 100 metros en carreteras de cuatro o más carriles.
- b) 50 metros en carreteras de dos carriles de las redes primaria y secundaria.
- c) 25 metros en carreteras de dos carriles de las redes local o rural.

En este caso, tenemos que la instalación **se encuentra fuera de la zona de protección**, tanto para el tramo de 2 carriles, más de 18 metros, como para el de 4 carriles, más de 25 metros:



*Imagen 2: Servidumbre de carreteras.*

No obstante, al si encontrarse dentro de los 50 metros, **si es preceptivo el informe del organismo titular de la carretera** para la puesta en marcha.

Por otro lado, de cara a realizar la conexión, se debe realizar una perforación dirigida que cruza la Ma-20. Se trata de un tramo de 70 metros:



*Imagen 3: Longitud de la perforación dirigida.*

## **4. EVACUACIÓN DE ENERGÍA DESDE EL CMM HASTA EL PUNTO DE CONEXIÓN EN MEDIA TENSIÓN**

### **4.1. Descripción general de las instalaciones**

Tal y como se comentaba habrá un circuito privado en MT de 15kV dentro de las parcelas donde se ubica la instalación hasta al Centro de Maniobra y Medida Fotovoltaico (en adelante CMM). Dicho CMM se ubica en la misma parcela situada en la calle Son Molines nº5 del polígono de Son Morro; T.M. Palma; Illes Balears, más concretamente en las coordenadas X: 472.295; Y: 4.379.622 (HUSO 31), junto a vial de acceso público.

Para ello, el punto de conexión a 15.000 V, será único para el total de las instalaciones sobre la celda de Media Tensión de la Subestación de Molines. El punto de conexión será a aproximadamente 500 metros de distancia desde el CMM, en las coordenadas aproximadas UTM, X: 472.051 Y: 4.379.839 (HUSO 31); para ello se realizará:

- Centro de Maniobra y Medida situado en el interior de la finca donde se ubica el seccionamiento de la línea, interruptor frontera, equipo de protecciones, contaje, etc. Se instalará una acera de 1 metro perimetral al prefabricado y será de acceso público.
- Tramo de 500 m de Línea de Media Tensión privada enterrada desde el nuevo CMM, hasta el punto de conexión en la Subestación Eléctrica de Molines.

La línea de MT compartida con la agrupación se realizará enterrada, mediante conductor de doble circuito de aluminio RHZ1 12/20kV de 240 mm<sup>2</sup>; siguiendo los preceptos de RAT y de Endesa Distribución. Se puede apreciar en detalle su trazado y características en la documentación gráfica anexa a este documento. No obstante, seguirá el mismo esquema que se describe en la normativa de Endesa DYZ10000.

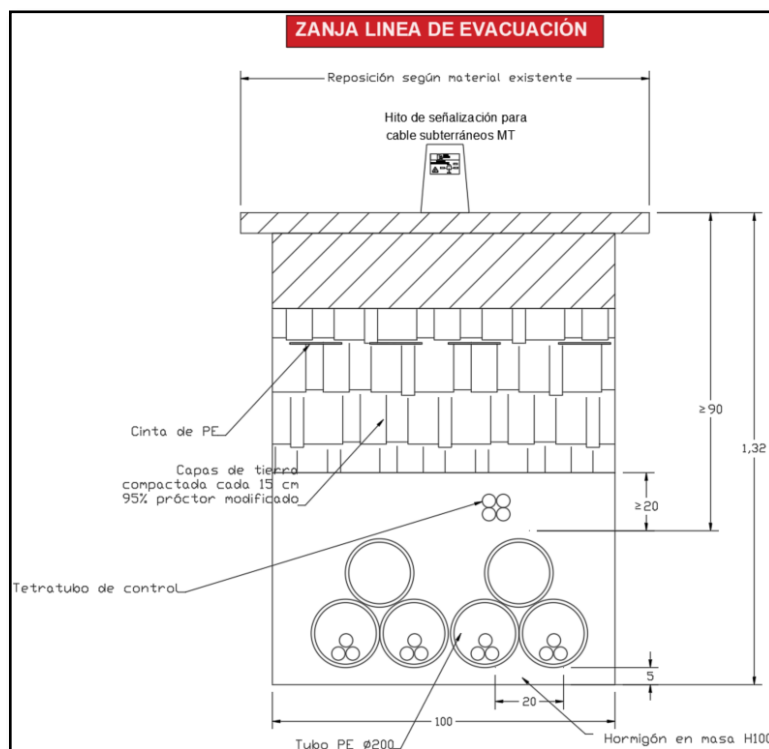


Imagen 4: Detalle de la línea de evacuación conjunta de la agrupación.

#### 4.2. Relación de afectados por la línea de evacuación y posibles afecciones

La relación de afectados en el transcurso de la línea de evacuación son los siguientes:

Situación	Referencia catastral Emplazamiento	Titular	Longitud y área aprox.
Camino público	Carrer de Miquel Miravet	Ajuntament de Palma	60 m
Topo	Carretera Ma-20	Consell de Mallorca	90 m
Topo	Torrente de Na Bàrbara		40 m
Camino público	Zona ajardinada y pavimento	Ajuntament de Palma	310 m

No se han encontrado afecciones en el trazado de la línea de evacuación. En el caso que hubiera a la hora de ejecución de la obra, deberán respetarse las siguientes distancias mínimas para cruces y paralelismos de la línea de Media Tensión.

Instalaciones u obstáculos	Distancias		Condiciones
	Cruzamientos	Paralelismos	
Calles y carreteras	<p>La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie será:</p> <p style="text-align: center;"><math>\geq 0,60 \text{ m}</math></p> <p>El cruce será perpendicular</p>		Los cables se colocaran en canalizaciones entubadas hormigonadas en toda su longitud.

	al vial, siempre que sea posible		
Ferrocarriles	<p>La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, respecto a la cara inferior de la traviesa, será:</p> <p style="text-align: center;"><math>\geq 1,10 m</math></p> <p>El cruce será perpendicular a la vía, siempre que sea posible. La canalización rebasará la vía férrea en 1,5 m por cada extremo.</p>		Los cables se colocaran en canalizaciones entubadas hormigonadas en toda su longitud.
Otros cables de energía eléctrica	<p>Distancia entre cables:</p> <p style="text-align: center;"><math>\geq 0,25 m</math></p> <p>La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 m.</p>	<p>Distancia entre cables de MT de una misma empresa:</p> <p style="text-align: center;"><math>\geq 0,20 m</math></p> <p>Distancia entre cables de MT y BT o MT de diferentes empresas:</p> <p style="text-align: center;"><math>\geq 0,25 m</math></p>	<p>Cuando no pueda respetarse alguna de estas distancias, el cable que se tienda en último lugar se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.</p>
Cables de telecomunicación	<p>Distancia entre cables:</p> <p style="text-align: center;"><math>\geq 0,20 m</math></p> <p>La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicación, será superior a 1 m.</p>	<p>Distancia entre cables:</p> <p style="text-align: center;"><math>\geq 0,20 m</math></p>	<p>Cuando no pueda respetarse alguna de estas distancias, el cable que se tienda en último lugar se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.</p>
Canalizaciones de agua	<p>Distancia entre cables y canalización:</p> <p style="text-align: center;"><math>\geq 0,20 m</math></p> <p>Se evitara el cruce por la vertical de las juntas de la canalización de agua. La distancia del punto de cruce a los empalmes o a las juntas será superior a 1 m.</p>	<p>Distancia entre cables y canalización:</p> <p>En arterias importantes esta distancia será de 1 m como mínimo.</p> <p style="text-align: center;"><math>\geq 0,20 m</math></p> <p>Se procurará mantener dicha distancia en proyección horizontal y que la canalización del agua quede por debajo del nivel del cable.</p> <p>La distancia mínima entre empalmes y juntas será de 1 m.</p>	<p>Cuando no pueda respetarse alguna de estas distancias, el cable que se tienda en último lugar se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.</p>
Canalizaciones y acometidas de gas	<p>Distancia entre cables y canalización:</p> <p>Sin protección suplementaria</p> <p style="text-align: center;"><math>\geq 0,40 m</math></p>	<p>Distancia entre cables y canalización:</p> <p>Sin protección suplementaria</p> <p style="text-align: center;"><math>AP \geq 0,40 m</math></p>	

	<p>Con protección suplementaria</p> <p><math>\geq 0,25 m</math></p> <p>En caso de canalización entubada, se considerará como protección suplementaria el propio tubo.</p> <p>La distancia mínima entre los empalmes de cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 m.</p>	<p><math>MP y BP \geq 0,25 m</math></p> <p>Con protección suplementaria.</p> <p>La distancia mínima entre empalmes y juntas será de 1 m.</p> <p><math>AP \geq 0,25 m</math></p> <p><math>MP y BP \geq 0,15 m</math></p> <p>AP, Alta presión, &gt; 4 bar.</p> <p>MP y BP, Media y baja presión, <math>\leq 4</math> bar.</p>	
Canalizaciones y acometidas interior de gas	<p>Distancia entre cables y canalización:</p> <p>Sin protección suplementaria</p> <p><math>AP \geq 0,40 m</math></p> <p><math>MP y BP \geq 0,20 m</math></p> <p>Con protección suplementaria</p> <p><math>AP \geq 0,25 m</math></p> <p><math>MP y BP \geq 0,10 m</math></p> <p>En caso de canalización entubada, se considerará como protección suplementaria el propio tubo.</p> <p>La distancia mínima entre los empalmes de cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 m.</p>	<p>Distancia entre cables y canalización:</p> <p>Sin protección suplementaria</p> <p><math>AP \geq 0,40 m</math></p> <p><math>MP y BP \geq 0,20 m</math></p> <p>Con protección suplementaria.</p> <p>La distancia mínima entre empalmes y juntas será de 1 m.</p> <p><math>AP \geq 0,25 m</math></p> <p><math>MP y BP \geq 0,10 m</math></p> <p>AP, Alta presión, &gt; 4 bar.</p> <p>MP y BP, Media y baja presión, <math>\leq 4</math> bar.</p>	
Conducciones de alcantarillado	<p>Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado.</p>		<p>Cuando no sea posible, el cable se pasará por debajo y se dispondrán separados mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.</p>
Depósitos de carburante	<p>La distancia de los tubos al depósito será:</p> <p><math>\geq 1,20 m</math></p> <p>La canalización rebasará al depósito en 2 m por cada extremo.</p>		<p>Los cables de MT se dispondrán dentro de tubos o conductos de suficiente resistencia mecánica.</p>
Acometidas o	<p>Distancia entre servicios:</p>		<p>Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción</p>

Conexiones de servicio a un edificio	$\geq 0,30 m$		<p>que se establezca en último lugar se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.</p> <p>La entrada de las conexiones de servicio a los edificios, tanto de BT como de MT, deberá taponarse hasta conseguir una estanqueidad perfecta</p>
--------------------------------------	---------------	--	--

## 5. PERFORACIÓN DIRIGIDA Y TENDIDO

### 5.1. Detalle de la perforación dirigida

La **perforación dirigida** (o perforación horizontal dirigida, HDD por sus siglas en inglés: *Horizontal Directional Drilling*) bajo una autopista es una técnica utilizada para instalar tuberías, cables u otras conducciones **sin abrir zanjas** en superficie. Se trata de un proceso **altamente técnico y regulado**, especialmente cuando atraviesa infraestructuras críticas como autopistas. Se seguirán los siguientes puntos:

#### Estudio Previo y Planificación

- Realización de un levantamiento topográfico y estudio geotécnico del terreno.
- Localización y verificación de servicios enterrados existentes.
- Definición del trazado de la perforación, evitando interferencias.
- Establecimiento de la profundidad mínima bajo la autopista (normalmente  $>1,5 m$ ).
- Tramitación de permisos ante el organismo competente (p. ej. Departamento de Carreteras).

#### Preparación del Sitio

- Habilitación de pozos de entrada y salida.
- Instalación de señalización y medidas de seguridad.
- Disposición de sistemas para gestión de lodos.

#### Perforación Piloto

- Ejecución de un taladro guía con sistemas de navegación (sonda, giroscopio).
- Control de trayectoria para garantizar precisión (máx. desviación 2%).

#### Ensanchamiento del Orificio

- Aplicación progresiva de herramientas de reaming para adaptar el diámetro al de la conducción.

#### Instalación de la Conducción

- Tiro o empuje de la tubería/cable mediante cabezal guía.
- Monitoreo de esfuerzo de tracción para evitar daños estructurales.

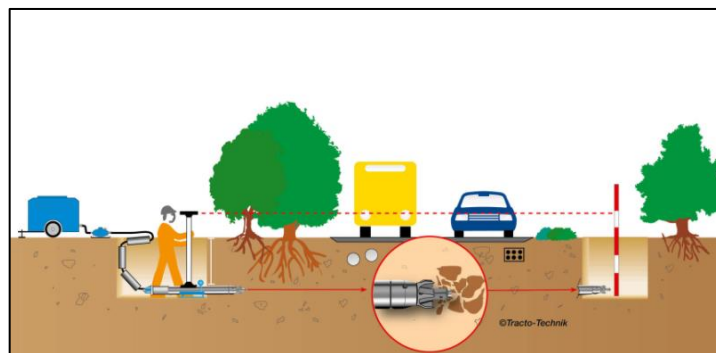
#### Reposición y Limpieza

- Sellado de pozos y reposición de zonas afectadas.
- **Comprobación de la instalación** (pruebas de presión, continuidad, etc.).

Como se puede ver en los planos, la perforación rígida cruza un tramo de uno 70 metros del desvío de la Ma-19 a la Ma-20. Se trata de un tramo que está elevado respecto la cota donde se iniciaría la perforación desde el pozo de ataque. Esto facilitaría las labores. La perforación se realizaría desde el carrer Miquel Miravet:



*Imagen 5: Pozo de ataque, desde carrer Miquel Miravet.*



*Imagen 6: Detalle esquemático de la perforación dirigida.*

## 5.2. Tendido

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

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

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

Tanto las trabas como las cuñas es conveniente que estén clavadas en el suelo de la plataforma de transporte. El eje de la bobina se dispondrá preferentemente perpendicular al sentido de la marcha.

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

aconsejable cubrirlas para que no estén expuestas directamente a la intemperie.

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

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

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

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

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

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

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

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

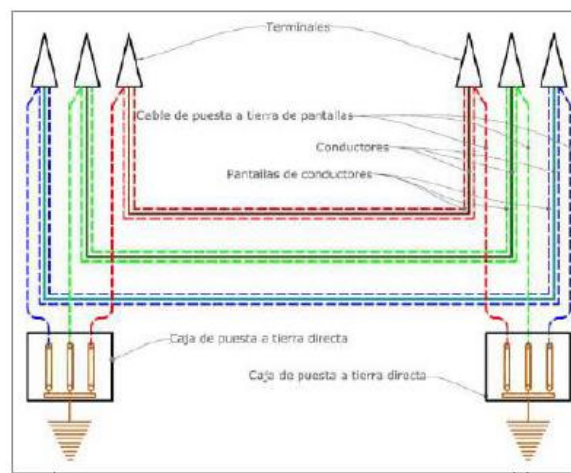
### 5.3. Puesta a tierra

El sistema de conexión de las pantallas diseñado para el proyecto objeto de este documento es “solid bonding” o sistema de conexión rígida a tierra en el que las pantallas se encuentran conectadas a tierra en ambos extremos.

En este tipo de conexión, las pantallas están conectadas directamente entre sí y a tierra para que, en todos los puntos de la línea, las tensiones entre sí respecto a tierra se mantengan próximas a cero.

Las pantallas se conectarán entre sí y a tierra en los extremos de la línea subterránea. Para no superar las tensiones soportadas por la cubierta en líneas de gran longitud y elevada corriente de cortocircuito, es conveniente que en los puntos de empalme de los cables las pantallas se conecten entre sí y a tierra.

Con la utilización de este sistema de puesta a tierra no se disponen medidas para evitar la circulación de corrientes por las pantallas en régimen permanente. Estas corrientes inducidas por los conductores originan calor, con la consiguiente disminución de la capacidad de transporte considerada en los cálculos eléctricos de selección del cable.



*Ilustración 1. Puesta a tierra de pantallas*

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

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

- En régimen permanente, la tensión entre la pantalla y tierra a lo largo de la línea es próxima a cero, ya que se debe solo a la circulación capacitiva del cable.
- En régimen permanente la tensión de contacto en los extremos de las pantallas es nula para una distribución de cables al tresbolillo, caso de este proyecto.

## 5.4. Ensayos

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

- UNE-HD 620-5E: Cables eléctricos de distribución con aislamiento seco, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42)kV. Parte 5.- Cables unipolares y unipolares reunidos con aislamiento de XLPE. Sección E-1: Cables con cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 5E-1, 5E-4 Y 5E-5).
- UNE-HD 620-10E: Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV inclusive. Parte 10: Cables unipolares y unipolares reunidos con aislamiento de XLPE. Sección E: Cables con cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 10E-1, 10E-3, 10E-4 y 10E-5).

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

- **Ensayo de verificación del orden de fases.**

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

- **Ensayo de medida de la resistencia del conductor**

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

- **Ensayo de medida de la resistencia de la pantalla**

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

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

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

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

- **Ensayo de descargas parciales**

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

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

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

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

- **Ensayo de tensión sobre el aislamiento.**

La finalidad de este ensayo es asegurar que no se ha dañado el aislamiento del cable durante los trabajos previos, de manera que se pueda poner en servicio el cable con las suficientes garantías. El método operativo será aplicar una tensión alterna a frecuencia industrial (50 Hz) entre conductor y la pantalla de durante un tiempo determinado.

- **Ensayo de medida de la capacidad**

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

- **Ensayo de medida de impedancias**

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

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

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

## 6. CONCLUSIONES

A la vista de lo anteriormente expuesto, y con el respaldo de los anexos y planos que se adjuntan, se considera que la línea de evacuación de energía correspondiente a la Agrupación de Almacenamiento BESS Macrina ha sido debidamente descrita. Por ello, se solicita la autorización pertinente por parte del **Departamento de Carreteras del Consell de Mallorca**.

Artà, abril 2025

Ingeniero técnico industrial: Jaume Sureda Bonnin  
COL: 700 C.O.E.T.I.B.

Ingeniero industrial: Gonzalo García Uriarte  
COL: 879 C.O.E.I.B.

Ingeniero de la energía: Ángel Lacleta Barrera  
COL: 26827 C.E.T.I.B.

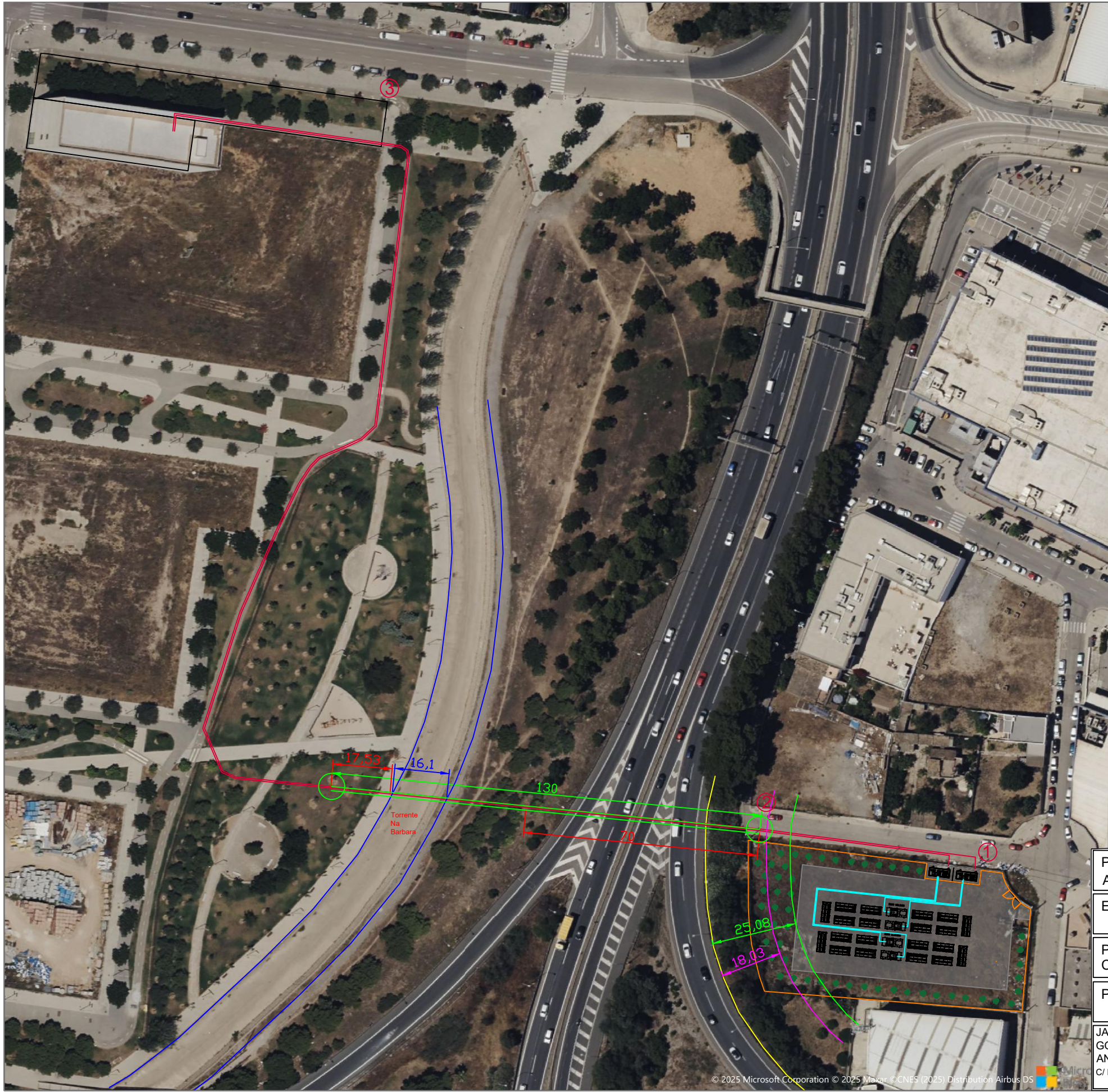
## II. DOCUMENTACIÓN GRÁFICA



LEYENDA	
Murete y vallado	
Conexion Skid - CMM	
Conexion Container - Skid	
Linea de evacuación	
MV Skid	
Container Baterias	
Zona ajardinada	
Zona asfaltada	
CMM's AG	

© 2025 Microsoft Corporation © 2025 Maxar ©CNES (2025) Distribution Airbus DS

PROYECTO BÁSICO DE: AGRUPACIÓN ALMACENAMIENTO BESS MACRINA	
EMPLAZAMIENTO: CARRER SON MOLINES 5, 07007 T.M.DE PALMA, ILLES BALEARS	FECHA: ABRIL 2025
PROMOTOR: MACRINA SOLAR 21 S.L. CIF: B-10.653.897	NUM PLANO: 01
PLANO DE: SERVIDUMBRE CARRETERAS	ESCALA: 1:500 A3
JAUME SUREDA BONNIN col:700 C.O.E.T.I.B. GONZALO GARCIA URIARTE col:879 C.O.E.I.B. ANGEL LACLETA BARRERA col:26827 C.E.T.I.B. C/ FRAY JUNÍPER SERRA Nº3, 07570, ARTÀ	



PROYECTO BÁSICO DE:  
AGRUPACIÓN ALMACENAMIENTO BESS MACRINA

EMPLAZAMIENTO: CARRER SON MOLINES 5, 07007  
T.M. DE PALMA, ILLES BALEARS

PROMOTOR: MACRINA SOLAR 21 S.L.  
CIF: B-10.653.897

PLANO DE: TOPO

JAUME SUREDA BONNIN col:700 C.O.E.T.I.B.  
GONZALO GARCIA URIARTE col:879 C.O.E.I.B.  
ANGEL LACLETA BARRERA col:26827 C.E.T.I.B.  
C/ FRAY JUNIPER SERRA Nº3, 07570, ARTÀ

FECHA:  
ABRIL 2025

NUM PLANO:  
02

ESCALA:  
1:1.250 A3

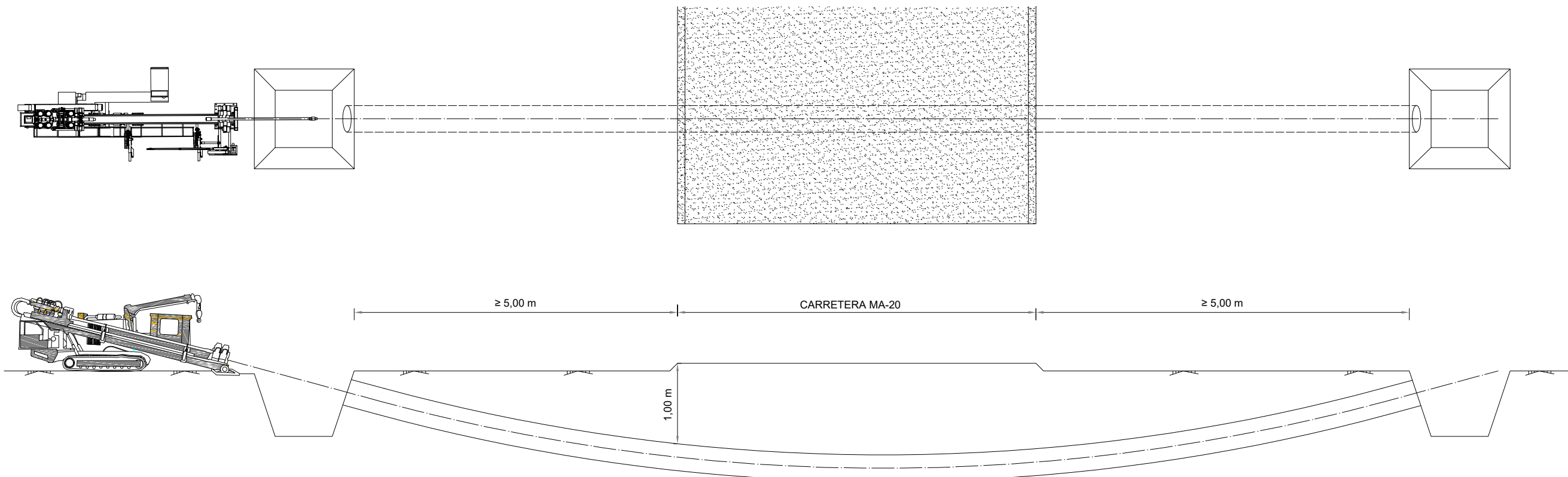
Firma Jaime Sureda Bonnín

Firma Gonzalo Garcia Uriarte

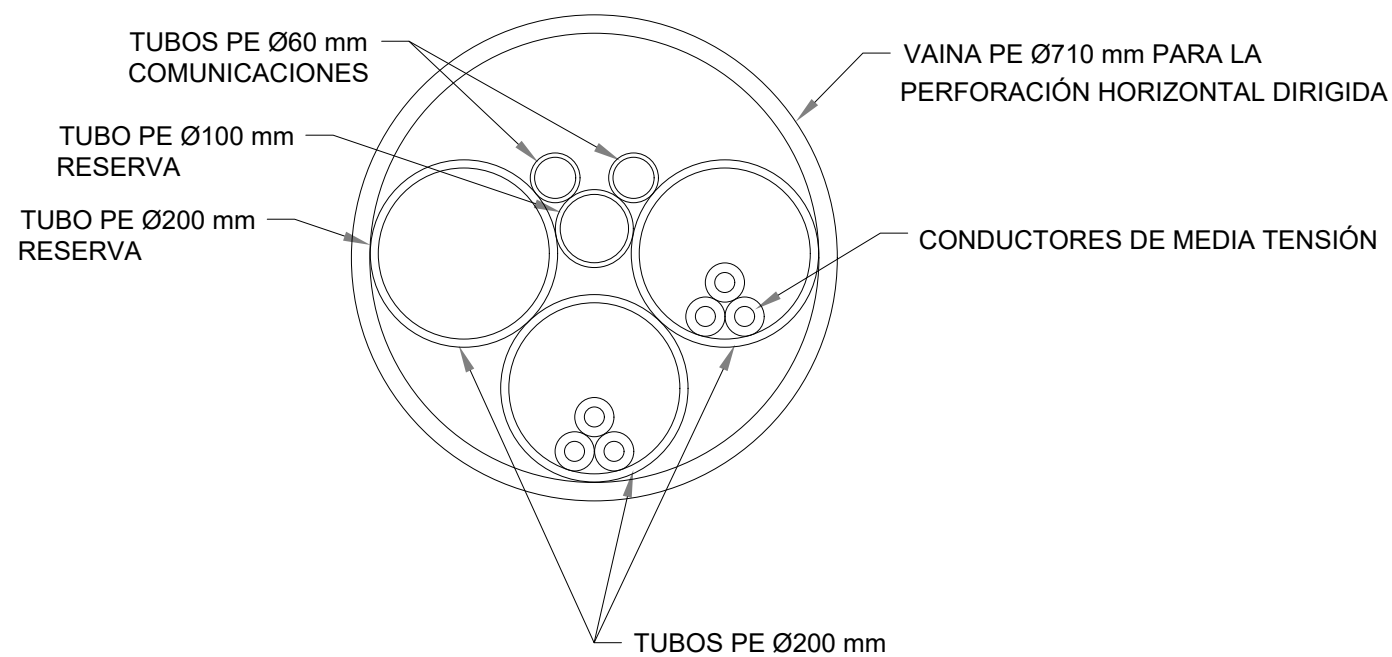
Firma Angel Lacleta Barrera



técnicos consultores



Dos perforaciones  
como la siguiente:



PROYECTO BÁSICO DE: AGRUPACIÓN ALMACENAMIENTO BESS MACRINA	
EMPLAZAMIENTO: CARRER SON MOLINES 5, 07007 T.M. DE PALMA, ILLES BALEARS	FECHA: ABRIL 2025
PROMOTOR: MACRINA SOLAR 21 S.L. CIF: B-10.653.897	NUM PLANO: 03
PLANO DE: DETALLE TOPO	ESCALA: S.E. A3
JAUME SUREDA BONNIN col:700 C.O.E.T.I.B. GONZALO GARCIA URIARTE col:879 C.O.E.I.B. ANGEL LACLETA BARRERA col:26827 C.E.T.I.B. C/ FRAY JUNIPER SERRA Nº3, 07570, ARTÀ	