



PROYECTO

**HIBRIDACIÓN
MEDIANTE
ALMACENAMIENTO
CON BATERIAS DC-DC
EN PLANTA SOLAR
EXISTENTE “LA
PIZARRA”
(TORREMOCHA)**

Octubre-2025

Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://revisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>





- **MEMORIA DESCRIPTIVA.**
- **MEMORIA DE CÁLCULO.**
- **MEDICIONES Y PRESUPUESTO.**
- **PLANOS.**
- **ESTUDIO ELECTROMAGNÉTICO.**
- **PROYECTO DE DESMANTELAMIENTO.**
- **PLIEGO DE CONDICIONES.**
- **ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

Cáceres, octubre de 2025.

El Ingeniero Técnico Industrial
D. Francisco del Amo Pino
Colegiado N° 946. Cáceres

Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://revisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>



CONTENIDO

DOCUMENTO 1: MEMORIA DESCRIPTIVA.	14
1.- ANTECEDENTES:	14
1.1. – Antecedente en la Tramitación administrativas Instalación solar Fotovoltaica de La Pizarra (Torremocha) con respecto al Almacenamiento.	15
1.2. – Promotor:	17
2.- OBJETO DEL PROYECTO.	18
3.- AUTOR DEL PROYECTO.	19
4.- NORMATIVA APLICABLE.	20
5.- SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.	22
5.1.- ACCESO AL SISTEMA DE ALAMCENAMIENTO.	23
6.-DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO.	25
6.1.- OCUPACIÓN.	25
6.2.- CONSTRUCCIÓN	25
6.3.- AFECCIONES.	26
6.4.- FICHA DEL PROYECTO.	28
6.5.- TABLA DE POTENCIAS.	28
6.6.- DESCRIPCIÓN GENERAL.	29
6.7.- LAYOUT DEL SISTEMA BESS.	32
7.- EQUIPOS PRINCIPALES.	33
7.1.- BATERÍAS (ENERGY STORAGE SYSTEM (BESS)).	33
7.1.1.- CELDAS.	33
7.1.2.- PACKS.	34
7.1.3.- RACK.	35
7.1.4.- CONTENEDOR BESS.	36
7.1.5.-SISTEMAS AUXILIARES:	40
7.1.5.1.-SISTEMA DE REFRIGERACIÓN:	42
7.1.5.2.-SISTEMA DE DETECCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS.	46
7.1.5.3.-SAI	50
7.1.6.-BMS (BATTERY MANAGEMENT SYSTEM).	51
7.1.7.- EMS (ENERGY MANAGEMENT SYSTEM).	54
7.1.7.1.- COMPONENTES GENERALES.	54
7.1.7.2.- COMPONENTES ESPECÍFICOS DEL COMBOX 4G.	55
7.2.- CONVERTIDORES DC/DC.	56
7.3.- INVERSORES FOTOVOLTAICOS.	58
7.4.- CENTRO DE SECCIONAMIENTO EN STR.	60



8.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA.	62
8.1.- INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN EN CORRIENTE CONTINUA.	62
8.1.1.- DIMENSIONAMIENTO BATERÍAS (ESS).	62
8.1.2.- CONDUCTOR BT CC.	64
8.1.3.- PROTECCIÓN BT CC.	65
8.2.- INSTALACIÓN DE BT PARA SERVICIOS AUXILIARES.	65
8.3.- INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.	67
8.4.- INSTALACIÓN DE MEDIA TENSIÓN.	67
9.- MONITORIZACIÓN.	68
9.1.- TOPOLOGÍA.	68
9.2.- INSTALACIÓN EN LOS CONTENEDORES.	68
9.3.-NIVEL DE LA SALA DE CONTROL DEL CENTRO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (EMS).	69
9.3.1.- SISTEMA SCADA (EMS).	70
10.- SEGURIDAD.	71
11.- OBRA CIVIL.	72
11.1.- PREPARACIÓN DEL TERRENO.	72
11.2.- ZANJAS.	73
11.2.1.- EXCAVACIÓN DE ZANJAS.	74
11.3.- ARQUETAS.	74
11.4.- VALLADO.	75
11.5.-CAMINOS.	75
11.6.- CIMENTACIONES	75
12.- SUBESTACIÓN Y EDIFICIO PARA O&M.	77
13.- LÍNEA DE EVACUACIÓN MT.	77
14.- RESUMEN DE PRESUPUESTO.	78
15.- ESTUDIO ELECTROMAGNÉTICO.	79
16.- CRONOGRAMA.	80
17.- CONCLUSIONES.	82
DOCUMENTO 2: MEMORIA DE CÁLCULO.	84
1.- CONDICIONANTES AMBIENTALES, FÍSICOS Y QUÍMICOS.	84
1.1.- MEDIO AMBIENTE Y GEOGRAFÍA.	84
1.2.-PRECIPITACIONES.	84
1.3.- CONDICIONANTES DEL SISTEMA ELÉCTRICO.	85
2.- NORMATIVA APLICABLE.	86
3.- CALCULO DEL CABLEADO BT.	86



3.1.- CABLEADO DE BAJA TENSIÓN DEL SISTEMA BESS.....	86
3.2.- CABLES DE INTERCONEXIÓN DE CC DE LAS UNIDADES DE ENERGÍA BESS A LOS CONVERTIDORES DC/DC.....	86
3.3.- CABLES DE ALIMENTACIÓN DE LOS SISTEMAS AUXILIARES.	87
3.4.- CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN.	88
3.5.- METODOLOGÍA DE CÁLCULO.....	89
3.6.- CÁLCULO POR DENSIDAD DE CORRIENTE.	90
3.7.- CÁLCULO POR CAÍDA DE TENSIÓN.	90
3.8.- SISTEMA DE PROTECCIONES.....	91
3.9.- PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES.....	91
3.10.- PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES.	92
3.11.-Resultados de Cálculo de las líneas de baja tensión. Caídas de tensión e intensidades admisibles.....	93
3.11.1.- Líneas eléctricas de baja tensión en corriente continua. Unión BESS, Convertidores DC/DC e inversores FV.....	93
3.11.2.- Líneas eléctricas de baja tensión de corriente alterna. Servicios auxiliares.	93
4.- CALCULO DE LA INSTALACIÓN DE MEDIA TENSIÓN.	94
4.1.- NORMATIVA APLICABLE	94
4.2.- CABLEADO DE MEDIA TENSIÓN.	94
4.3.- CALCULO DE LA CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO.	96
5.- PROTECCIONES.....	97
5.1.- PROTECCIÓN EN BAJA TENSIÓN.	97
5.1.1.- PROTECCIÓN DE LAS LÍNEAS DE CORRIENTE CONTINUA.	97
5.2.2.- PROTECCIÓN DE LAS LÍNEAS DE CORRIENTE ALTERNA.	97
6.- TUBOS RED ELÉCTRICA.	98
6.1.- CINTAS DE SEÑALIZACIÓN.	98
7.- CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE LA LÍNEA DE EVACUACIÓN.	99
DOCUMENTO 3: PRESUPUESTO	101
1.- Presupuesto del parque BESS.....	101
DOCUMENTO 4: PLANOS.....	108
1.- Planos	108
1.1.-Layout general.....	108
1.2.- Sección de zanjas CC	108
1.3.- Líneas BT CC BESS – Convertidor DC/DC – Inversore FV	108
1.4.- Líneas BT AC Centro seccionamiento a BESS.....	108
1.5.- Diagrama unifilar contenedor de baterías	108
DOCUMENTO 5: ESTUDIO ELECTROMAGNÉTICO.....	110



1. Objeto.....	110
2. Normativa de aplicación y bases de cálculo	111
3.- Campos electromagnéticos	112
3.1. Campo eléctrico	112
3.2.- Campo magnético	113
4. Método de cálculo.....	114
4.1. Campo magnético generado por conductores subterráneos.....	114
4.2. Campo magnético generado por el contenedor de baterías	115
4.3.- Comprobación de resultados obtenidos con los niveles de referencia.....	116
5.-Conclusiones	117
DOCUMENTO 6: PROYECTO DE DESMANTELAMIENTO.....	119
1.- Objeto.....	119
2.- Entidad Peticionaria	120
3.- Descripción Técnica de las Instalaciones	121
3.1. Configuración	121
3.1.1. Contenedores de Baterías BESS	121
3.1.2. Convertidores DC/DC	123
3.1.3. Sistema de Control	123
3.1.4. Sistema de Comunicaciones.....	123
3.1.5. Sistema de Puesta a Tierra	123
3.2. Características de la Construcción.....	124
3.2.1. Obras Civiles	124
4.-Obras de Desmantelamiento.....	126
4.1. Aparellaje Eléctrico, Convertidores y Equipos.....	126
4.2. Embarrados y conductores.....	126
4.3. BESS	126
4.4. Canalizaciones	127
5.-Medidas Correctoras y Restauración Paisajística	128
5.1. Contaminación Atmosférica	129
5.2. Contaminación Acústica	129
5.3. Suelo	130
5.4. Vegetación.....	130
5.5. Paisaje.....	131
5.6. Residuos de Demolición	131
6.-Estudio de Seguridad y Salud	132
7.- Normativa de Aplicación	133



8.-Presupuesto Desmantelamiento BESS La Pizarra I, Torremocha.....	135
DOCUMENTO 7: PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS	138
1.- objeto	138
2.-Condiciones técnicas del parque de baterías.....	139
2.1.- Ámbito de aplicación.....	139
2.2.- Obra civil.....	139
2.2.1.- Normativa de consulta	139
2.2.2.-Definiciones.....	140
2.2.3.-Trazado	142
2.2.4.-Explanada	143
2.2.5.-Selección del firme	144
2.3.-Materiales y acopios	144
2.3.1.-Suelos seleccionados.....	144
2.3.2.-Suelos adecuados.....	145
2.3.3.-Suelos tolerables	145
2.3.4.-Zahorra artificial	146
2.3.5.- Hormigón.....	147
2.3.6.-Cementos	148
2.3.7.- Agua.....	148
2.3.8.- Áridos	148
2.3.9.- Aditivos.....	149
2.3.10.- Arenas.....	150
2.3.11.-Cementos	150
2.3.12.-Morteros	150
2.3.13.- Gravas.....	151
2.3.14.- Elementos de hormigón prefabricado.....	151
2.3.15.-Equipos y maquinaria	152
2.3.16.-Homologaciones y presentaciones.....	154
2.4.-Ejecución	155
2.4.1.-Responsabilidades.....	155
2.4.2.- Procedimiento de ejecución.....	157
2.5.-Rendimientos	167
2.7.-Control de calidad	167
2.7.1.- Desbroce.....	167
2.7.2.- Excavación y relleno de zanjas	168
2.7.3.- Explanada	168



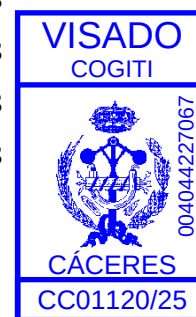
Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://revisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>



2.7.4.- Tolerancias.....	169
2.8.-Criterios de aceptación y rechazo	169
2.8.1.- Generalidades	169
2.8.2.- Hormigones	170
2.8.3.- Aceros y armaduras	170
2.8.4.- Excavaciones.....	170
2.8.5.- Excavación y relleno de zanjas	170
2.8.6.- Explanada	171
2.8.7.- Secciones del firme	171
2.9.- Identificación y Evaluación de Riesgos	171
2.10.-Control Ambiental	172
2.11.- Documentación del producto.....	173
2.11.1.- Programas de Puntos de inspección	173
2.12.- Canalizaciones de BT	174
2.12.1.- Objeto y alcance	174
2.12.2.- Normativa de consulta	174
2.12.3.- Definiciones	174
2.13.-Productos	175
2.13.1.- Zanjas para canalización de Red de Distribución de Baja Tensión	175
2.13.2.- Zanjas para canalización de circuitos de comunicación	176
2.13.3.- Zanjas para canalización de circuitos de comunicación y servicios auxiliares	177
2.13.4.- Cables en bandejas o directamente sujetos a la pared	178
2.13.5.- Arquetas	178
2.14.- Materiales y equipos	179
2.14.1.-Tubos en canalizaciones enterradas.....	179
2.14.2.- Arena lavada	180
2.14.3.- Homologaciones y Presentaciones.....	180
2.15.- Ejecución	181
2.15.1.- Responsabilidades	181
2.15.2.-Procedimiento de ejecución.....	182
2.16.- Anexos	193
2.16.1.- Documentación de producto. Ensayos.....	193
2.16.2.-Programas de Puntos de Inspección	194
2.17.-Conductores	194
2.17.1.-Objeto y alcance	194
2.17.2.-Normativa de consulta	195



2.17.3.- Definiciones	196
2.18.-Productos	197
2.18.1.- Criterios de diseño	197
2.18.2.- Etiquetado del cableado.....	197
2.18.3.- Materiales y equipos	198
2.18.4.- Homologaciones y presentaciones.....	200
2.19.-Ejecución	204
2.19.1.- Responsabilidades	204
2.20.- Control de calidad	205
2.20.1.- Identificación y evaluación de riesgos.....	207
2.20.2.- Control Ambiental	209
2.21.- Anexos	210
2.21.1.-Documentación de Producto	210
2.21.2.-Criterio de no aceptación.....	210
2.21.2.-Programas de puntos de inspección.	211
2.22.-Protecciones.....	212
2.22.1.- Objeto y alcance.....	212
2.22.2.- Normativa de consulta	212
2.22.3.- Definiciones	213
2.23.- Productos	218
2.32.1.- Criterios de diseño	218
2.23.2.- Materiales y equipos	221
2.23.4.-Homologaciones y presentaciones.....	227
2.24.- Ejecución	228
2.24.1.-Responsabilidades.....	228
2.23.2.-Control de calidad	229
2.23.3.-Identificación y evaluación de riesgos.....	232
2.23.4.- Control Ambiental	234
2.25.- Anexo.....	234
2.25.1.-Documentación de producto	234
2.25.2.-Criterio de no aceptación.....	235
2.25.3.- Programas de puntos de inspección	235
DOCUMENTO 8: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	238
1.- Objeto.....	238
1.1.- Alcance	238
1.2.- Documentos	238



2.- Datos generales de la obra BESS	239
2.1.- Descripción de los trabajos	239
2.2.- Actividades principales.....	239
2.3.- Situación y climatología.....	239
2.4.- Características del entorno de trabajo	240
2.5.- Plazo de ejecución	240
2.6.- Personal previsto	240
2.7.- Oficios.....	240
3.- Datos generales de la línea de evacuación.....	241
4.- Memoria de seguridad	242
4.1.-Control de la prevención	242
4.1.1.-Formación de personal.....	242
4.1.2.-Charla de Seguridad y Primeros Auxilios para personal de Ingreso en Obra	242
4.1.3.-Charlas sobre Riesgos específicos	242
4.1.4.-Medicina asistencial	243
4.1.5.-El Control médico de los empleados.....	243
4.1.6.-La organización de medios de actuación rápida y primeros auxilios a accidentados.	243
4.1.7.-Control de la prevención	243
4.2.-Instalaciones en obra	244
4.3.-Aplicación de la prevención en la obra	244
4.3.1.-Equipos de protección personal.....	244
4.3.2.-Equipos de protección colectiva.....	245
4.4.-Descargos	245
4.5.-Medidas básicas de prevención en los trabajos no eléctricos	246
4.6.-Zanjas	246
4.7.-Trabajos en escaleras y andamios	247
4.8.-Señalizaciones	248
4.9.-Útiles y herramientas	248
4.10.-Medidas básicas de prevención en los trabajos no eléctricos	250
4.10.1.-Trasporte y acopio de materiales	250
4.10.2.-Trabajos en zanjas	251
4.10.3.-Trabajos de encofrado y desencofrado	251
4.10.4.-Trabajos en escaleras y andamios	251
4.11.-Medidas básicas de prevención en los trabajos eléctricos	252
4.12.-Trabajos en proximidad de tensión	253



4.13.-Trabajos en tensión	253
4.14.-En maniobras locales con interruptores o seccionadores.....	254
4.15.-Evaluación de riesgos	254
4.15.1.-Identificación de Riesgos.....	255
4.15.2.-Prevención y protección frente al riesgo.....	256
4.16.-Máquinas y equipos	272
4.16.1.-Camión grúa	272
4.16.2.-Camión	274
4.16.3.-Máquinas de movimiento de tierras	274
4.16.4.-Medios Auxiliares. Herramientas de mano y eléctricas	276
4.17.-Actuaciones de emergencia	280
4.17.1.-En caso de evacuación	280
4.17.2.-En caso de accidente	281
4.17.3.-Frente al riesgo eléctrico	282
4.18.-Libro de incidencias.....	284
5.-Pliego de condiciones de S&S.....	285
5.1.-Objeto.....	285
5.2.-Disposiciones leales reglamentarias	285
5.3.-Condiciones generales.....	286
5.4.-Obligaciones en materia de seguridad y salud.....	286
5.5.-Seguros	288
5.5.1.-Seguro de responsabilidad civil y todo riesgo de construcción y montaje	288
5.6.-Disposiciones facultativas	288
5.6.1.-Coordinador de S&S	288
5.6.2.-Obligaciones en relación con la seguridad	288
5.6.3.-Estudio y Estudio Básico	289
5.6.4.-Información y formación	289
5.6.5.-Accidente laboral.....	290
5.6.6.-Aprobación de certificaciones	291
5.6.7.-Precios contradictorios.....	291
5.6.8.-Libro de incidencias.....	292
5.6.9.-Libro de órdenes	292
5.9.10.-Paralización de trabajos	292
5.7.-Disposiciones técnicas.....	293
5.7.1.-Servicios de Higiene y Bienestar	293
5.7.2.-Equipos de protección individual	293



5.7.3.-Equipos de protección colectiva.....	295
5.7.4.-Señalización de riesgos en el trabajo	296
5.7.5.-Útiles y herramientas portátiles.....	297
5.8.-Disposiciones económicas administrativas	300
5.8.1.-Condiciones para obras	300
6.-Presupuesto Seguridad y Salud	301
6.1-Parque de baterías	301
7.-PLANOS DE SEGURIDAD Y SALUD.....	304



Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://revisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>





HIBRIDACIÓN MEDIANTE ALMACENAMIENTO CON BATERIAS DC-DC EN PLANTA SOLAR EXISTENTE “LA PIZARRA” (TORREMOCHA)

DOC. N°1: MEMORIA DESCRIPTIVA

Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://revisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>



DOCUMENTO 1: MEMORIA DESCRIPTIVA.



El presente **Proyecto Técnico Administrativo del almacenamiento energético (BESS) con baterías, de 7,2 MW de potencia y 15.048 MWh de capacidad, hibridado DC-DC con planta solar fotovoltaica existente LA PIZARRA, TORREMOCHA**", ubicada en las parcelas, 25,26,27,28 y 32 del polígono 507 del municipio de Torremocha (Cáceres).

1.- ANTECEDENTES:

El almacenamiento energético —en particular los sistemas de baterías— es un habilitador clave de la transición ecológica porque permite integrar más renovables no gestionables, reduce las emisiones de CO₂ al desplazar generación fósil en las horas punta y, además, suaviza el precio medio y su volatilidad en el mercado mayorista mediante el recorte de picos y el "relleno" de valles. Por todo ello, avanzar en la Transición Ecológica exige ampliar de forma decidida la potencia y la capacidad de almacenamiento en el sistema eléctrico.

En plantas híbridas con acoplamiento en corriente continua (arquitecturas DC-DC con bus común), el almacenamiento aporta mucho más valor que el simple arbitraje de precios:

- Menos pérdidas y mayor eficiencia efectiva: al cargar la batería directamente desde el bus de continua se evita la doble conversión a alterna y de vuelta a continua. Resultado: más kilovatios-hora útiles por cada kilovatio-hora generado y menor calor disipado.
- Recuperación de recortes ("clipping") y reducción de vertidos: cuando el campo FV supera la potencia nominal del inversor o existe un límite de exportación en el punto de conexión, el excedente puede desviarse a la batería sin aumentar la potencia inyectada a red. Se aprovecha energía que de otro modo se perdería.
- Cumplimiento de límites en el punto de conexión sin sobredimensionar la interconexión: el BESS absorbe picos de producción y entrega después dentro del mismo límite de potencia, aumentando el factor de utilización de la planta sin solicitar más capacidad de conexión.



- Suavizado de rampas y “perfilado” de la entrega: la batería en DC aplanar transitorios de nubes/ráfagas y entregar perfiles programables (firming), facilitando el cumplimiento de requisitos del operador del sistema sobre gradientes de potencia y previsibilidad.
- Capacidad de respuesta muy rápida: al estar “pegado” al bus de continua y compartir electrónica de potencia con el inversor de planta, el sistema puede dar servicios de control de frecuencia de respuesta rápida y, con control formador de red, aportar inercia sintética y soporte de tensión en redes débiles.
- Sinergias de CAPEX/OPEX: se comparten transformador, celdas de media tensión, obra civil, comunicaciones y control. Esto reduce equipos redundantes frente a esquemas en alterna y simplifica operación y mantenimiento.
- Mayor flexibilidad de diseño: los convertidores DC-DC por rack o por contenedor permiten adaptar tensiones, limitar corrientes, gestionar C-rates y escalar modularmente sin reconfigurar la parte en alterna.
- Mejor integración normativa: al reducir vertidos y suavizar rampas, ayuda a cumplir códigos de red más exigentes para plantas renovables (limitaciones de rampa, control de potencia activa/reactiva, huecos de tensión), disminuyendo sanciones o restricciones operativas.

En síntesis, el acoplamiento en continua convierte a la batería en un gestor integral del recurso renovable: maximiza la captación útil, minimiza pérdidas y vertidos, estabiliza la entrega y libera margen operativo en el punto de conexión. El valor del almacenamiento en DC-DC, por tanto, no se limita al arbitraje, sino que se extiende a la calidad de suministro, la conformidad con el operador del sistema y la mejora del rendimiento técnico-económico de la planta híbrida.

1.1.– Antecedente en la Tramitación administrativa Instalación solar Fotovoltaica de La Pizarra (Torremocha) con respecto al Almacenamiento.

Este apartado tiene por objeto demostrar que desde las primeras tramitaciones que se solicitaron para la planta fotovoltaica “La Pizarra. Torremocha” ya se mencionaba que se incorporaría en un futuro un sistema de baterías desde su tramitación inicial y de hecho se dejó preparada la obra civil de la Losa de Hormigón al lado de cada Inversor para realizar de manera mas simple la integración del almacenamiento

Si que es cierto que en esa primera documentación (año 2019-2020) la instalación del almacenamiento con batería hacía mención a un sistema de almacenamiento de capacidad



de 250 kWh (es lo que había en esos momentos) y ahora son de 5000 kWh, **pero el contenedor es el mismo (20 pies), por lo que los volúmenes del sistema de almacenamiento tanto para la declaración de impacto ambiental como para la calificación rústica ya estaban contemplados en la tramitación de la planta solar**

Se ordenan cronológicamente los hitos clave —AAP (solicitud y otorgamiento), información pública, DIA y Calificación Rústica

1. Inicio del expediente y proyecto presentado (16/10/2019).

Con fecha 16/10/2019 se registra la solicitud de AAP de la instalación “La Pizarra. Torremocha”, acompañando proyecto de construcción y estudio de impacto ambiental. Así consta en los Antecedentes de Hecho de la Resolución de AAP.

2. Declaración de Impacto Ambiental favorable (10/08/2020; DOE 16/08/2020).

La DIA es favorable el 10/08/2020 (publicada en DOE n.º 161, 16/08/2020). La documentación técnica presentada por el promotor señala expresamente que la instalación “dispondrá de un sistema de baterías que conectará con el transformador para el intercambio de energía con la subestación”, dejando constancia ambiental y funcional del almacenamiento.

3. Calificación Rústica favorable con espacio para baterías (14/10/2020).

La planta obtiene Calificación Rústica favorable (Expte. 20/135/CC, 14/10/2020) para las parcelas del polígono 507. En la propia documentación se hace mención expresa a un espacio reservado para “MÓDULOS BATERÍAS”, lo que justifica la compatibilidad urbanística sin necesidad de nueva tramitación, pues el BESS se ubica dentro de la poligonal del proyecto original.

4. Autorización Administrativa Previa otorgada con BESS (26/10/2020).

La AAP (26/10/2020, Expte. GE-M/60/19) otorga la instalación y describe un “sistema de baterías compuesto por 4 estaciones de 250 kW cada uno” dentro de las características principales del proyecto, junto con la subestación 20/45 kV y la línea de evacuación. Esta mención acredita inequívocamente que el almacenamiento formaba parte del alcance autorizado en su momento.

5. Arquitectura y ubicación del BESS (alcance técnico urbanístico).

La documentación urbanística y técnica ubica los contenedores de baterías dentro de la poligonal del parque y equipara superficies y volúmenes a lo ya autorizado en Calificación Rústica (tres contenedores de 20 pies; 60 m² totales; altura ≤ 2,5 m), reforzando que no se altera el marco urbanístico.



6. Compatibilidad urbanística consolidada.

Se ratifica que, conforme a la Ley 11/2018 (LOTUS) y a la Calificación Rústica 20/135/CC, el uso renovable y los módulos de baterías resultan compatibles en suelo rústico, sin necesidad de nueva licencia de uso al mantenerse dentro de la poligonal y en parámetros ya contemplados.

7. Hibridación DC-DC y continuidad tecnológica (21/07/2025).

En la Solicitud de Exenciones y Tramitación directa de AAC (21/07/2025), el promotor precisa la hibridación en continua (DC-DC) de 3 contenedores LFP con capacidad total 15 MWh, conectados a cada inversor mediante convertidores DC-DC, compartiendo los mismos inversores de la planta

1.2. – Promotor:

El promotor del presente proyecto es la entidad **OESTE SOLAR S.L.** con domicilio en Avda Virgen de Guadalupe 33, 3ª Planta y con NIF número: **B10497899**.

OESTE SOLAR S.L. está especializada en el desarrollo de proyectos de energías renovables y sus posteriores desarrollos y cuenta en con una importante cartera en desarrollo y estudio por España. Teniendo como objetivo llevar a cabo la generación, acumulación y transporte de dicha electricidad de origen renovable hasta su conexión con la red de distribución o transporte.

Actúa en su representación **D. Carlos Alonso Simón, con DNI 28950951T**.

Datos de Contacto:

- Nombre: Carlos Alonso Simón
- Direccion: Avda. Virgen de Guadalupe 33, 3ª Planta. 10001-Cáceres
- Móvil: 607454853
- Mail: calonso@eosa.es



Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ74PH1 verificable en <http://revisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>





2.- OBJETO DEL PROYECTO.

El objeto de este proyecto es el de especificar las condiciones técnicas de ejecución del parque de almacenamiento con baterías Ion-Litio (LFP) que se realizará en el término municipal de Torremocha y se conectará en DC-DC a los inversores fotovoltaicos existentes mediante convertidores DC-DC.

La potencia de la instalación solar permanece invariable, puesto que son los inversores solares los que controlaran el almacenamiento, siendo la potencia de cada inversor solar de 3300 KVA, habiendo 3 inversores en la planta solar.

El parque de baterías cuenta con la siguiente capacidad de acceso concedida:

Denominación	Potencia a instalar en DC-DC (MW)	Capacidad de almacenamiento (MWh)
BESS La Pizarra , Torremocha	7,2	15,084

Tabla 1: Capacidad de acceso

El presente documento servirá de base para **obtener**, por parte de la Consejería de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Sostenible, la **Autorización Administrativa Previa, Autorización Administrativa de Construcción y la Declaración Favorable de impacto ambiental. (DIA)**

- Real Decreto 647/2020: Regula aspectos necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión de determinadas instalaciones eléctricas.
- Reglamento (UE) 2016/631: Establece un código de red sobre requisitos de conexión de generadores a la red.
- Reglamento (UE) 2016/1388: Define los requisitos de conexión de la demanda.
- Reglamento (UE) 2016/1447: Establece los requisitos de conexión a la red de sistemas de alta tensión en corriente continua y módulos de parque eléctrico conectados en corriente continua.

Estas normativas establecen los requisitos técnicos y administrativos necesarios para garantizar que las instalaciones de acumulación puedan conectarse de manera segura y eficiente a la red eléctrica. Además, es importante cumplir con los procedimientos de solicitud de permisos de acceso y conexión ante el operador de la red correspondiente, como Red Eléctrica de España (REE)



3.- AUTOR DEL PROYECTO.



El Autor del Proyecto es:

D. Francisco del Amo Pino, Ingeniero Técnico Industrial, con número de colegiado 946, del Colegio de Ingenieros Técnicos Industriales y Peritos de Cáceres.

DNI:28967735V

Dirección a efectos de notificaciones: Avenida Virgen de Guadalupe, 33 1ªPlanta, 10001 Cáceres.

Teléfono: 927225704

Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://revisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>



4.- NORMATIVA APLICABLE.



Para la elaboración del presente proyecto se ha tenido en cuenta la siguiente normativa:

- R.D. 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- R.D. 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.
- R.D. 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de energía eléctrica en régimen especial.
- R.D. 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- R.D. 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.
- Resolución de 23 de febrero de 2005, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se establecen normas complementarias para la conexión de determinadas instalaciones generadoras de energía eléctrica en régimen especial y agrupaciones de las mismas a las redes de distribución en baja tensión.
- R.D. 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía Eléctrica.
- Normas UNE y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Condiciones y Ordenanzas Municipales impuestas por las entidades públicas afectadas.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el 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 de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud
- Ley 24/2013 de 27 de diciembre del Sector Eléctrico.
- Ley 7/2007, de 9 de julio de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.



- R.D. 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 Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía, aprobado por R.D. de 12 de marzo de 1.954 con las correspondientes modificaciones hasta la fecha

- R.D. 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 IIC LAT 01 a 09.

Real Decreto 1183/2020: Regula el acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.

Real Decreto 244/2019: Establece las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.

Ley 7/2021, de 20 de mayo: Ley de cambio climático y transición energética, que incluye objetivos y medidas para fomentar el almacenamiento de energía.

- UN 3480 (batería de iones de litio)

Real Decreto 244/2019: Regula las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.

IEC 62619:2022: Acumuladores con electrolitos alcalinos u otros electrolitos no ácidos. Requisitos de seguridad para acumuladores y elementos de litio para uso en aplicaciones industriales.

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 63056:2020: Sistemas de almacenamiento de energía eléctrica.

- Reglamento (UE) 2023/1542 del parlamento europeo y del consejo de 12 de julio de 2023 relativo a las pilas y baterías y sus residuos y por el que se modifican la Directiva 2008/98/CE y el Reglamento (UE) 2019/1020 y se deroga la Directiva 2006/66/CE

Estrategia Nacional de Almacenamiento Energético: Aprobada en 2021, establece objetivos de almacenamiento de 20 GW para 2030 y 30 GW para 2050

- Ley de ordenación de la Edificación.

- Normas Básicas de la Edificación.

- Instrucción del Hormigón estructural EHE.

- Normas Tecnológicas de la Edificación que sean de aplicación.

- Normas relativas a la Seguridad y Salud en el Trabajo, Construcción y Protección contra incendios en las instalaciones eléctricas de Alta y Baja Tensión.

- Normas CEI que sean de aplicación.

- Ley de Prevención de riesgos Laborales.



Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ74PH1 verificable en <http://evizado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>



5.- SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.



El parque de almacenamiento mediante baterías se proyecta en el interior de las parcelas que actualmente ya ocupa la planta solar, la cual pertenece al termino municipal de Torremocha.

Polígono	Parcela	Referencia catastral	Área (m ²)	Término municipal
507	32	10196A50700032	121.235	Torremocha
507	28	10196A50700028	53.816	Torremocha
507	27	10196A50700027	32.466	Torremocha
507	26	10196A50700026	20.895	Torremocha
507	25	10196A50700025	76.009	Torremocha

Tabla 2: Referencia catastral

A continuación, se pueden ver las parcelas donde se encuentra la instalación solar fotovoltaica y donde se incluirá el sistema de almacenamiento de energía

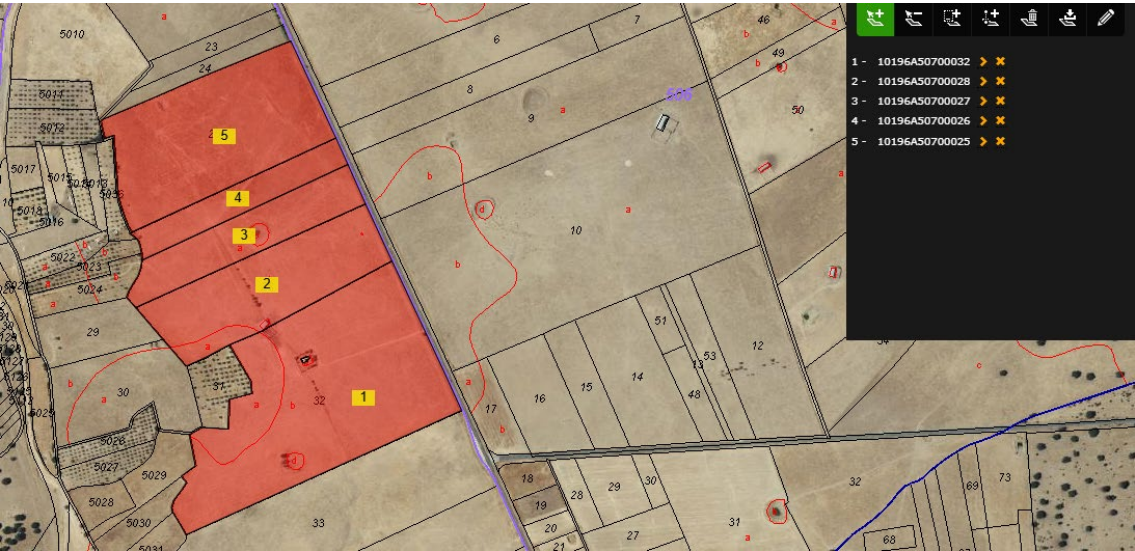


Ilustración 1: Parcelas donde se encuentra la instalación solar fotovoltaica



Ilustración 2: Situación de BESS dentro de PSFV La Pizarra , Torremocha

5.1.- ACCESO AL SISTEMA DE ALAMCENAMIENTO.

El acceso se realizará del siguiente modo:

- Partimos de la autopista A5. Autopista de Madrid a Extremadura
- Tomamos la salida 248 hacia la autovía A58 (Autovía Extremeña)
- Tomamos la salida 21 hacia la carretera CC-27.1
- A la altura de Plasenzuela girar a la derecha para coger la carrera CC-127
- A la altura de Botija, coger la carretera CC-93
- Antes de entrar en Torremocha girar a la izquierda hacia EX206 hasta llegar a la instalación solar La Pizarra I, Torremocha.



Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://revisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>





Ilustración 3: Desvío hacia la instalación solar fotovoltaica de La Pizarra I, Torremocha

En el siguiente plano se puede ver cómo se accede a la instalación solar fotovoltaica de La Pizarra I, Torremocha donde se ubicará el sistema de baterías.

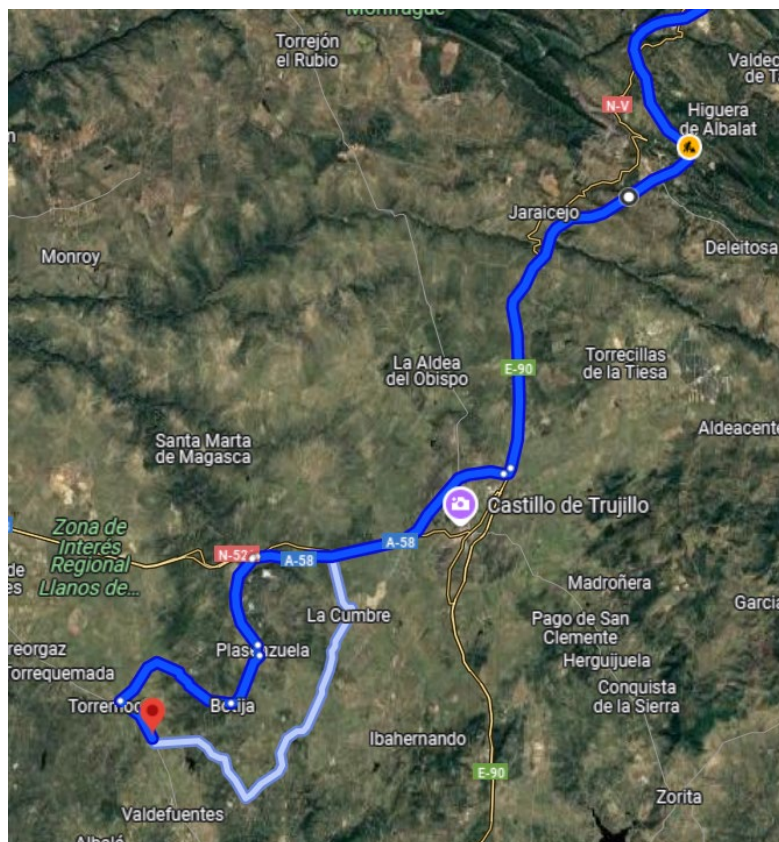


Ilustración 4: Caminos y carreteras hasta la BESS La Pizarra I, Torremocha





6.-DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO.

6.1.- OCUPACIÓN.

Se diferencian los siguientes valores de superficies:

- Superficie Catastral: Valor total de la parcela catastral donde se ejecuta el sistema de almacenamiento, que al estar integrado en la planta solar,
- Superficie de Vallado: Área que comprende el interior del vallado a construir. Se contempla dentro el parque de baterías, edificios, caminos y distancias entre dispositivos del parque.
- Superficie Construida: Determinada los edificios y contenedores en el interior del parque
- Superficie de Ocupación: área de contenedores, inversores y edificios.

6.2.- CONSTRUCCIÓN

Para la superficie a construir se tienen en cuenta los siguientes valores:

- Contenedores de Baterías:

Serán necesarios 3 contenedores de 20 pies de 2.5 metros de ancho y 7 metros de largo:

$$3*2.5*7=52.5 \text{ m}^2$$

- Convertidores DC/DC:

Serán necesarios 6 convertidores:

$$6*1*1.2 = 7,2 \text{ m}^2$$

- Inversores:

La conexión se realizar en DC, por lo que los convertidores DC/DC conectan las baterías con los inversores de la instalación solar fotovoltaica existentes. Por lo tanto, los inversores ya están instalados y no suponen una superficie extra.

- Edificio de protección y control:

El edificio de control y el edificio de protección de celdas de media tensión, control de las comunicaciones, CCTV, almacén para las piezas de repuesto y zona de trabajo para laboras de mantenimiento **ya existe** para la instalación fotovoltaica, por lo que no supone no será necesario construirlo.

En total, la superficie construida será de **59.7 m²**



6.3.- AFECCIONES.



La hibridación de la planta fotovoltaica La Pizarra-Torremocha con un sistema de almacenamiento electroquímico LFP en **arquitectura DC-DC —7,2 MW de potencia y 3 contenedores de 20 pies de 5 MWh cada uno (15 MWh totales)—** no introduce afecciones ambientales adicionales significativas respecto al proyecto ya evaluado y autorizado. **El BESS se ubica dentro de la poligonal existente, sobre soleras existentes y sin ampliación de superficies ni nuevas servidumbres.**

- Al acoplarse en continua (DC-DC) aguas abajo de los inversores, el sistema:
 - No modifica la subestación ni la línea de evacuación existente.
 - No incrementa la potencia de cortocircuito en AT ni requiere nuevos apoyos o cruces.
 - No demanda caudales de agua de proceso (el HVAC de contenedores es de expansión directa; cero consumos en operación normal).
- Contexto del proyecto original.
 - Ubicación y superficie: Polígono 507, parcelas 25, 26, 27, 28 y 32; ≈24 ha ocupadas.
 - Evacuación: en la evaluación original, con trazado optimizado para minimizar afecciones.
 - Conclusión ambiental previa: No se identificaron efectos significativos que exigieran evaluación ordinaria; se impusieron condiciones y medidas correctoras sobre ocupación de suelo, biodiversidad e integración paisajística.
- Análisis de afecciones específicas de la hibridación

Agua y suelo

- Sin captaciones ni vertidos: la operación del BESS no requiere agua; mantenimiento limitado a limpieza y revisiones.
- Impermeabilización y contención: contenedores sobre losas impermeables con pendientes y canaletas a red de pluviales; cubetos/bandejas de retención en equipos con fluidos (aceites dieléctricos de BT/MT si aplica).
- Erosión y drenaje: sin nuevos viales ni explanaciones relevantes; el drenaje existente absorbe la aportación de cubiertas y soleras sin alterar escorrentías naturales.

Acceso y Conexión:

- Sin nuevas LAT/SET ni ampliación de derechos de paso: la potencia exportada en barras de 45 kV no aumenta por la hibridación DC-DC; el BESS realiza desplazamiento temporal de energía y suavizado de rampas.



- Compatibilidad electromagnética: equipos en contenedor con blindajes y cumplimiento de EMC industrial; sin variaciones en zanja/galerías externas.



Biodiversidad y hábitats

- Cero incrementos de huella: ubicación intrapoligonal, sobre zonas ya antropizadas; no hay desbroces adicionales ni tala.
- Fauna: las unidades HVAC generan ruido continuo de baja intensidad; se sitúan alejadas de lindes sensibles y con horarios de obra restringidos para evitar molestias.
- Iluminación: balizamiento apantallado, temperatura <3.000 K y curfew nocturno; evita atracción de fauna y dispersión lumínica.

Paisaje

- Volumetría reducida: contenedores 20 ft (altura $\leq$ ~2,6 m), cromática mate y apantallamientos con cerramiento existente; efecto inferior al de mesas FV.
- Visibilidad: permanece local y de baja intrusión al mantenerse en el interior del recinto.

Ruido y calidad del aire

- Fase de obra: actuación puntual (descarga y anclaje de 3 contenedores, tendidos DC internos); emisiones difusas (polvo) controladas con riegos si fuese necesario.
- Fase de operación: HVAC de contenedores con NPS bajo y perfil estable; no se prevén superaciones de los límites municipales/regionales en lindes.

Residuos y sustancias

- Operación: residuos no peligrosos (embalajes, absorbentes) mínimos; peligrosos esporádicos (filtros, trapos con aceites) con gestor autorizado.
- Baterías LFP: química fósforo-hierro (menor reactividad térmica que NMC/NCA); BMS con monitorización celda-a-celda, equilibrado, cortes por OV/UV, sobre-T y cortocircuito.
- Fin de vida: cumplimiento del marco de pilas y acumuladores (pasaporte de batería, trazabilidad y reciclado/valorización con gestor autorizado) y plan de sustitución/retirada.

Seguridad y prevención de incendios

- Detección y supresión: detector multigás/particulado (aerosoles/AFD según fabricante), sistemas clean-agent o aerosoles condensados en contenedor, ventilación forzada, cortes DC/AC y zonificación.
- Emergencias: integración con PAU del parque, accesos para bomberos, señalización y formación O&M; exclusión de vegetación alrededor de contenedores (faja de seguridad).

Tráfico y logística



- Cargas puntuales: 3-4 trailers en entrega; sin incremento de tráfico operativo; utilización de accesos existentes y ventanas horarias para minimizar molestias.



La hibridación no altera los parámetros clave ya evaluados: no hay nueva ocupación, no se modifican la SET ni la LAT de 45 kV, no se generan captaciones/vertidos y las afecciones a biodiversidad y paisaje se mantienen dentro de los márgenes del proyecto base.

6.4.- FICHA DEL PROYECTO.

EQUIPOS PROYECTADOS			
BATERÍAS		PCS	
COMPañÍA	ENDURANCE	COMPañÍA	Power Electronics
CELDA	LF 314K (3,2 v 314 Ah)	MODELO	DC/DC
PACKS	166,4V/314Ah	POTENCIA NOMINAL (50#)	1,2 MW
RACKS	1331,2V/314Ah	RANGO DE TENSIONES DE ENTRADA	700v-1500v
CONTENEDOR	ESS-13312/3140 Ah	RANGO DE TENSIONES DE SALIDA	700v-1500v
ENERGÍA NOMINAL	5,016 Mwh	VENTILACIÓN	Por aire forzado
DISEÑO	<0,5C hasta 2h	PROTECCIÓN	Exterior IP54
CONFIGURACIÓN			
CANTIDAD	3 Unidades	CANTIDAD	6 unidades
CONEXIÓN	2 con contenedores para 3 PCS	CONEXIÓN	2 convertidores por cada BESS

Tabla 4: Ficha del proyecto

6.5.- TABLA DE POTENCIAS.

La configuración del parque de baterías queda de la siguiente forma:

BLOQUE	POTENCIA PCS (Kw)	ENERGÍA CONTENEDOR BESS (Kw/h)	DISEÑO	POTENCIA CARGA/DESCARGA POR CONTENEDOR (Kw)	Nº CONTENEDORES / PCS	ENERGÍA TOTAL (Kw/h)
PCS 1	2400	5016	0,5 C / 2,1 horas	5016	1	5016
PCS 2	2400	5016	0,5 C / 2,1 horas	5016	1	5016
PCS 3	2400	5016	0,5 C / 2,1 horas	5016	1	5016
TOTALES	7200	15048		15048	3	15048

Tabla 5: Tabla de potencias del parque de baterías

La instalación se compone de 3 contenedores. Cada contenedor de baterías de 5016 KWh estará conectado a 2 convertidores de DC/DC de 1.2 MW, que su vez van conectados a cada uno de los 3 inversores fotovoltaicos de 3.3 MW, de la marca Power Electronics.

Los convertidores DC/DC se conectan a la parte de corriente continua de los inversores fotovoltaicos. El convertidor será el FD1200 de Power Electronics para garantizar la compatibilidad entre convertidor e inversor.

El cada inversor puede conectarse con 2 convertidores DC/DC por cada lado, pero a su vez cada lado está limitado a 1.2 MW. Por lo tanto, para este proyecto conectaremos un convertidor DC/DC a cada lado de los 3 inversores fotovoltaicos.

6.6.- DESCRIPCIÓN GENERAL.



La planta BESS La Pizarra I, Torremocha, consistirá en la construcción, instalación, operación y mantenimiento de un parque de baterías contenerizadas de tecnología ion-litio.

El parque contará con una potencia total de 7200 kW, resultado de la suma de la potencia nominal de los convertidores DC/DC.

La conjuración del sistema BESS es el siguiente:

- Número de PCS (1200 kw): 6 unidades
- Potencia total instalada en convertidores DC/DC: 7200 kw
- Número de contenedores de baterías (5.016 kw): 3 unidades
- Nº de Convertidores DC/DC por contenedor: 2 unidades
- Capacidad total del BESS: 15.048 kwh

El punto de conexión se tiene concedido en el nuevo apoyo número 6378,32N de la línea AT 45KV "Torremocha Torre de Santa Maria" propiedad de Eléctricas Pitarch distribución S.L.U.

El parque de baterías BESS La Pizarra I, Torremocha, está compuesto principalmente de celdas de litio LFP que se conectan en serie y en paralelo para conseguir la tensión y la intensidad adecuadas hasta la realizar la conexión en los convertidores DC/DC.

Concretamente, la configuración es la siguiente; partimos de una **celda** de Ion-Litio de 3.2 voltios y una intensidad de 314 Ah, por lo tanto, tendrá una capacidad de 1.004,8 Wh. Esta celda se conectará en serie con 52 celdas formando un **pack**, que tendrá 166.4 V y 314 Ah, por lo que en total tendrá una capacidad de 52,25 KW. A su vez, cada pack se conectará en serie con 8 packs formando un **rack**, que tendrán 1331,2 V y 314 Ah, por lo que en total tendrá una capacidad de 418 KW. Finalmente, se conectan en paralelo 12 racks, teniendo finalmente un contenedor **BESS** con una tensión de 1331,2 V y una intensidad de 3140 A, a 0.5C, con una capacidad total de 5.016 KW.



Ilustración 6: Esquema de conexión de las baterías



Como se ha comentado anteriormente, según las especificaciones del fabricante las baterías podrían funcionar hasta una configuración 0.5 C, lo que significa que necesitan como mínimo 2 horas para cargar y descargarse las baterías. Se diseña el sistema para poder cargar y descargar las baterías completamente en 2.1 horas porque se considera que con ese periodo de tiempo se puede aprovechar completamente los periodos intradiarios en los que el precio de la energía está más alto y bajo y apoyo a mercados de ajustes.

Teniendo en cuenta esta premisa cada contenedor de baterías, se conectarán a 2 convertidores DC/DC, de forma que en todo momento estén cargando o descargando la mitad de su energía almacenada.

Cada 2 convertidores DC/DC se conectarán a un inversor fotovoltaico existente que se conecta directamente al centro de seccionamiento mediante una línea de MT también existente.

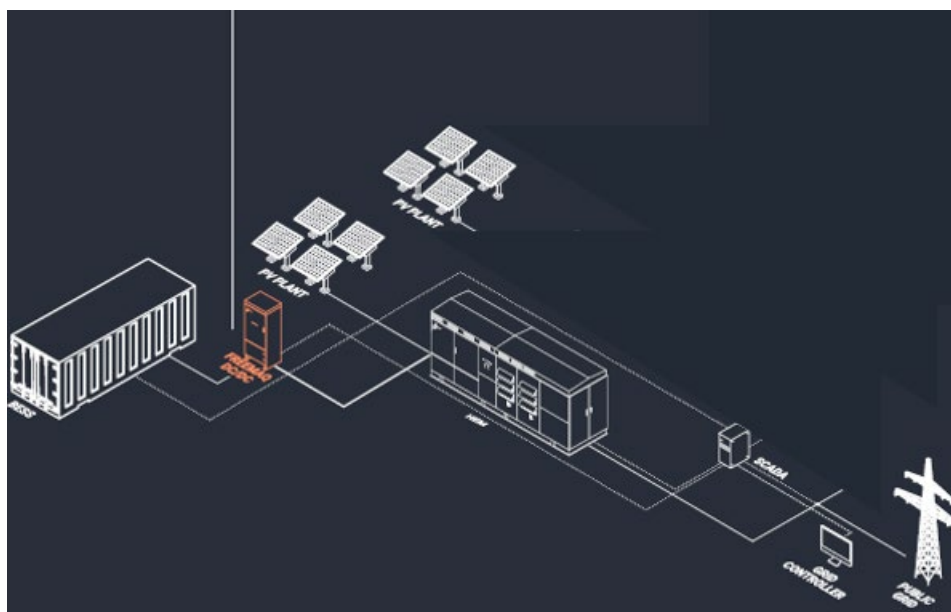


Ilustración 7: Esquema de conexión de los contenedores BESS y los Convertidores DC/DC. Imagen de Power Electronics

El centro de seccionamiento se encuentra integrado en la subestación transformadora elevadora 20/45 KV, con transformador 30/37,5 MWh, ubicada en una de las parcelas del parque, polígono 507 parcela 28 del término municipal de Torremocha (Cáceres). Cuenta con 3 posiciones de entrada 20 KV, 2 posiciones de reserva de línea 20 KV, 2 posiciones de línea 45 KV, dos posiciones de transformador 20/45 KV y una posición de barra partida mediante seccionador. Todas estas infraestructuras son existentes y no son objeto de este proyecto.

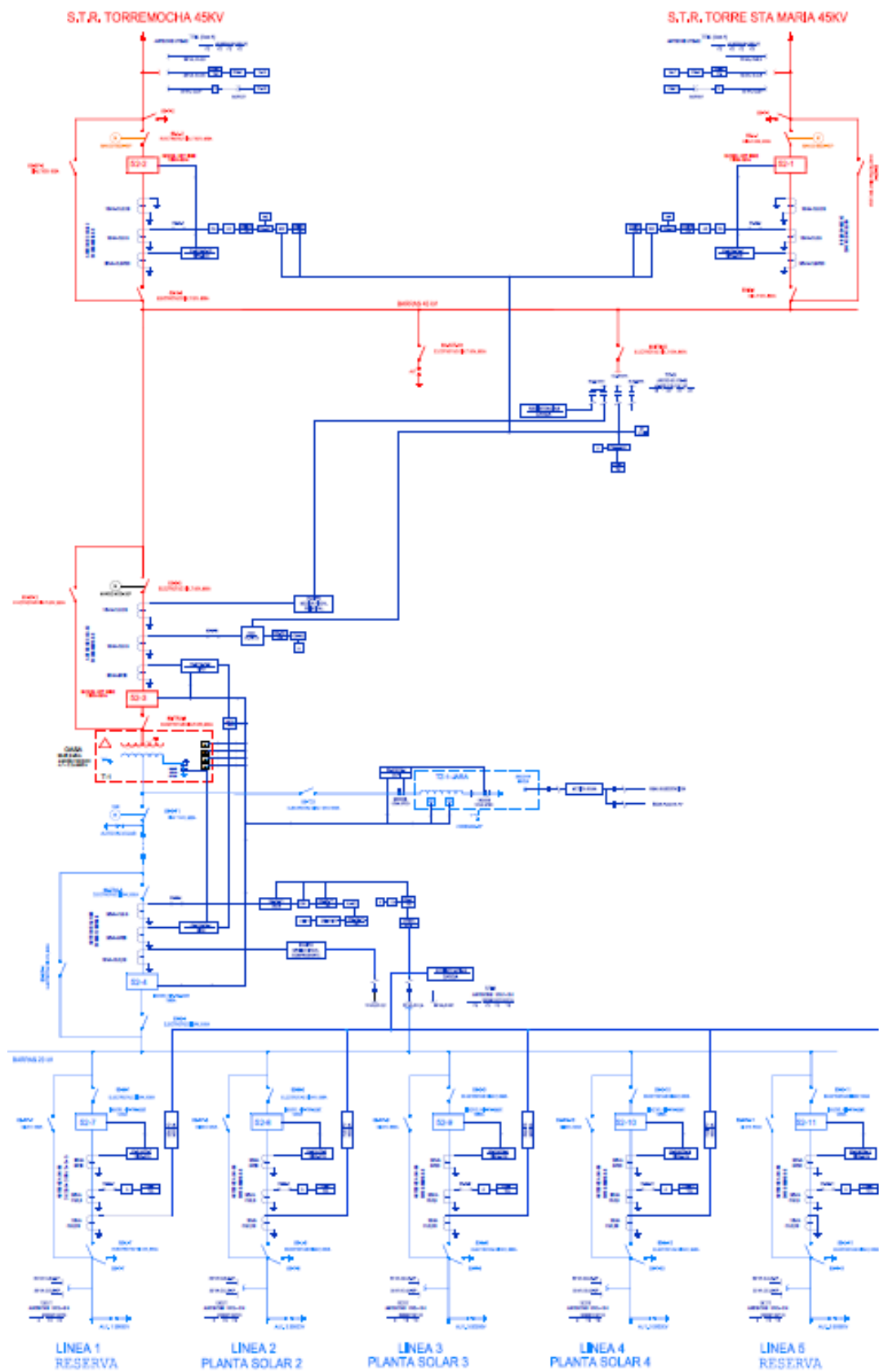


Ilustración 8: Esquema unifilar simplificado de la subestación



6.7.- LAYOUT DEL SISTEMA BESS.

La siguiente imagen muestra un esquema del sistema BESS:

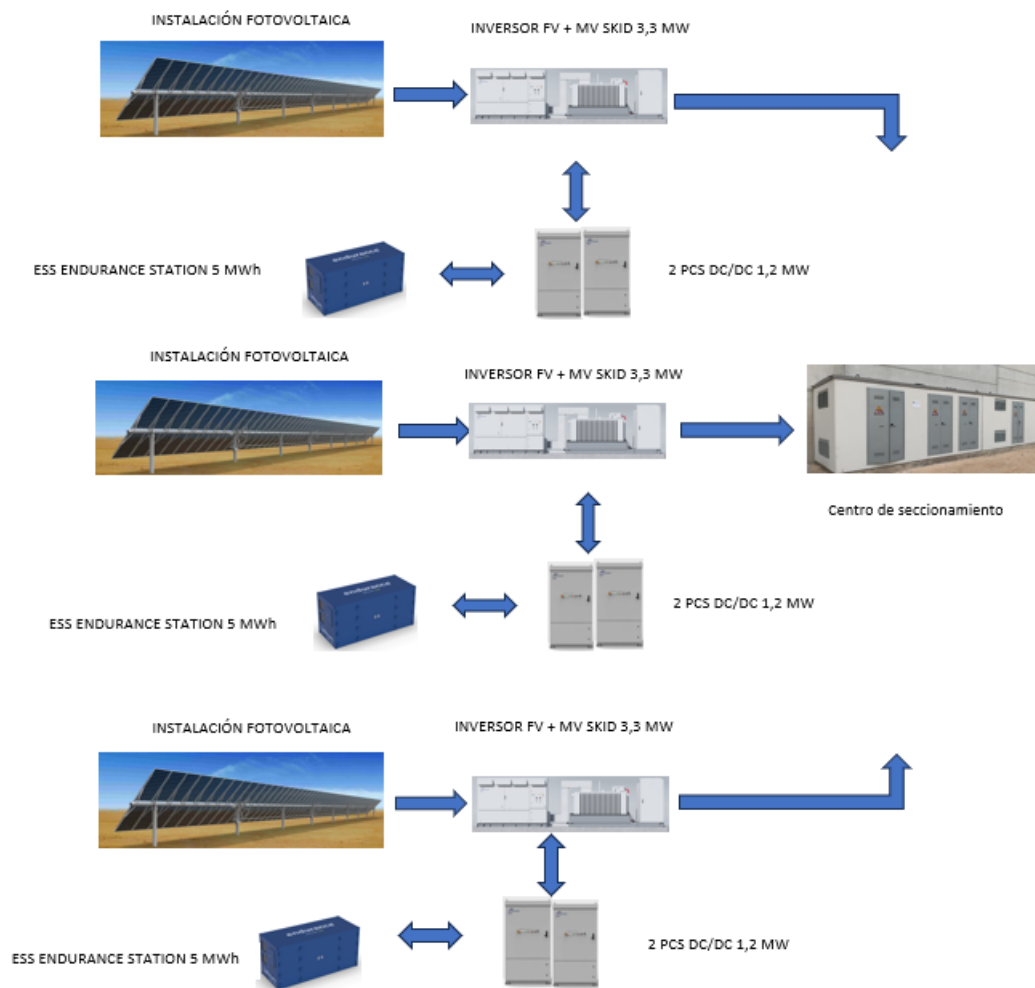


Ilustración 9.- Esquema del sistema BESS

7.- EQUIPOS PRINCIPALES.



7.1.- BATERÍAS (ENERGY STORAGE SYSTEM (BESS)).

En el mercado existen diversos tipos de baterías que pueden acumular energía. Debido a su grado de madurez, capacidad de almacenaje, prestaciones técnicas y precio la batería más idónea para realizar funciones de grandes acumulaciones de energía con 1 ó 2 ciclos de descarga al día es la batería ion-litio.

El proyecto está diseñado para realizar con baterías de ión-litio de la marca EVE, pero podría realizarse con baterías de otras marcas de características similares.

Como se ha comentado con anterioridad el sistema de baterías ESS (Energy Storage System) está compuesto por celdas, packs, racks y finalmente de contenedores.

7.1.1.- CELDAS.

La celda es la unidad mínima del sistema de acumulación. Para realizar la instalación BESS se ha elegido una celda con las siguientes características generales, que propician, una gran carga de energía con varios ciclos de descarga diarios:

- Gran capacidad de acumulación
- Alta densidad energética
- Largo ciclo de vida
- Buenas características de seguridad

El aspecto físico que tiene una celda de ion-litio es el siguiente:



Ilustración 5: Celda LFP314Ah

La celda elegida es el modelo LF314K de EVE y sus características principales son las siguientes:

Celda		
Modelo	LF314K	
Tipo de batería	Prismática LFP	
Capacidad (Ah)	314	
Voltaje nominal (V)	3.2	
Rango de voltaje (V)	2.5 – 3.65	
Energía nominal (Wh)	1004,8	
Carga/Descarga	Estándar	0.5C
Densidad energética (wh/kg)	175	
Ciclo de vida (25°Cm 100%DOD, 70%SOH)	8.000 (0.5C/0.5C)	
Dimensiones (Profundo, ancho, alto) (mm)	71.7*173.7*207.2	
Peso (kg)	5.65	
Temperatura de operación	Carga (°C)	0 - 60
	Descarga (°C)	-30 - 55
Certificados	UL 1973 / UL 9540A / IEC 6219 / UN 38.3 / GB/T 36276 / ROHS	

Tabla 6.- Características de las Celdas

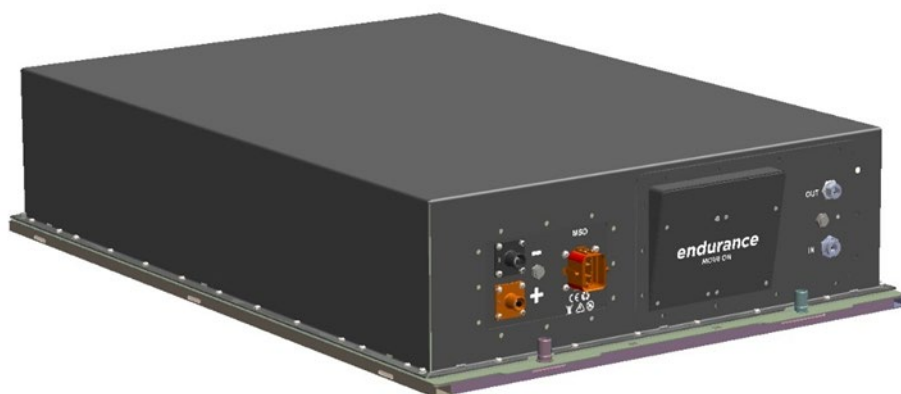
7.1.2.- PACKS.

Las celdas se conectarán en serie formado un pack. El pack está formado por 52 celdas EVE LP314K. Mediante esta conexión en serie el pack conservará la intensidad de 314 A e incrementará su tensión hasta 166,4V.

Internamente las celdas de ion-litio se conectarán internamente en el pack mediante soldadura y el sistema permitirá monitorizar tanto la temperatura como las tensiones de las celdas a través de un BMS (Battery Management System).

Las características generales del pack son las siguientes:

- Permite la monitorización de la temperatura en varios puntos.
- Dispone de elementos de seguridad: Fusibles, interruptor de corte
- Carcasa de alta resistencia compatible con aplicaciones de movilidad.





Las características técnicas del Pack son las siguientes:

Pack		52-166.4/314
Capacidad (Ah)		314
Energía nominal (Wh)		52.249,6
Voltaje nominal (V)		166,4
Rango de voltaje (V)		130 - 189.8
Configuración		1P52S
Duración (h)		>2
Dimensiones (ancho, Profundo, alto) (mm)		858*1067*240
Peso (kg)		360
Temperatura de operación	Carga (°C)	0 - 55
	Descarga (°C)	-20 - 55
Sistema de refrigeración		Refrigeración por líquido

Tabla 7.- Características del Pack

7.1.3.- RACK.

Los packs se conectarán en serie formando una Rack de celdas. El propio pack dispone de un conector positivo y otro negativo para poder realizar la conexión entre los diferentes packs. En total se conectarán 8 packs en serie.

El Rack estará formado por 8 packs de 52 celdas cada uno y su BMS esclavo y un pack de control que contará con un BMS principal con las protecciones mediante fusibles e interruptor de corte.

Las características generales el rack que se instalará en los ESS del proyecto son las siguientes:

- Diseño sencillo y modular para facilitar el mantenimiento
- Protección mediante fusible e interruptor de corte
- Control de la temperatura

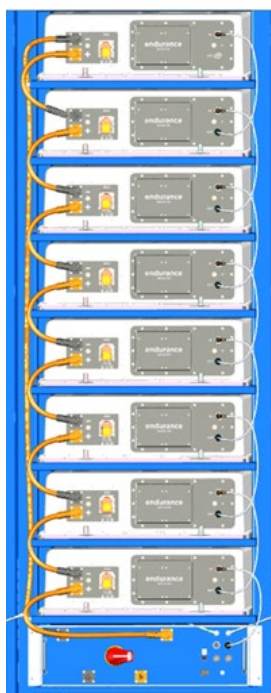


Ilustración 7.- Aspecto físico del Rack

Las características técnicas del rack son las siguientes:

Rack		8-1331.2/314
Capacidad (Ah)		314
Energía nominal (Wh)		417.996,8
Voltaje nominal (V)		1.331,2
Rango de voltaje (V)		1164,8 – 1497,6
Configuración		1P416S
Duración (h)		>2
Dimensiones (Profundo, ancho, alto) (mm)		862*1074*2374
Peso (kg)		3500
Temperatura de operación	Carga (°C)	0 - 55
	Descarga (°C)	-20 - 55
Sistema de refrigeración		Refrigeración por líquido

Tabla 8.- Características técnicas del Rack

7.1.4.- CONTENEDOR BESS.

Finalmente, 12 racks conectados en paralelo conformarán el contenedor de baterías (BESS) que es la base del sistema de acumulación. Cada contenedor tendrá una capacidad de 5.016 KWh.

Las características generales del contenedor de baterías que nos han impulsado a utilizar esta solución; serán las siguientes:

- Gran densidad energética
- Diseño para acceso desde el exterior a los componentes del contenedor

- Diseño en contenedor de 20 pies para facilitar su transporte e instalación.



Ilustración 8.- Contenedor de baterías

Las características técnicas del contenedor de baterías son las siguientes:

Type Designation	ST 5 MWh
Technology	LFP
Configuration	12*1P416S
Power	5.016 KWh
DC side	
Max DC voltage	1497.6V
Nominal DC voltage	1331.2V
Min DC voltage	1040V
DC voltage range	1040V-1497.6V
Max DC current (0.5C)	1884A
Efficiency	
Max efficiency	95 %
European efficiency	94,50%
Protection	
DC input protection (Fuse)	2500A
Load Break Switch	2000A
Surge protection	T1+T2
Visual monitoring	Yes
Overheat protection	BMS Controlled
General Data	
Dimensions (L*D*H)	7.05*2.50*3.00 m
Standard charge and discharge	0,5C
Sound emission (dBA)	MAX 71
Weight	43 Ton
Operating temperature (°C)	Charge between 0°C & 55°C

	Discharge between -20°C & 55°C
Allowable relative humidity range	0% - 90%
Cooling method	Forced liquid cooling
Max operating altitude (m)	4000
Derating operative altitude (m)	2000
Display	PDMU + External Display + Remote Monitoring
Communication	CAN BUS / MOD BUS
Compliance	CE / UN38.3*
Warranty	
Cycles	8000**
Years	5



Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://revisado.cogitacceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>

Tabla 9.- Características técnicas del contenedor

En este proyecto concreto se instalarán 3 contenedores de 5.016 MWh, por lo tanto, la capacidad total del sistema de acumulación será de 15.048 MWh.

El contenedor de baterías BESS se puede instalar hasta una altitud de 4.000 metros sobre el nivel del mar, teniendo una disminución en la capacidad de carga a partir de los 2.000 metros.

El sistema BESS se integrará en un contenedor marítimo especialmente adaptado para conservar la temperatura de los racks de baterías y con su sistema anti-incendio. El contenedor se adapta perfectamente a las condiciones atmosféricas, gracias a su IP55; con un buen comportamiento anticorrosión, protección contra el fuego, protección contra la entrada de agua, protección contra la entrada de polvo, protección contra impactos y protección contra rayos ultravioleta. El contenedor será fácilmente elevable gracias a sus 4 agujeros de elevación situados en las 4 esquinas.



State of Health y Round Trip Efficiency

Los datos de SOH (State Of Health) y RTE (Round Trip Efficiency) ofrecidos por el fabricante para 20 años a 0.5C y 0.25C con 1 o 2 ciclos diarios, son los siguientes:



Cell 314 Ah								
	0.5C, 100%DOD				0.25C, 100%DOD			
	365cycle/year		730cycle/year		365cycle/year		730cycle/year	
Year	SOH	RTE	SOH	RTE	SOH	RTE	SOH	RTE
0	100,00%	94,00%	100,00%	94,00%	100,00%	95,00%	100,00%	95,00%
1	94,20%	93,50%	92,71%	93,47%	94,44%	94,65%	93,26%	94,62%
2	91,00%	93,26%	88,70%	93,21%	91,38%	94,37%	89,58%	94,33%
3	89,15%	93,07%	86,14%	92,94%	89,66%	94,15%	87,32%	94,10%
4	87,07%	92,90%	83,42%	92,71%	87,71%	93,96%	84,87%	93,90%
5	85,58%	92,74%	81,28%	92,48%	86,33%	93,80%	82,98%	93,71%
6	83,59%	92,59%	78,66%	92,27%	84,45%	93,64%	80,60%	93,53%
7	82,03%	92,44%	76,44%	92,05%	83,00%	93,50%	78,61%	93,35%
8	80,35%	92,29%	74,09%	91,84%	81,42%	93,36%	76,48%	93,18%
9	78,96%	92,15%	71,98%	91,64%	80,14%	93,22%	74,59%	93,01%
10	77,21%	92,01%	69,49%	91,43%	78,48%	93,08%	72,31%	92,83%
11	75,73%	91,87%	67,05%	91,23%	77,15%	92,94%	70,03%	92,66%
12	73,88%	91,73%	64,27%	91,01%	75,41%	92,81%	67,40%	92,49%
13	72,41%	91,60%	61,84%	90,68%	74,08%	92,67%	65,14%	92,32%
14	70,95%	91,44%			72,75%	92,54%	62,87%	92,14%
15	69,12%	91,20%			71,05%	92,41%	60,29%	91,89%
16	67,66%	90,94%			69,73%	92,28%		
17	66,20%	90,68%			68,40%	92,14%		
18	64,75%	90,41%			67,08%	91,95%		
19	62,96%	90,24%			65,41%	91,76%		
20	61,51%	90,00%			64,10%	91,57%		

Tabla 10.- SOH y RTE de la celda de 314 Ah

A continuación, se ofrecen las gráficas de SoH y RTE a 0.5C para 1 ciclo diario y 2 ciclos diarios con una DoD del 100%.



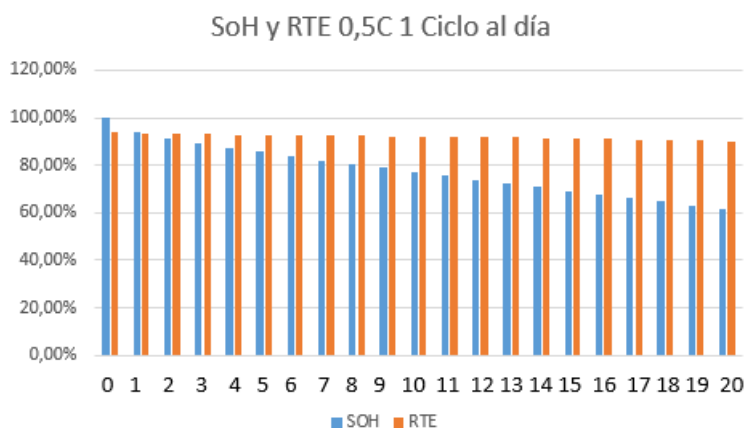


Ilustración 14.- Gráfica batería 0.5C 100% DoD 1 ciclo diario

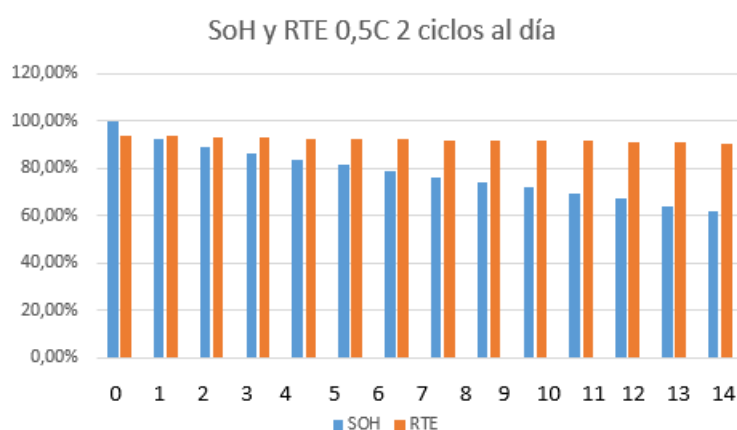


Ilustración 15.- Gráfica batería 0.5C 100% DoD 2 ciclos diarios

7.1.5.-SISTEMAS AUXILIARES:

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

A la hora de realizar el diseño del sistema de acumulación hay tener en cuenta el consumo de los contenedores de baterías. Lo ideal es que dicho consumo se suministre desde el transformador de servicios auxiliares de la planta para este proyecto y es posible ya que se ampliar el transformador de SSAA del PCS para ello será necesario cambiar los transformadores actuales e instalar transformadores de 50 KVA.

La tabla de potencias por contenedor de 5 MWh es la siguiente:

	Nombre	Voltaje	Stand by (W)	Operación (W)	Emergencia (W)
Carga de servicios auxiliares	Refrigerador	400Vac	4500	24000	0
	Contador	230Vac	3	3	3
	Sistema anti incendio	230Vac	20	20	230
	Deshumidificador	230Vac	0	182	0
	Extractor de emergencia	230Vac	0	0	194
	CBMU	24Vdc	18	18	18
	SBMU	24Vdc	10	10	10
	Data logger	24Vdc	4	4	4
	Relé	24Vdc	16	16	0
	Indicador	24Vdc	15	15	15
	Sensor	24Vdc	55	55	0
	Contactador	24Vdc	60	60	60
	Comunicación Convertidor	24Vdc	20	20	20
Total	Carga AC	-	4523	24205	427
	Carga DC	-	198	198	127
	Carga AC+DC	-	4721	24403	554

Tabla 11.- Tabla de potencias de los servicios auxiliares

El consumo del contenedor variará en función de si está en operación o está en stand by. Además, influye notablemente la temperatura ambiente y la velocidad de carga o descarga de la batería. En la siguiente tabla se pueden ver los consumos estimados:

Condiciones	Temperatura	0°C		25°C		45°C	
	C-rate	0,25	0,5	0,25	0,5	0,25	0,5
Potencia (KWh)	Operación	5	12	10	18	12	24
	Stand by	1,1	1,6	1,4	1,2	4	4,7
Consumo (kwh)	operación	45	69,6	95	108	116,4	156
	Stand by	14,3	29,12	17,5	21,6	49,2	82,25
	Total Diario (1 ciclo al día)	59,3	98,72	112,5	129,6	165,6	238,25

Tabla 12.- Consumos estimados de un contenedor de baterías Endurance ST5000



Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDND0NEJ174PH1 verificable en <http://revisado.cogitaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>



7.1.5.1.-SISTEMA DE REFRIGERACIÓN:



La degradación de la celda de la batería se ve muy influida por la temperatura a la que esté trabajando. Dicha temperatura a su vez se ve influida de la temperatura ambiente, el porcentaje de carga o descarga de la celda y de la velocidad de carga o descarga. Para aumentar la vida de la batería y minimizar la degradación es importante que la temperatura en el interior del contenedor se conserve en torno a 25°C.

El sistema de refrigeración será un circuito cerrado de líquido refrigerante que pasará por los diferentes racks, tal y como se puede apreciar en la siguiente imagen.

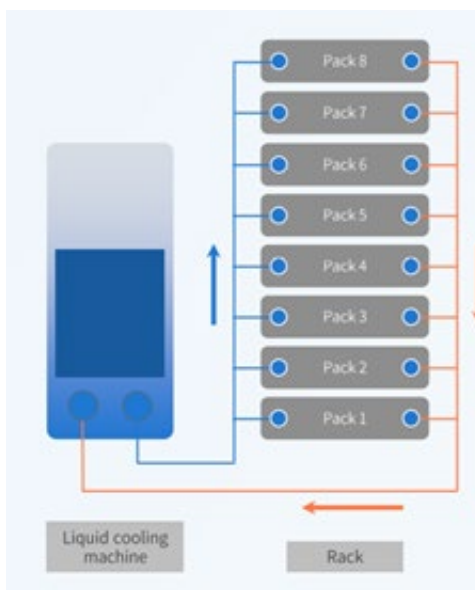


Ilustración 16.- Sistema de refrigeración líquida

Los conductos de refrigeración se distribuirán por todos los racks de forma que todas las celdas puedan estar a una temperatura de consigna de 25°C.

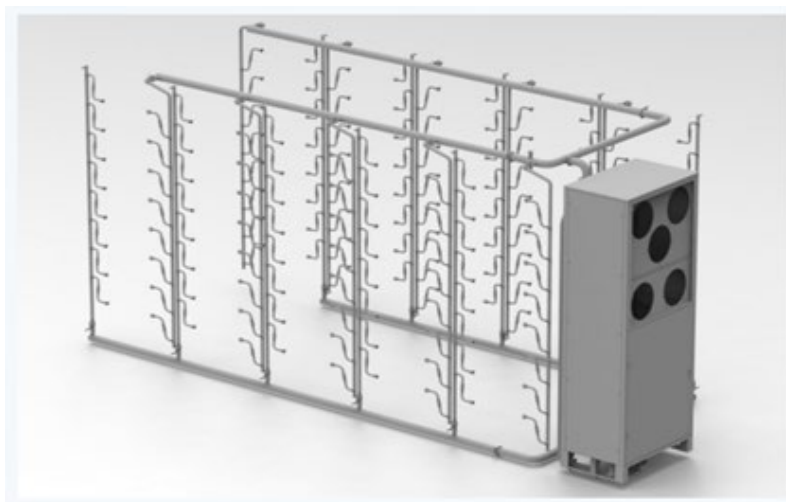


Ilustración 17.- Modelización del sistema de refrigeración

El sistema tiene un control inteligente de la temperatura monitorizable en todo momento y con alarmas o desconexión de la batería en caso necesario.

El sistema de refrigeración cuenta con 3 funcionalidades principales:

- Enfriamiento.
- Calentamiento.
- Deshumidificador.

El sistema cuenta con 3 niveles de tuberías de agua con 3 dimensiones diferentes para poder llegar a todos los packs de baterías.

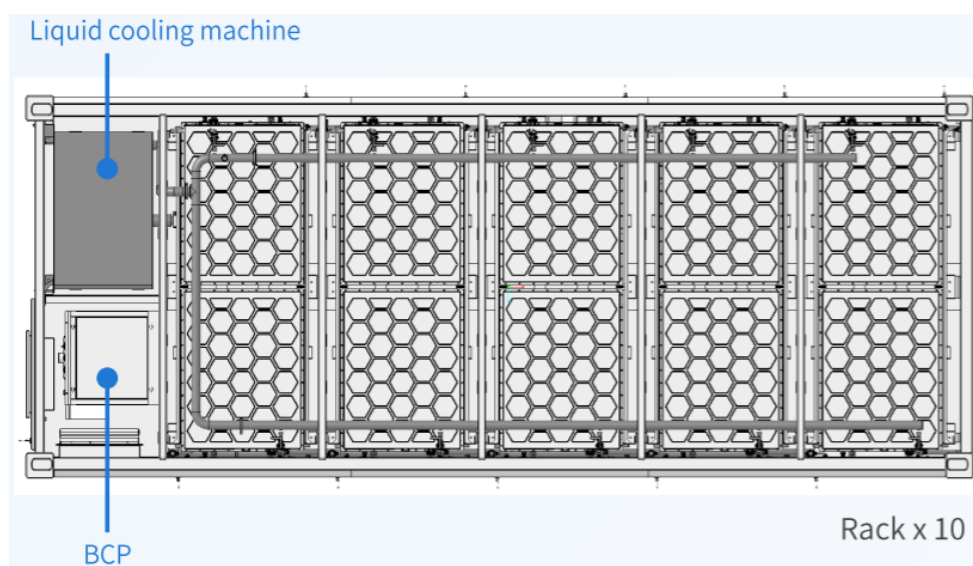


Ilustración 18.- Vista lateral del sistema de refrigeración

El modelo comercial del sistema de refrigeración es una unidad enfriadora de agua condensada por aire modelo A02JE-AWA de la marca Bergstrom.

El intercambiador de calor está sobredimensionado para el factor de ensuciamiento y preparado para funcionar con agua salina.

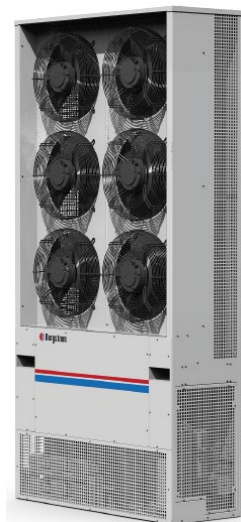


Ilustración 11.- Unidad de enfriamiento de agua condensada por aire

La unidad enfriadora tiene las siguientes características:

- Diseño refrigerado por batería líquida
- Calentador adicional de coeficiente de temperatura positivo (PTC) para temperaturas ambiente más bajas
- Soplador de velocidad variable de alta eficiencia para un flujo de aire preciso
- Compresor de CC de velocidad variable para un control preciso de la temperatura
- Alta fiabilidad
- Diseño de grado industrial
- Fácil instalación
- Potencia de entrada: 400 VCA y 480 VCA/trifásica/50 Hz - 60 Hz
- Comunicación: Protocolo Modbus con nivel de señal RS485
- Refrigerante: R32
- Refrigerante: Solución de glicol
- Grado de protección IP: IPx5
- Refrigeración: 60 kW (204 800 BTU/h)
- Calefactor PTC: 24 kW (81 891 BTU/h)
- 400 kg (882 lb)
- 1200 mm (largo) x 440 mm (ancho) x 2400 mm (alto)
- (47 pulg. (largo) x 17 pulg. (ancho) x 94 pulg. (alto))



Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://revisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>



El líquido refrigerante es el Opteon™ XP10



El refrigerante Opteon™ XP10 (R-513A) es un líquido a base de hidrofluoroolefina (hydrofluoroolefin, HFO) de bajo potencial de agotamiento del ozono y bajo potencial de calentamiento global.

Opteon™ XP10 ofrece una excelente capacidad y compatibilidad para el R-134A en sistemas nuevos y de reemplazo, y un equilibrio óptimo de propiedades, que incluye alto rendimiento, eficiencia energética y sostenibilidad ambiental.

Debido a las nuevas reglas actualizadas, tanto la UE como los EE. UU. deben usar refrigerantes con un potencial de calentamiento global (GWP) de 700 o menos. En la siguiente gráfica se puede ver una clasificación de líquidos refrigerantes, en la que podemos ver que el R-513A no es inflamable y tiene un potencial de calentamiento global inferior a 700.

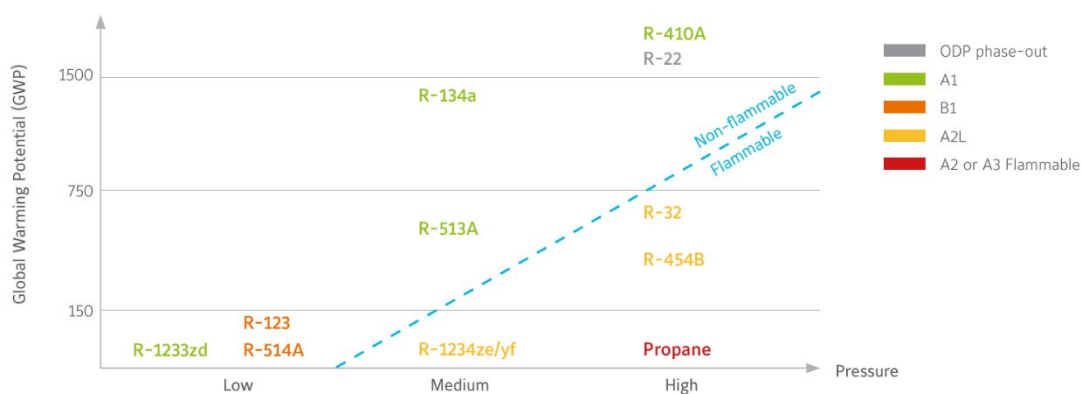


Ilustración 20.- Clasificación de gases refrigerantes

Muchas aplicaciones diversas utilizan Opteon™ XP10. Los más comunes son los enfriadores y los equipos comerciales de refrigeración, que incluyen:

- Refrigeración de expansión directa (DX) industrial y comercial de temperatura media.
- Circuitos de temperatura media de sistemas híbridos en cascada.
- Enfriadores de agua, aire acondicionado y bombas de calor.
- Enfriadores centrífugos.
- Enfriadores de expansión directa (DX).
- Sistemas de pista de hielo.

Características y beneficios

No es inflamable, con una clasificación de seguridad ASHRAE A1 y ofrece beneficios adicionales como:

- GWP bajo: Una reducción del 56 % en comparación con R-134A.

- Mezcla azeotrópica con deslizamiento nulo.
- Excelente capacidad y eficiencia con R-134A.
- Compatibilidad con diseños y aceites de equipo existente.
- Aprobación de los principales fabricantes mundiales de equipos y componentes.



Opteon™ XP10 Propiedades

Número ASHRAE	R-513A
Composición	HFO-1234yf/R-134a
Peso %	56.0/44.0
Peso Molecular	108.4 g/mole (108.4 lb/lb mole)
Punto de Ebullición a 1 atm (101.3 kPa)	-29.2 °C (-20.6 °F)
Presión Crítica	3766 kPa [abs] (546.2 psia)
Temperatura Crítica	96.5 °C (173.7 °F)
Densidad de líquido 21.1 °C (70 °F)	1185.7 kg/m³ (74.0 lb/ft³)
Agotamiento de la Capa de Ozono (CFC-11 = 1.0)	0
AR4 Potencial de Calentamiento Global (CO ₂ = 1.0)	631
ASHRAE Clasificación de Seguridad	A1
Deslizamiento de Temperatura	0 °R (0 K)

Tabla 12.- Tabla de características del líquido refrigerante

7.1.5.2.-SISTEMA DE DETECCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS.

Puesto que este sistema de almacenamiento está basado en baterías Ion Litio LFP, se diseña una solución específica para este tipo de baterías. En primer lugar, se realizará un análisis de la cantidad y disposición de las celdas de baterías ya que tendrá influencia en la cantidad de detectores y supresores del posible incendio.

El sistema estará compuesto principalmente por:

- Dos aerosoles firepro FP2000.
- Un activador secuencial.
- Una lampara de pruebas.
- Una central de extinción para interior CPE20.
- Cuatro detectores de humo Tryton.
- Un controlador/pulsador.

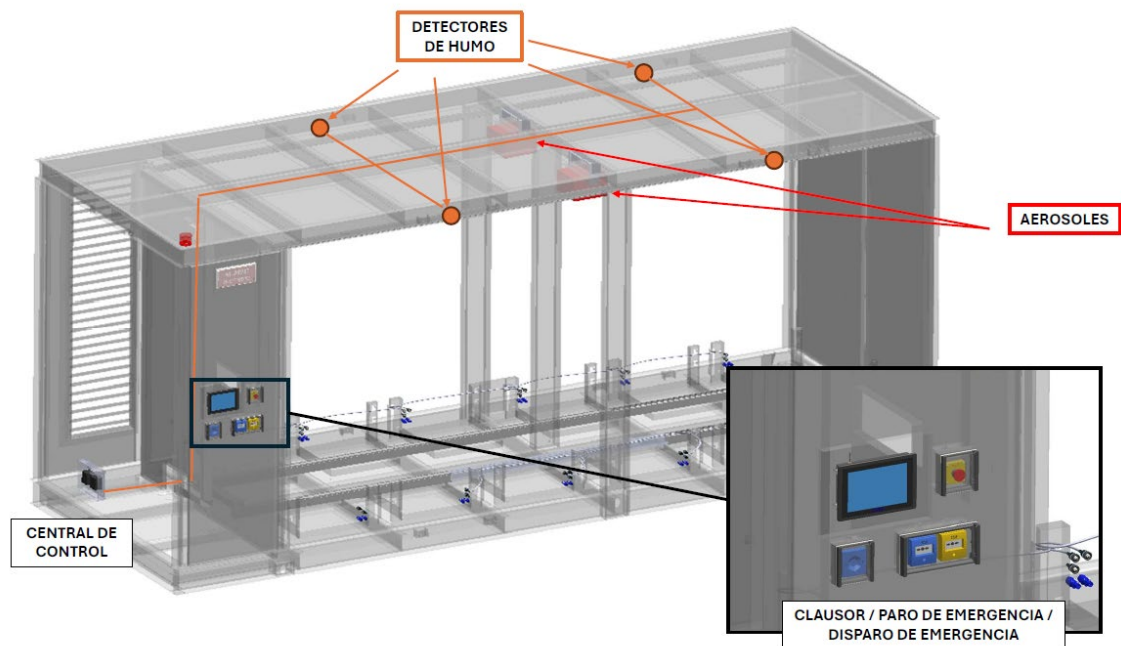


Ilustración 21.-Sistema de extinción de incendios para contenedor de baterías

El panel de extinción será el modelo CPE20, que es idóneo para instalaciones industriales. Tiene la posibilidad de detección de dos zonas, por si se diferencia entre la zona de baterías y de PCS o cuadros eléctricos.



Ilustración 22.-Central de control anti incendio



Las características técnicas del panel de control son las siguientes:

Característica	Descripción
Referencia	SDCPE20
Descripción	Central de extinción automática 2 zonas
Dimensiones (longitud*Altura*Anchura)	325*245*90 mm
Peso	3 kg
Zonas detección	2 zonas (individual o cruzada) máximo 32 detectores (zonas)
Temperatura de trabajo	Entre -10°C y +60°C
Tensión de trabajo	230 Vac, 50/60 Hz
Tensión de salida	24 Vdc, 1 A (max. 28V,1,5A)
Baterías	2*12V 5Ah
Interfaz panel principal	Relés de alarma y avería (48Vdc, 1,5A)
	Las salida y entradas están supervisadas
	Salida de alarma (-6Vdc-24Vdc, 0,6A)
	Marcado de alarma 24 Vdc, 0,1A
	Marcador de avería 24 Vdc, 0,1 A
	Resistencia de alarma 200 ohm (70-630 ohm)
Certificados	EN54, EN12094, UL, CE

Tabla 13.- Tabla de características de la central anti incendios

La central de control viene acompañada de un actuador secuencial Firepro Kenter Gen3.0. Este activador secuencial proporciona conexión desde los paneles de control de incendios a una o dos unidades de aerosol FireProTM.

El Actuador Secuencial permite la conexión entre la Central de Control y uno o dos aerosoles FireProTM. Es necesario su uso en todas las instalaciones que componen el sistema de acumulación para conseguir una correcta extinción.



Ilustración 23.- sistema de detección y extinción de incendios



Las características técnicas del actuador son las siguientes:

Característica	Descripción
Referencia	AEEGEN30
Descripción	Actuador secuencial FirePro 3,0
FirePro units	FP-100S /FP-200S/FP-500S/FP-1200/FP-2000/FP-3000/FP-5700
Dimensiones	91 X 91 X 41 mm
Material	Acero templado gris claro texturizado
Conexión	Central de control sigma XT
	Central de control sigma A-XT
	Central de control sigma XT
Modo de trabajo	24 vdc 1A carga máxima con 2,4Vdc de caída de tensión máxima
Intensidad de descarga	900 mA para un solo cilindro
Tipo de cableado	0,5 mm2 - 2,5 mm2
Tiempo de salida	2,1 segundo
Aplicaciones	Aplicaciones industriales
Nota	Test de compatibilidad UL aprobado

Tabla 14.- Características técnicas del actuador

Un máximo de 20 actuadores secuenciales puede conectarse a la central de control. La conexión se realiza del siguiente modo:

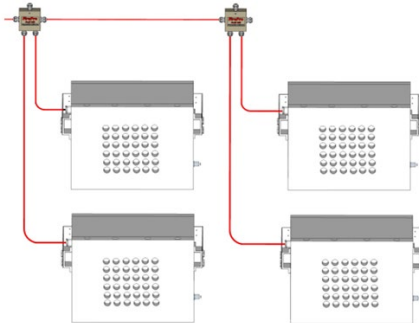


Ilustración 24.- Esquema de conexión del sistema de detección y extinción anti incendios

El sistema anti incendio incluye el aerosol encargado de la supresión del fuego. Se trata del aerosol condensado FirePro que fabricado con materiales de alta gama y certificado por 15 años.





Ilustración 25.- Aerosol condensado FirePro

Sus características principales son las siguientes:

Característica	Descripción
Referencia	EACF2000
Descripción	Aerosol FirePro 2000
Peso	15,5 Kg
Cantidad de agente	2 Kg
Tamaño	300*300*185
Clase de fuego	A, B, C, F
Intensidad de prueba	5 mA
Modo de activación	eléctrica (min 1,5 Vdc, 0,6 A)
Actuador	Resistencia 2,3 ohm
Temperatura de activación	300 °C
Temperatura de trabajo	Desde -54°C hasta +54°C
Descarga	1 salida, 10-15 seg, 3,5 long descarga
Certificados	ISO 15779, NFPA 2010, CE, ULC, UL 2775, KIWA, IMO/SOLAS, MED/MCA, BSI

Tabla 15.- características del aerosol

7.1.5.3.-SAI

El sistema contará con un pequeño SAI (sistemas de alimentación ininterrumpida) que realizará las siguientes funciones en el caso de un pequeño corte eléctrico que impida alimentar los servicios auxiliares del BESS.

- Alimentará al sistema de monitorización y control para que no se pierdan los datos.
- Alimentará al sistema de refrigeración al menos durante los primeros minutos del corte eléctrico. Pasado un tiempo el sistema cortará el funcionamiento de las baterías para evitar sobrecalentamientos que pudieran provocar un incendio.
- Alimentará durante unos minutos el sistema de extinción de incendios, para tenerlo operativo al menos hasta que se corte el funcionamiento del sistema BESS.

Para esta aplicación será suficiente con un SAI de 1000 W, dadas las potencias de los sistemas a alimentar y teniendo en cuenta que únicamente se hará servir para pequeños cortes de alimentación hasta que el propio BESS pare su funcionamiento.

El equipo que se instala en el contenedor es el SAI Eaton 9PX Netpack, 1.000VA, 1.000W.

Sus características eléctricas más importantes son las siguientes:



Electrical output	
RECEPTÁCULO	(8) C13
TENSIÓN	230 V
POTENCIA EN VATIOS	1.000W
FACTOR DE POTENCIA DE SALIDA	1
RANGO DE TENSIÓN DE SALIDA	200/208/220/230/240V +/- 1%
FORMA DE ONDA DE SALIDA	Onda sinusoidal
TENSIÓN NOMINAL DE SALIDA	230 V predeterminado (200/208/220/230/240V)
SALIDA DE DISTORSIÓN DE TENSIÓN (CARGA LINEAL) (MÁX.)	3
TIPO DE ALIMENTACIÓN	1
TOPOLOGÍA	Conversión doble/Online
CAPACIDAD NOMINAL VA	1.000VA

Electrical input	
CONEXIÓN DE ENTRADA	C14
TENSIÓN NOMINAL DE ENTRADA	230 V predeterminado (200/208/220/230/240V)
FRECUENCIA NOMINAL	50 / 60 Hz
FACTOR DE POTENCIA DE ENTRADA	>99
RANGO DE TENSIÓN DE ENTRADA	176-276V (100-276V con pérdida de potencia)
RANGO DE FRECUENCIA DE ENTRADA	40-70Hz

Tabla 14.- características eléctricas del SAI



Ilustración 26.- Sistema de alimentación ininterrumpida

7.1.6.-BMS (BATTERY MANAGEMENT SYSTEM).

El BMS es el sistema de control de la batería y realiza sobre todo funciones de seguridad respecto a su temperatura y la carga y descarga de las baterías en función de unos parámetros programables.

El BMS utilizado en las baterías de Endurance es el wBMS-MX de la empresa Watius.

El wBMS-MX ofrece una arquitectura distribuida más flexible con una unidad de gestión de baterías (BMU) y unidades de monitorización para sistemas de hasta 1500 Vcc.



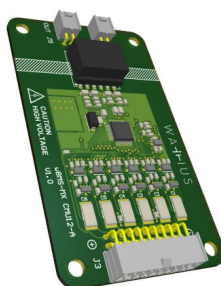


Ilustración 27.- BMS de Watius utilizado por Endurance

El wBMS-MX está formado por dos partes principales, separadas por una barrera de aislamiento reforzada de 1500 Vcc.

- Unidad de gestión de la batería (BMU). Incluye el microprocesador principal y todos sus periféricos e interfaces de comunicación.
- Unidades de Monitorización de Celdas (CMU12). Módulos independientes de medición y equilibrado de celdas.

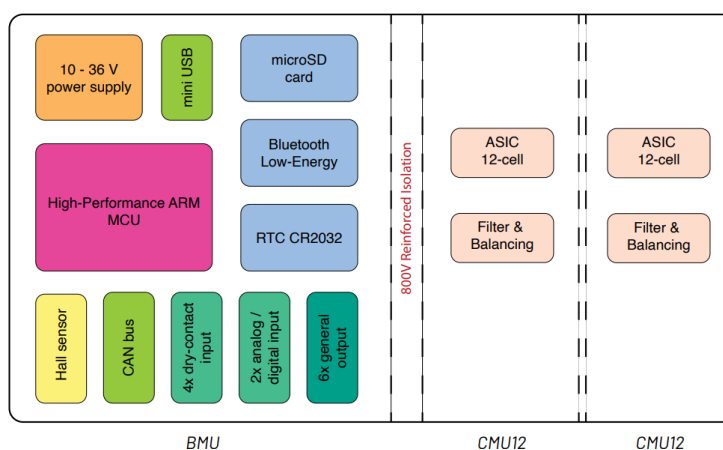


Ilustración 28.- Diagrama de bloques del BMS



La velocidad de respuesta del BMS es regulable en escala de 1 milisegundo. Ante cualquier comando, o valor fuera de rango de la tensión o la temperatura, actuaría entre 0.001 y 1 segundo; según la programación que se realice y la histéresis se puede regular hasta 4.000 milisegundos.



Sus características principales son las siguientes:

Power Supply	24 Vdc. Up to 8A for external contactors.
Maximum system voltage	IEC60664, reinforced isolation: DC side: 1.500 Vdc. AC side: 800 Vac, CATIII.
Supported CMUs	Two CMU links. Up to 48 CMUs per link (96 CMUs in total, 1.152 series).
Current sensing	4x External 0 - 5 Vdc hall current sensor. $< \pm 0,1$ mV. Support for dual-range hall current sensors.
CAN Interface	2x Isolated CAN bus 2.0 A/B (Up to 1Mbps). Configurable termination resistor with switch. CANopen compatibility.
Ethernet	Up to 100Mbps. Compatible with Modbus TCP. Direct AWS Cloud interface for remote monitoring and management.
Isolated I/O	2x dry-contact inputs. 1x 24V input. 2x HVIL. 3x 24V output (~ 1W each).
Other interfaces	Isolated USB 2.0
High-voltage measurement	Included 1.500 Vdc voltage measurement.
Isolation measurement	Support for external CAN bus and digital isolation measurement devices.
Contactors	8x external contactor channels. Up to 1.5 A each. Included low-power 12V mode. Feedback measurement. Independent MCU high-side and low-side operation. Open-wire and malfunction diagnostics.
Memory	Integrated redundant EEPROM to store system configuration and statistics. MicroSD support (up to 32 GB). MicroSDHC Class 10 is recommended.
Data logging	Continuous logging of cell data. Event / error / alarm log
Parallelization	Up to 16 devices (masters) in parallel without external hardware. Autonomous string management algorithm.

Tabla 16.- Características del BMS

7.1.7.- EMS (ENERGY MANAGEMENT SYSTEM).



El EMS utilizado para este proyecto será Enerclíc, una empresa que se dedica a la monitorización y gestión de plantas energéticas. El EMS puede ser de Enerclíc u otro de similares características.

Enerclíc cuenta tanto con el software del Scada para monitorizar el sistema, como el hardware el EMS para gestionarlo.

El Scada ofrece:

- Servicio de alojamiento de datos recolectados por los Smart meter
- Tratamiento de datos
- Visualización de datos
- Discriminación de usuarios según su rol
- Datos accesibles de App o Web.

El EMS es el sistema de control encargado de gestionar el BESS. Sus funciones son las siguientes:

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

El EMS Master Combox 4G de Enerclíc tiene las siguientes posibilidades de conectividad:

- Ethernet
- Real time clock
- 2 bus RS485
- Bus RS232
- Digital output
- Conectividad 4G

7.1.7.1.- COMPONENTES GENERALES.

Software

El equipo Master Combox contiene el software de adquisición de datos de Enerclíc para la monitorización, control y sincronización con sus servidores de los datos adquiridos de los sistemas de monitorización.



El software de adquisición de datos está desarrollado bajo lenguaje Python el cual hace uso de base de datos MyS-QL. Cuenta con procesos de sincronización de los datos adquiridos a sus servidores así como conexión remota para su mantenimiento y supervisión.



Batería

El equipo cuenta con una batería de Litio de 1800 mAh a 3.7V. La autonomía de la batería dependerá de la carga de trabajo con la que cuente el equipo, pero como mínimo puede durar 3.5 horas.

Placa RTC

Enerclíc ha incorporado al Datalogger Master Combox un módulo de RTC (Real Time Clock) para que el equipo no pierda la fecha y hora en caso de corte de alimentación.

Placa Watchdog

Enerclíc ha desarrollado un componente que aporta estabilidad y fiabilidad al Datalogger Master Combox, evitando posibles bloqueos del sistema. El sistema watchdog realiza un reinicio al Datalogger Master Combox en caso de que este sufra algún bloqueo puntual.

7.1.7.2.- COMPONENTES ESPECÍFICOS DEL COMBOX 4G.

Buses de comunicaciones

Para la interconexión con equipos y buses de campo, el equipo Datalogger Master Combox 4G cuenta con:

- 2 puertos de comunicaciones RS485 aislados
- 1 puerto de comunicaciones RS232
- 1 salida digital libre potencial

A través de estos puertos, el equipo puede comunicar de manera nativa con los equipos compatibles conectados.

Además, usando conversores de medios adicionales, el equipo Master Combox 4G puede acceder y leer un mayor número de dispositivos.

Conectividad inalámbrica

El equipo Datalogger Master Combox 4G puede contar con la posibilidad del módulo 4G para la conexión a Internet vía tarjeta de datos.



La conectividad a Internet vía 4G, se puede utilizar tanto como conexión principal o como opción de Backup de conexión a Internet



El datalogger se alojará en un cuadro eléctrico que contará con elementos auxiliares para la realización de sus funciones como, fuente de alimentación, contadores digitales, protecciones,...



Ilustración 29.- Data logger Master ComBox 4G de Enerclie

7.2.- CONVERTIDORES DC/DC.

La instalación de acumulación está diseñada mediante PCS DC/DC de 1.2 MW de Power Electronics. Esta clase de PCS únicamente se pueden conectar a inversores fotovoltaicos de la misma marca. En este caso, los inversores fotovoltaicos son Power Electronics, por lo que no hay problema para su conexión.

Se conectarán 2 convertidores DC/DC a cada contenedor de acumulación de energía de 5 Mwh, 1331,2 V y 1884 A en corriente continua. Estos parámetros eléctricos son completamente compatibles entre el ESS y el PCS.

Mediante los PCS (Power Conversion System) conseguiremos los siguientes objetivos:

- Proteger la entrada y la salida de energía
- Controlar y gestionar el trasvase de energía a la Red y la carga de las baterías.
- Monitorizar todos los parámetros eléctricos

Este PCS es paralelizable hasta con 4 unidades, por lo que, en caso necesario se podría ampliar hasta una potencia de 4.8 MW, sin embargo, hay que considerar que solo se pueden

conectar 2 convertidores por cada lado del inversor fotovoltaico GEN2 (Existente en la instalación fotovoltaica), con una limitación por lado de 1.5 MW.



Ilustración 30.- PCS DC/DC de Power Electronics

El PCS seleccionado es el modelo FD1200 de Power Electronics que tiene una potencia nominal de 1000 KW a 50°C de temperatura de operación y 1200 KW a 40°C. La ventana de tensiones de entrada en corriente continua (700V – 1500V) es perfectamente compatible con el contenedor Endurance Station 5000, por lo que considera un tándem perfecto para el objetivo de gestionar la energía a cargar o descargar según las consignas que se tengan del gestor.

La tensión de salida del PCS tiene prácticamente el mismo rango de tensiones que los inversores de fotovoltaica de la misma marca, por lo que no habrá que realizar ninguna gestión externa de modificación de la tensión.

Se escoge este modelo ya que el Endurance Station-5000 es como máximo 0.5C, y podría trabajar perfectamente con 1 contenedor 0.48 C garantizando las 2.1 horas de carga y descarga teniendo en cuenta la potencia del PCS.

Los aspectos más importantes del PCS de Power Electronics son los siguientes:

- Sistema modulable, permitiendo ampliaciones con facilidad hasta 4.8MW
- Mantenimiento fácilmente implementable debido a que sus componentes son *plug&play*.
- Sistema que minimiza las pérdidas.
- Ventilación por aire forzado
- Solución para instalación en exterior

Las características técnicas del PCS son las siguientes:



PCS FD1200		
DC INPUT & OTUPUT	DC Rated power (KW) @ 30°C	1200
	DC Rated power (KW) @ 40°C	1120
	DC Rated power (KW) @ 50°C	1000
	Max. DC Output Current (A) @ 40°C	1100
	DC PV Voltage Range (Vdc)	700 - 1500
	DC ESS Voltage Range (Vdc)	700 - 1500
	Max DC PV input voltage (Vdc)	1500
	DC Voltage Ripple	<3%
	Battery Technology	Compatible con all battery technologies
EFFICIENCY	Efficiency (max)	98,90%
	Max. Standby Consumption	< 50 W
CABINET	Cooling	Forced Air
	Enclosure Protection Degree	NEMA 3R / IP54
CONNECTIONS	Number of PV connections	2 negative / 2 positive
	Terminals	Lugs rated 90°C
ENVIRONMENT	Operating Temperature Range	From - 35°C to 50 °C
	Relative Humidity	From 4% to 100% non condensing
	Max. Altitude (above sea level)	4000 m (>2000m power derating)
CONTROL INTERFACE	Interfaces	Emergency stop pushbutton and indicator lights
	Communication protocol	RJ45 Modbus TCP
PROTECTIONS	Ground Fault Protection	Insulation monitoring device
	PV disconnection	Switch
	BESS Disconnection	Contactors
CERTIFICATIONS	Safety	UL 1741, IEC 62109

Tabla 17.- Características técnicas del PCS

7.3.- INVERSORES FOTOVOLTAICOS.

Los inversores fotovoltaicos ya están instalados en la planta fotovoltaica y no son objeto de este proyecto.

Son 3 inversores FS3290K de Power Electronics. Dos de ellos están limitados a 3000 KVA y uno de ellos está limitado a 2800 KVA, para completar los 8800 KVA del punto de conexión.

Sus características principales son las siguientes:

		690V		
FRAME		2	3	4
REFERENCES		FS2195K	FS3290K	FS4390K
AC	AC Output Power (kVA/kW) @40°C [4]	2195	3290	4390
	AC Output Power (kVA/kW) @50°C [4]	2035	3055	4075
	Operating Grid Voltage (VAC)		690V ±10%	
DC	DC Voltage Range [5]		976V - 1500V	
EFFICIENCY	Efficiency (Max) (η)	98.84%	98.87%	98.94%
	Euroeta (η)	98.34%	98.49%	98.51%

COMMON FEATURES			
FRAME	2	3	4
AC	Max. AC Output Current (A) @40°C	1837	2756
	Operating Grid Frequency (Hz)	50/60Hz	3674
	Current Harmonic Distortion (THDI)	< 3% per IEEE519	
	Power Factor (CosPhi) ⁽¹⁾	0.5 leading ... 0.5 lagging adjustable / Reactive power injection at night	
DC	Maximum DC Voltage	1500V	
	Number of Inputs	Up to 20	Up to 30
	Max. DC Continuous Current (A) ⁽²⁾	2295	3443
	Max. DC Short Circuit Current (A) ⁽²⁾	3470	5205
	Number of Freemaq DC/DC ⁽²⁾	Up to 4	
CABINET	Dimensions [WxDxH] (ft)	9.8 x 6.5 x 7.2	
	Dimensions [WxDxH] (m)	3.0 x 2.0 x 2.2	
	Weight (lbs)	11465	11795
	Weight (kg)	5200	5350
	Type of Ventilation	Forced air cooling	
ENVIROMENT	Degree of Protection	NEMA 3R / IP55	
	Operating Temperature Range ⁽³⁾	From -25°C to +60°C, >40°C power derating	
	Operating Relative Humidity Range	From 4% to 100% non-condensing	
	Storage Temperature Range	From -40°C to +60°C	
	Max. Altitude (above sea level)	2000m / >2000m power derating (Max. 4000m)	
CONTROL INTERFACE	Communication Protocol	Modbus TCP	
	Power Plant Controller	Optional	
	Keyed ON/OFF Switch	Standard	
PROTECTIONS	Ground Fault Protection	GFDI and isolation monitoring device	
	Humidity Control	Active heating	
	General AC Protection & Disconn.	Circuit breaker	
	General DC Protection & Disconn.	Fuses, Motorized DC disconnect switches	
	Overvoltage Protection	Type 2 protection for AC and DC	
CERTIFICATIONS & STANDARDS	Safety	UL 1741 / CSA 22.2 No.1071-16 / IEC 62109-1 / IEC 62109-2	
	Installation	NEC 2023 / IEC	
	Utility Interconnect	UL 1741 SA & SB / RULE 21 / RULE 14H / IEEE 1547.1 2020 / IEC 62116:2014	



Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTD0N0NEJ174PH1 verificable en <http://revisado.cogitaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>

Tabla 17.- Características de los inversores instalados



Ilustración 31.- Aspecto físico del inversor central FS3290K

Los 3 inversores solares fotovoltaicos están conectados a un MV Skid Compact de Power Electronics con las siguientes características:



RATINGS	Power range @ 40 °C	1910 kVA - 4390 kVA
	Power range @ 50 °C	1775 kVA - 4075 kVA
MEDIUM VOLTAGE EQUIPMENT	MV voltage range	6.6 kV / 11 kV / 13.2 kV / 13.8 kV / 15 kV / 20 kV / 22 kV / 23 kV / 25 kV / 30 kV / 33 kV / 34.5 kV
	LV voltage range	600 V / 615 V / 630 V / 645 V / 660 V / 690 V
	Transformer cooling	ONAN / KNAN
	Transformer vector group	Dy11
	Transformer protection	Protection relay for pressure, temperature (two levels) and gassing Monitoring of dielectric level decrease PT100 optional
	Transformer index of protection	IP54
	Transformer losses	IEC standard or IEC Tier-2
	Oil retention tank	Galvanized steel. Integrated with hydrocarbon filter. Optional
	Switchgear configuration	Double feeder (2L)
	Switchgear protection	Circuit breaker (V)
CONNECTIONS	Switchgear short circuit rating ^[1]	16 kA 1 s (optionally 20 kA or 25 kA)
	Switchgear IAC [1]	A FLR 16 kA 1 s
	LV-MV connections	Close coupled solution (plug & play)
	LV protection	Motorized circuit breaker included in the inverter
ENVIRONMENT	HV AC wiring	MV bridge between transformer and protection switchgear prewired
	Ambient temperature range ^[2]	-25 °C... +50 °C (T > 50 °C power derating)
	Maximum altitude (above sea level) ^[1]	Up to 1000 m
	Relative humidity	4% to 95% non condensing
AUXILIARY SERVICES	User cabinet	Integrated in the inverter (by default). Optionally, LV cabinet in the skid
	UPS system ^[1]	1 kVA/1 kW (12 minutes). Optional
OTHER EQUIPMENT	Safety mechanism	Interlocking system
	Fire suppression system	Transformer oil tank retention accessory. Optional
STANDARDS	Compliance	IEC 62271-212, IEC 62271-200, IEC 60076, IEC 61439-1



Tabla 3.- Características del MV Skid Compact



Ilustración 32.- Aspecto físico del MV Skid Compact

7.4.- CENTRO DE SECCIONAMIENTO EN STR.

El centro de seccionamiento esta existente en la instalación fotovoltaica y al realizar una conexión DC/DC no tendrá ninguna modificación respecto al proyecto original.

El centro de seccionamiento se encuentra integrado en la subestación transformadora elevadora 20/45 KV, con transformador 30/37,5 MWh, ubicada en una de las parcelas del parque, polígono 507 parcela 28 del término municipal de Torremocha (Cáceres). Cuenta con 3 posiciones de entrada 20 KV, 2 posiciones de reserva de línea 20 KV, 2 posiciones de línea 45 KV, dos posiciones de transformador 20/45 KV y una posición de barra partida mediante seccionador.



Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://revisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>



8.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA.



Este tipo de instalación se registrará principalmente por REBT, RAT y RCE y sus UNE correspondiente y especialmente por la ITC-BT-040.

8.1.- INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN EN CORRIENTE CONTINUA.

Definiremos instalación en Corriente Continua en Baja Tensión como todo el sistema que conecta desde la formación de baterías mediante la conexión en serie y en paralelo de celdas de baterías, pasando por la conexión en los convertidores DC/DC y llegando a la conexión a los inversores fotovoltaicos existentes.

8.1.1.- DIMENSIONAMIENTO BATERÍAS (ESS).

El dimensionamiento del sistema BESS se lleva a cabo con el objetivo de cumplir con la potencia y energía entregada a cada inversor fotovoltaico, atendiendo a las siguientes consideraciones:

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

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

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

Determinación de unidades de convertidores DC/DC:

- Rango de tensión admisible del PCS y rango de tensión de las baterías
- Curvas de derating: en función de la tensión CC, temperatura y altura.
- Curvas de eficiencia en función de la carga y la temperatura.

Determinación de las unidades de baterías:



- Configuración atendiendo al rango de tensión admisible de los convertidores DC/DC
- Número de racks admisible por contenedor o envoltente
- Balance de unidades de energía y potencia



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

Partimos de celdas de baterías de Ion -litio de 3.2 V y 314 Ah. Se agrupan 52 celdas en serie para formar un pack. Se conectarán teniendo en cuenta la polaridad de sus terminales según las siguientes consignas:

- Terminal positivo de una celda con el terminal negativo de la celda siguiente en el orden de conexión.
- Se conectarán los terminales mediante soldadura realizada en fábrica y no se manipularán, cortar ni empalmarán en la obra. Si fuera necesario una adaptación, se consultará a la Dirección Facultativa.

Los packs se conectarán en serie formando un rack que contará concretamente con 8 packs de celdas de ion-litio y un pack de control y protección. Los packs se conectarán siguiendo las siguientes consignas:

- Cada pack tendrá un terminal positivo y otro negativo, insertado en la carcasa exterior. El terminal positivo de una celda con el terminal negativo de la celda siguiente en el orden de conexión.
- El pack de control y protección tendrá el primero y el último de la serie.
- Se conectarán los terminales mediante cableado suministrado por el fabricante del rack y no se manipularán, cortar ni empalmarán en la obra. Si fuera necesario una adaptación, se consultará a la Dirección Facultativa.

12 racks se conectarán en paralelo formando un contenedor BESS. Por regla general, tanto la conexión interna de los racks como la conexión de packs y celdas vendrán realizadas desde fábrica, por lo que cualquier modificación que se requiera debe ser consultada previamente con la dirección facultativa y el fabricante.



Las características de los contenedores ESS, en condiciones normales de temperatura, presión y humedad, serán:

- Energía nominal: 5,016 Mwh
- Intensidad nominal : 1884 A
- Tensión nominal: 1331,2 V



8.1.2.- CONDUCTOR BT CC.

Para el dimensionamiento de los conductores se han aplicado los siguientes criterios:

- La pérdida de potencia máxima BT-DC de los tramos de cable en condiciones nominales.
- La pérdida de potencia máxima BT-AC de los tramos de cable en condiciones nominales.
- La pérdida de potencia en BT, compuesta por las dos componentes anteriores, será, en todas las tiradas, inferior al 1,5%.
- Los componentes eléctricos de BT deberán ser capaces de soportar la tensión máxima de funcionamiento del equipo de CC (1500 Vcc).
- Intensidades Máximas de Cálculos maximizada un 25%

El conductor empleado para la conexión entre los BESS y los PCS será el siguiente:

- Denominación: XZ1 (S) Al
- Sección: 400 mm²
- Conductor: Aluminio Clase 2
- Aislamiento: Polietileno reticulado, tipo XLPE
- Cubierta exterior: Poliolefina termoplástica libre de halógenos
- Intensidad máxima: 663 A (A aire)
- Diámetro exterior: 29.3 mm
- Radio de curvatura min. 150 mm
- Temperatura ambiente de trabajo desde -40°C hasta +90°C

La instalación será enterrada. En el apartado de cálculos se dimensionará los cables de corriente continua, determinando su sección y la cantidad de cables necesarios por fase.

A continuación, se puede ver una sección de la zanja con 6 cables de 400 mm² por fase.



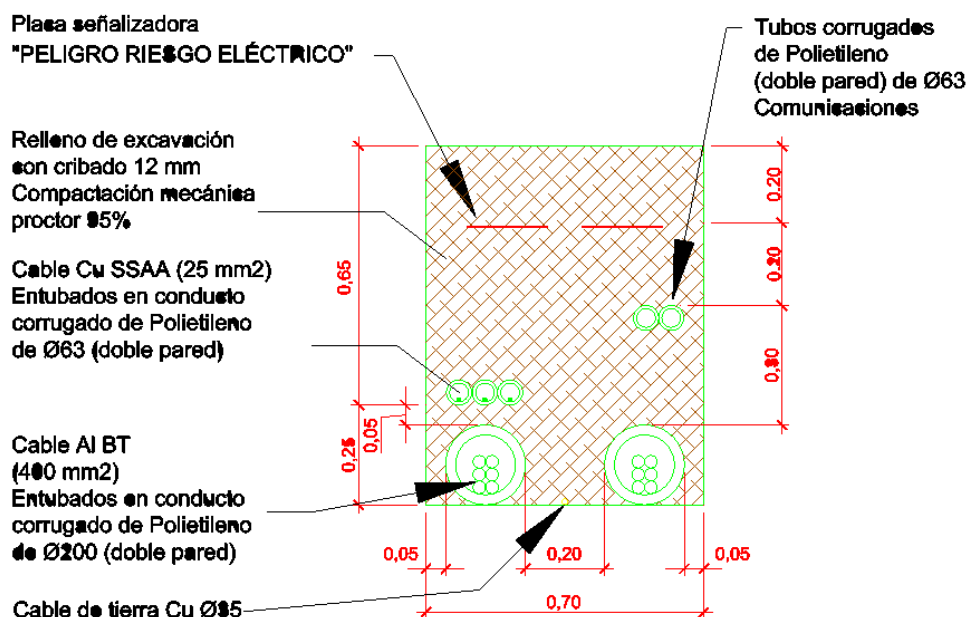


Ilustración 33.- Zanja tipo para cable de BT CC

8.1.3.- PROTECCIÓN BT CC.

El cableado de baja tensión entre el BESS y el PCS se protegerá a través de los siguientes dispositivos:

- Fusible CC 2500 A
- Interruptor de corte en carga 2000 A
- Vigilante de aislamiento

Estos dispositivos estarán integrados en el convertidor DC/DC de seleccionado.

8.2.- INSTALACIÓN DE BT PARA SERVICIOS AUXILIARES.

Los servicios auxiliares de la instalación de la planta se considerarán como instalación interior, observándose para ello lo dispuesto en RD842/2002, instrucciones técnicas complementarias y Normas particulares de la empresa Suministradora para la configuración de los puntos de medidas.

La instalación de intemperie se ejecutará soterrada. La entrada en cuadro de reparto se realizará con prensaestopas. Se instalará según instrucción ITC-BT-07 y se tratará como redes de distribución enterradas. Los cuadros de intemperie tendrán IP54.

En el interior del centro de seccionamiento existe un transformador de SSAA para abastecer los SSAA necesarios para la alimentación de los sistemas de refrigeración, iluminación, CCTV, comunicación, así como otros servicios generales:



- Potencia Nominal: 100 kVA
- Aislamiento: Encapsulado seco
- Tensión de cortocircuito: 3%
- Grupo de Conexión: Dyn11
- Tensión de primario: 3x20 KV
- Tensión secundario: 3x400 V $\pm 2,5\% \pm 5,0\%$



La alimentación del EMS se realizará a través del transformador de SSAA del centro de seccionamiento.

El Cuadro de Baja Tensión para protección y mando de los servicios auxiliares está ubicado en el centro de seccionamiento. Dicho cuadro se ampliará con los mecanismos necesarios para la protección del EMS para dotar del nivel de seguridad admisible a la instalación, cumplir ITC-BT17, 22, 23 y 24.

Por otro lado, los contenedores de baterías se alimentarán del transformador de servicios auxiliares del MV Skid. Dicho transformador es de 215 KVAs y tiene las siguientes tensiones 690V/400-400-230V, pero se realizará un retrofit por parte del fabricante del MV Skid y se instalará un transformador para servicios auxiliares de 25 KVAs. El cuadro de protección de las salidas del transformador de SSAA se encuentra en el MV Skid. Actualmente se utilizan los servicios auxiliares principalmente para monitorización y control, por lo que el consumo es inferior a 1 KW como máximo, por lo que el transformador de SSAA de cada Power Station es suficiente para alimentar a los servicios auxiliares de los contenedores de baterías.

Se instalarán Interruptores Automáticos de Corte Omnipolar con protección de sobrecarga, cortocircuito y sobretensiones.

Se procederá a proteger todos los circuitos de forma particular.

Se instalan 3 salidas de circuitos diferentes a los que se dotan de protecciones contra sobreintensidades según sección de cables y contra contactos indirectos por dispositivo de corriente diferencial residual según necesidades de 300mA/30mA de sensibilidad, todas con poder de corte de 6kA.



8.3.- INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.



El esquema de tierra a utilizar será:

- Aislado de Tierra para la Instalación de CC (Tierra flotante)
- Esquema TT para instalación de CA de SSAA.

La resistencia al paso de la corriente de los electrodos obtenida por medición directa no deberá ser en ningún caso superior a 20 Ohmios, si así sucediera se efectuará un tratamiento del terreno por alguno de los métodos utilizados en la práctica en el lugar donde se haya ejecutado la instalación. En caso de realizar esta actuación se comunicará a la ingeniería que realiza la instalación común del centro para tomar medidas correctoras que se estime necesario.

Se conectarán a tierra todas las masas susceptibles a ponerse en tensión en la instalación, incluida canalizaciones metálicas y red equipotencial de masas.

Según marca la norma ITC-BT 18, todas las instalaciones deben conectarse a una red de tierra.

En acuerdo con la normativa particular de la compañía suministradora se procede a la instalación del tipo TT. Sistema de picas de Acero Galvanizado con superficie por electrolisis de cobre de 14mm de diámetro y 2m de longitud hincada en fondo de calicatas de canalizaciones con $h > 0,80m$, conectada a una toma de tierra en la caja de registro de tierras para medición y mantenimiento mediante conductor 0,6/1kV, RV-K de 16mm² de sección bajo tubo de 32mm de diámetro. Se llevará a los CBT de Servicios Auxiliares.

Se aprovecha la apertura de las calicatas de las canalizaciones subterránea para tender el anillo de cobre desnudo de 1x70 mm² donde se conectarán todas las picas de tierra. El sistema de tierras de BT se ejecutará así a cotas más profundas de 0,8m.

En cada posición de cuadro de SSAA (CBT) se conectará una pica y se dará toma mediante soldadura aluminotérmica al anillo y/o mediante brida de conexión y conductor RV-K 0,6/1kV 1x16mm² Cu se dará tierra al cuadro.

Del anillo de tierras se dará tierra a todas las partes metálicas de la instalación que sean susceptibles a estar en tensión (de Baja Tensión). Así se dará tierra a las estructuras portantes.

Todos los circuitos de salida del CBT se repartirán con su correspondiente cable de tierra con sección igual a la de los conductores activos.

8.4.- INSTALACIÓN DE MEDIA TENSIÓN.

El proyecto llega hasta la conexión en baja tensión (DC) en los inversores existentes de Power Electronics. La media tensión ya está instalada y fue objeto de otro proyecto.



9.- MONITORIZACIÓN.



9.1.- TOPOLOGÍA.

La arquitectura está basada en estos dos bloques:

- Nivel 1: Contenedor (Supermaster)
- Nivel 2: Centro de seccionamiento (EMS)

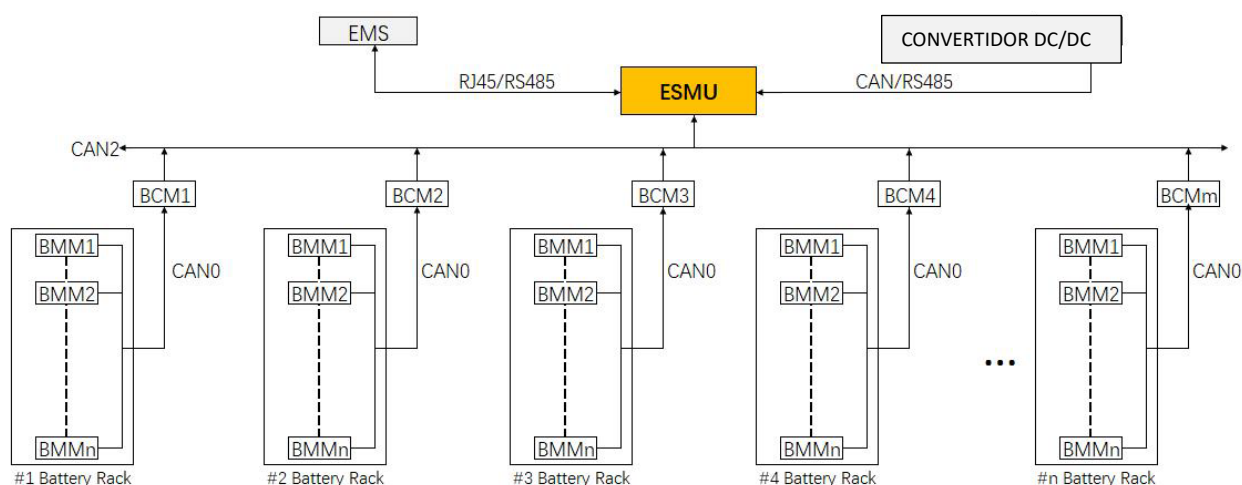


Ilustración 34- Monitorización tipo en un parque de baterías

9.2.- INSTALACIÓN EN LOS CONTENEDORES.

En los contenedores se instalará un autómata programable con funciones de supermaster para controlar los BMS de los racks de cada contenedor de forma que comande la protección general de contenedor mediante señales internas y externas del EMS instalado en el centro de seccionamiento.

El modelo de supermaster elegido es el ESBCM-F133-L-S de la marca Gold, pero se podría utilizar cualquier otro de las mismas características. Es un módulo de control y gestión ideal para el sistema de gestión de baterías ESS. Este módulo gestiona el bastidor de baterías en el sistema de gestión de baterías de almacenamiento de energía y generalmente se ubica dentro de la caja de control de alta tensión del contenedor. Se encarga principalmente de la adquisición de datos (DAQ) de tensión, corriente y temperatura, el registro de la información de las celdas en el contenedor, el cálculo del estado de carga/estado de la batería (SOC/SOH), la evaluación de la estrategia de equilibrado y el diagnóstico de fallos de la batería, y la implementación de la protección local y el control de relés de los bastidores de baterías en función de la información de fallos de la batería. El ESBCM-F133-L-S cuenta con una interfaz de comunicación CAN para comunicarse con la unidad de gestión de baterías (BMM) y la unidad de gestión a nivel de pila

(ESMU). El ESBCM-F133-L-S realiza la recopilación de datos de aislamiento y el cálculo del estado de carga/estado de la batería (SOC/SOH). Cuenta con una interfaz de comunicación CAN redundante, una interfaz de comunicación RS-485 y una interfaz de comunicación Ethernet para la comunicación con otros dispositivos externos. El ESBCM-F133-L-S es el módulo principal del sistema de gestión de baterías ESS y es el equipo clave para garantizar un funcionamiento seguro, fiable y eficiente de todo el sistema de almacenamiento de energía.

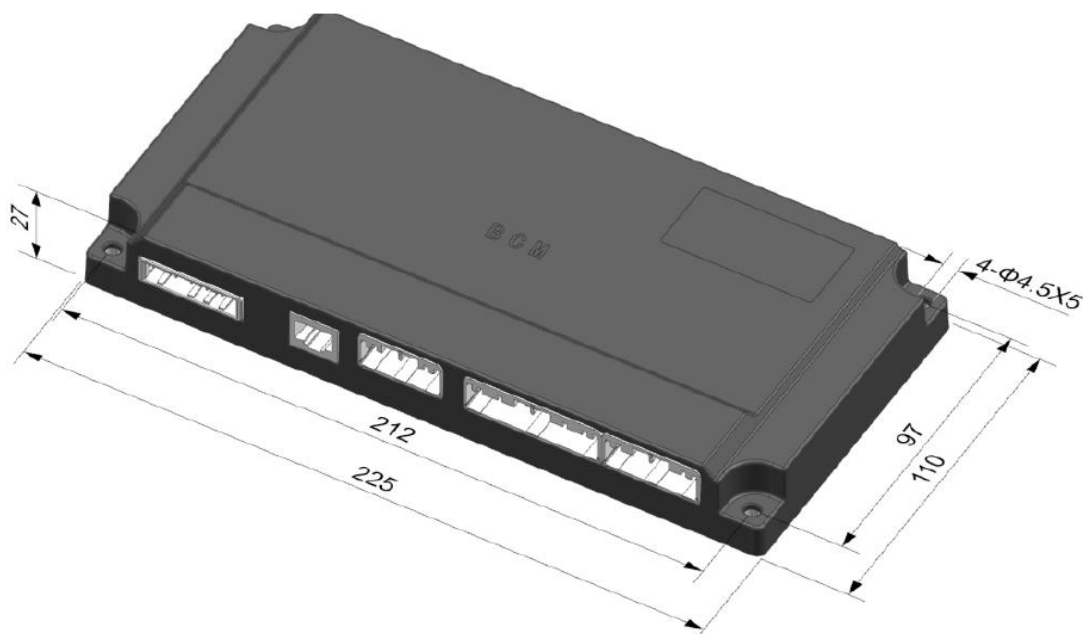


Ilustración 35.- Apariencia física el Supermaster ESBCM-F133-L-S de Gold

9.3.-NIVEL DE LA SALA DE CONTROL DEL CENTRO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (EMS).

En la sala de control del parque, en el centro de operación y mantenimiento, se sitúa en el centro de seccionamiento y se localizan los servidores que recogen toda la información del parque. El servicio de monitorización incluye un software de gestión y un archivo histórico con la base de datos adquiridos en el campo. Mediante este software se controlaran los datos del precio de la energía de forma que se comande la carga de las baterías con la energía fotovoltaica generada cuando el precio de la energía esa baja y se descargue cuando precio sea alta.

En la siguiente gráfica tenemos un ejemplo claro de como la batería cargaría en las horas centrales del día y descargaría a última hora de la tarde o a primera hora del día siguiente.

Precio del mercado diario

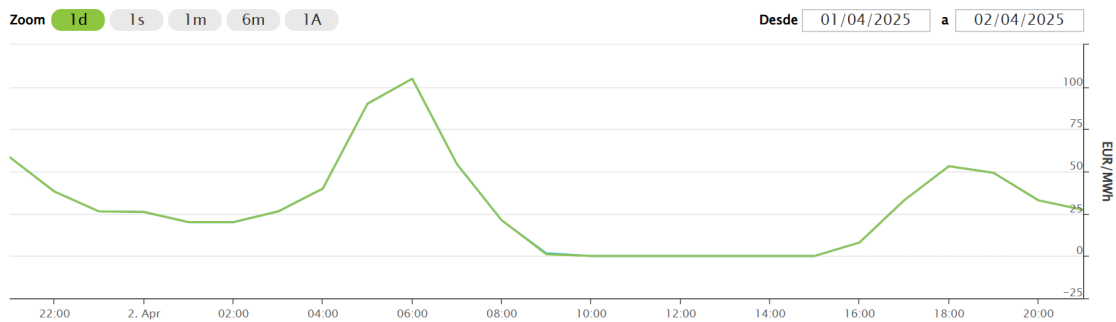


Ilustración 36.- Precio del mercado diario de la energía 01/04/2025

Por otro lado, la instalación solar fotovoltaica recibe ordenes de su centro de control para que pare la producción o la disminuya en aproximadamente 200 horas al año, lo que supone aproximadamente un 10% de su producción. En dichas horas, el sistema de gestión (EMS) también comandará la carga de las baterías con la producción para esos periodos.

9.3.1.- SISTEMA SCADA (EMS).

El servidor central conforma el Sistema de gestión. SCADA y base de datos se instalarán en el servidor.

Los siguientes elementos se concentran en el Sistema de gestión:

- Gestión del consumo
- Estado a tiempo real del diagrama de cableado en la monitorización de energía
- Gráficos, informes y alarmas

Sus prestaciones técnicas son:

- Acceso web por diferentes usuarios
- Alta adaptabilidad e integralidad con otros softwares
- Posibilidad de programar acciones redundantes
- Datos históricos y acceso a tiempo real
- Soporte para Windows, Linux, Mac...
- Soporte para PC, tabletas, teléfonos móviles, ...
- Configuración de informes dinámicos
- Gestión de alarmas



10.- SEGURIDAD.



El sistema de acumulación de energía está incluido en la instalación solar fotovoltaica de La Pizarra I Torremocha, por lo que ya ha sido ejecutada y fue objeto de un proyecto anterior.

La instalación de circuito cerrado de televisión (CCTV) cuenta con un total de 18 cámaras situadas en zonas estratégicas para tener una visión total de vallado de la instalación.

Existen 13 cámara térmicas y 5 PTZ1 que detectan el movimiento y enfocan a la causa del movimiento.

Id	Denominación	Tipo Cámara	Báculo	Tipo de Lente	Licencia DFUSION
E1	35T1	Bullet Térmica	B1	35mm	PRO
E2	35T2	Bullet Térmica	B3	35mm	PRO
E3	35T3	Bullet Térmica	B9	35mm	PRO
E4	35T4	Bullet Térmica	B10	35mm	PRO
E5	35T5	Bullet Térmica	B10	35mm	PRO
E6	35T6	Bullet Térmica	B11	35mm	PRO
E7	25T1	Bullet Térmica	B4	25mm	PRO
E8	25T2	Bullet Térmica	B9	25mm	PRO
E9	19T1	Bullet Térmica	B4	19mm	PRO
E10	19T2	Bullet Térmica	B5	19mm	PRO
E11	19T3	Bullet Térmica	B8	19mm	PRO
E12	13T1	Bullet Térmica	B6	13mm	NORMAL
E13	13T2	Bullet Térmica	B7	13mm	NORMAL
E14	PTZ1	PTZ tipo I	B1	45x IR	NORMAL
E15	PTZ2	PTZ tipo I	B2	45x IR	NORMAL
E16	PTZ3	PTZ tipo I	B4	45x IR	NORMAL
E17	PTZ4	PTZ tipo I	B8	45x IR	NORMAL
E18	PTZ5	PTZ tipo I	B10	45x IR	NORMAL

Tabla 20.- Cámaras instaladas en la instalación FV

11.- OBRA CIVIL.



11.1.- PREPARACIÓN DEL TERRENO.

Se cumplirá lo especificado en los artículos 300, 320 y 330 del PG-3 en los puntos que sean afectados y por tanto aplique.

La instalación se ubica parcialmente en terreno agrícola que ha sido acondicionado previamente para realizar la instalación solar fotovoltaica.

Se consideran los siguientes trabajos de obra civil:

- Limpieza de las zonas donde se ubique la instalación.
- Despeje y desbroce de todas las áreas donde se instalen los racks de baterías.
- Existe una losa junta a cada inversor fotovoltaico que habrá que ampliar para los contenedores de baterías y los convertidores.



Ilustración 37.- Losa existente junto a los inversores de Power Electronics

- Se ha tenido en cuenta unas distancias óptimas entre las unidades de baterías para la correcta maniobra y control del sistema.
- Los cables de BT-CC son integrados internamente en las unidades modulares de baterías por el fabricante hasta los convertidores DC/DC integrado en la unidad.
- Los cables de BT-DC desde los convertidores DC/DC hasta los inversores fotovoltaicos.

- El sistema de puesta a tierra que conectará los elementos metálicos a tierra de: unidades de almacenamiento y convertidores, etc. llevando el cable directamente enterrado en las zanjas de baja.

Además, indicar que el diseño de la planta seguirá las siguientes normas relacionadas con el diseño civil:

- Pliego de prescripciones técnicas para obras de carreteras y puentes, PG-3.
- Código Técnico de la Edificación, aprobado por RD (1371/2007)
- Instrucción de hormigón estructural EHE-08 RD (1247/2008)
- LEY 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental
- Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero, por la que se aprueba la Norma 3.1- IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 5.2-IC. Drenaje Superficial (Orden FOM/298/2016 de 15 de febrero)
- Norma 6.1-IC. Secciones de firme (Orden FOM/3460/2003 de 28 de noviembre)
- Normas UNE

Hay que destacar que en cualquier caso no se efectuarán movimientos significativos de tierras, así como tampoco desbroces más allá de los referidos a las instalaciones puntuales, pero que tampoco serán significativos porque ya se realizará una labor de mantenimiento en la instalación fotovoltaica que incluye el desbroce de la parcela. En cualquier caso, no se alterará la morfología del terreno, debido a que el terreno es suficientemente plano para permitir la construcción de losas para los contenedores de BESS y convertidores.

De esta forma, se contemplará el mínimo movimiento de tierras, únicamente necesario para la ejecución de la construcción de losas para ESS y convertidores y sus correspondientes zanjas para el cableado de potencia, comunicaciones y tomas de tierra.

Se priorizará disponer los excedentes de tierra provenientes de excavaciones en las zonas de terreno donde sea necesario rellenarlas. En caso de generarse excedentes, estos se dispondrán en vertederos autorizados para ello por la autoridad competente.

Los drenajes de la parcela ya están realizados y se considera que la nueva instalación del sistema de acumulación no alterará sustancialmente el movimiento interno del agua.

11.2.- ZANJAS.

En un parque de baterías se harán distinción entre 3 tipos de zanjas:

- Zanjas de BT, que contendrán los siguientes circuitos:
 - Circuitos BT de conexión entre BESS, Convertidores DC/DC e inversores fotovoltaicos.
- Zanjas de Puesta a Tierra



- Puesta a tierra de los contenedores BESS y los convertidores DC/DC.
- Zanja de comunicaciones
 - Circuito de comunicaciones de F.O. y cables de Ethernet



Las zanjas pueden incluir un único tipo de cableado o varios de estos.

11.2.1.- EXCAVACIÓN DE ZANJAS.

La excavación en zanjas y arquetas cumplirá lo especificado en el artículo 321 del PG-3.

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

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 quitarán las rocas sueltas o disgregadas y todo material que se haya desprendido de los taludes.

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.

En la excavación se tendrá en cuenta, en caso de que fuera necesaria, la entibación de la zanja.

Se instalará una red de puesta a tierra para el parque de baterías, la cual garantizará la seguridad para tensiones de Paso y Contacto, así como de defectos a tierra.

La instalación de la malla de tierra estará compuesta por un cable de cobre desnudo directamente enterrado a lo largo de las canalizaciones existentes y a lo largo de la malla de tierra se instalarán picas.

11.3.- ARQUETAS.

Las arquetas serán prefabricadas de PVC, con drenaje para la evacuación de agua. Se ajustarán a las dimensiones y calidades dispuestas en el proyecto de ejecución, colocándose cámaras en cada cambio de dirección superior a 60°.

Por lo tanto, se utilizarán cámaras independientes para los siguientes circuitos:

- Circuitos de Generación en BT
- Circuitos de Comunicación
- Circuitos de Puesta a Tierra

El relleno se hará con tierra de préstamo o excedentes de excavación. La compactación de la cámara se realizará en tongadas de 20 cm compactándose mediante bandeja vibrante,



debiéndose alcanzar al menos el 95% del PROCTOR Normal.

La terminación de los conductos será con tubos a ras de pared interior de cámara y todas las bocas selladas con espuma de poliuretano.



11.4.- VALLADO.

El vallado del sistema BESS **son los existentes** y se comparte con la instalación solar fotovoltaica La Pizarra, Torremocha, y por lo tanto, ya está realizado y no es objeto de este proyecto.

11.5.-CAMINOS.

Los caminos del sistema BESS **son los existentes** y se comparten con la instalación solar fotovoltaica La Pizarra, Torremocha, y por lo tanto, ya está realizados y no es objeto de este proyecto.

11.6.- CIMENTACIONES

La cimentación de los BESS y los convertidores DC/DC **son los existentes**.

Se realiza una excavación de una capa de 25 cm de profundidad. Se rellena una primera capa de 10 cm mediante vertido de material procedente de las excavaciones siempre que cumplan los límites de tolerabilidad marcados por el Director de Obra y con un índice de compactación del 98% del Proctor modificado. Sobre ella se ejecuta la losa de la cimentación, mediante encofrado.



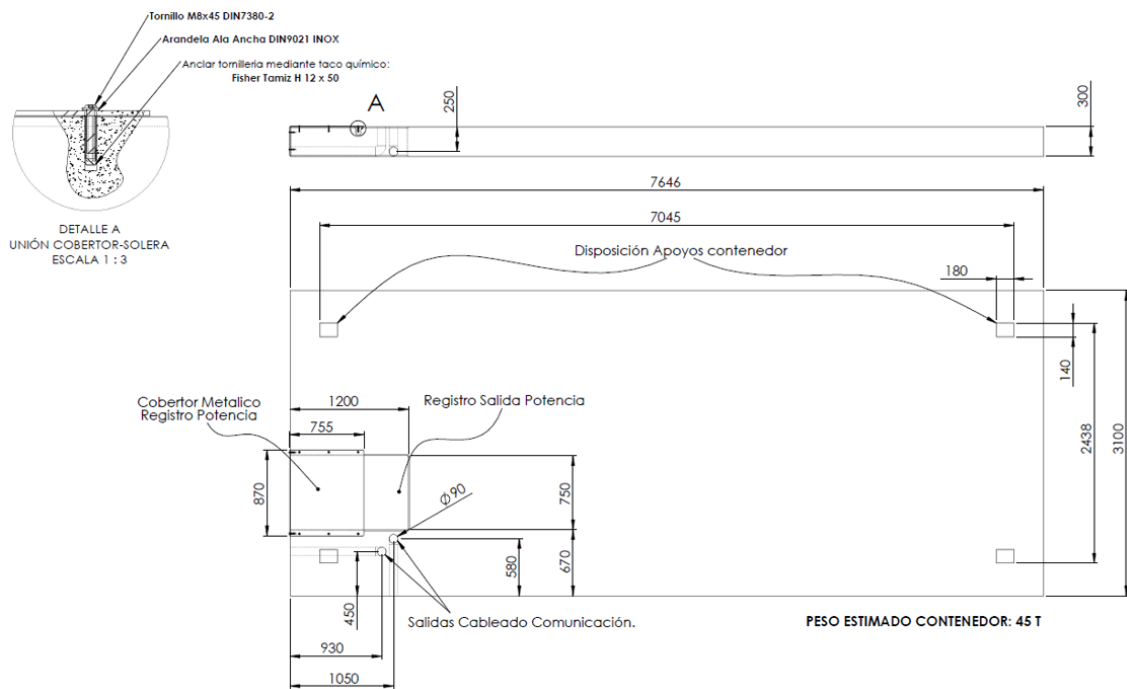


Ilustración 44.- Detalle de la cimentación de BESS

Las entradas y salidas a los ESS y Convertidores DC/DC de los circuitos de Baja, comunicaciones y puestas a tierra se ejecutarán mediante aperturas reservadas para tal fin sobre el cajón de cimentación.

Los circuitos de Baja Tensión llegan hasta soterrados a través de zanja directamente enterrados, éstos se canalizarán desde la zanja correspondiente hasta la apertura del cajón de cimentación, de ahí se canalizarán hacia el interior a través de trampillas reservadas en el contenedor para acceder al suelo técnico.

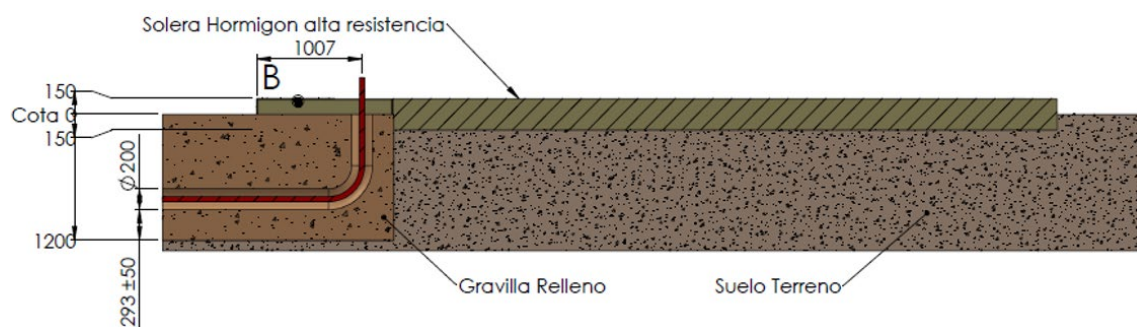


Ilustración 45.- Detalle de la entrada de cable a los BESS



12.- SUBESTACIÓN Y EDIFICIO PARA O&M.

La subestación del sistema BESS **es existente** y la comparten con la instalación solar fotovoltaica La Pizarra I, Torremocha, y por lo tanto, ya está realizado y no es objeto de este proyecto.

13.- LÍNEA DE EVACUACIÓN MT.

La línea de evacuación del sistema BESS **es existente y** se comparte con la instalación solar fotovoltaica La Pizarra I, Torremocha, y por lo tanto, ya está realizada y no es objeto de este proyecto.



Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://revisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>



14.- RESUMEN DE PRESUPUESTO.



BESS ENDURANCE 7,2 MW 15 MWH	IMPORTE	(€/KWH)
TOTAL CAPÍTULO 1: OBRA CIVIL	20.124,37 €	1,34
TOTAL CAPÍTULO 2: CIRCUITOS ELECTRICOS	11.616,05 €	0,77
TOTAL CAPÍTULO 3: RED DE PUESTA A TIERRA	4.938,92 €	0,33
TOTAL CAPÍTULO 4: BESS	1.500.603,75 €	99,72
TOTAL CAPÍTULO 5: CONVERTIDORES	548.110,53 €	36,42
TOTAL CAPÍTULO 6: EMS	7.647,06 €	0,51
OTROS (INGENIERIA, MAB, MANAGEMENT, VIGILANCIA, SEGUROS, ETC.)	35.000,00 €	2,33
TOTAL PRESUPUESTADO	<u>2.128.040,68 €</u>	<u>141,42</u>
IVA (21%)	446.888,54 €	29,70
TOTAL PRESUPUESTO (IVA INCLUIDO)	2.574.929,22 €	171,11

Tabla 20.- Presupuesto BESS La Pizarra I Torremocha resumido

El presupuesto total del parque de baterías BESS asciende a **#Dos millones quinientos setenta y 4 mil novecientos veinte y nueve euros con veinte dos céntimos#**.

Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://revisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>





15.- ESTUDIO ELECTROMAGNÉTICO.

Dado que las líneas eléctricas de corriente continua estarán enterradas, se entiende que se encuentran apantalladas por el terreno y no producirán campos eléctricos significativos.

Se ha calculado en el documento 5 el campo magnético que producirán los contenedores de baterías y las líneas eléctricas de corriente continua y se encuentran por debajo de lo indicado en el RD 1066/2001, en el punto 3.1 Niveles de Campo. Se establecen los niveles de referencia para campos eléctricos y magnéticos, según el siguiente cuadro:

CUADRO 2

Niveles de referencia para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (0 Hz-300 GHz, valores rms imperturbados)

Gama de frecuencia	Intensidad de campo E (V/m)	Intensidad de campo H (A/m)	Campo B (μT)	Densidad de potencia equivalente de onda plana (W/m ²)
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	$0,73/f$	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

Tabla 21.- Referencias de campos magnéticos y eléctricos

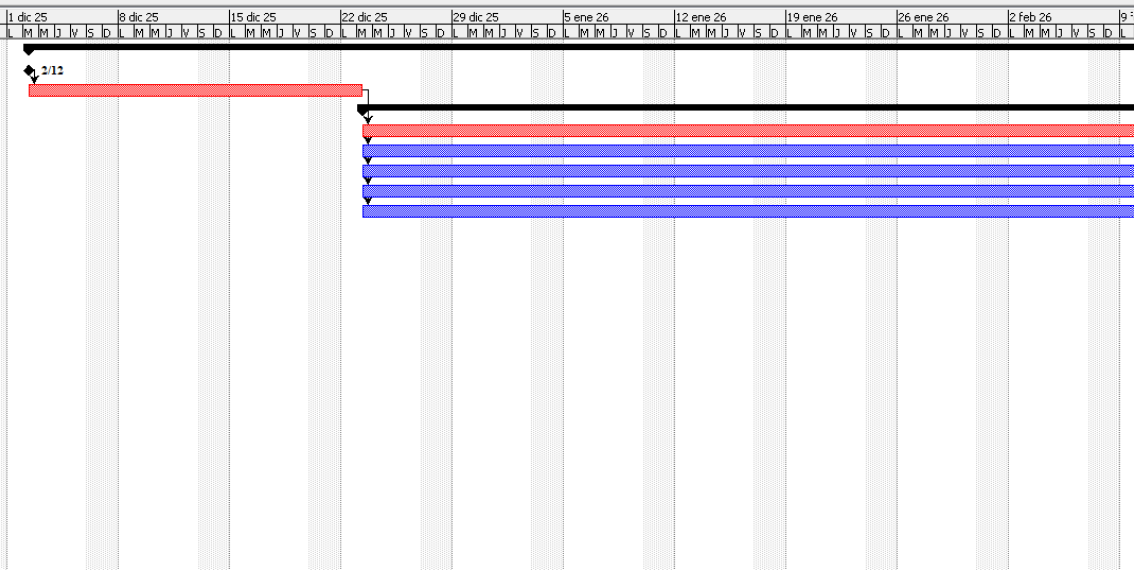
Por tanto, para el rango de frecuencia (0-1 kHz) (corriente continua) el campo magnético permitido es de 4×10^{-4} Teslas

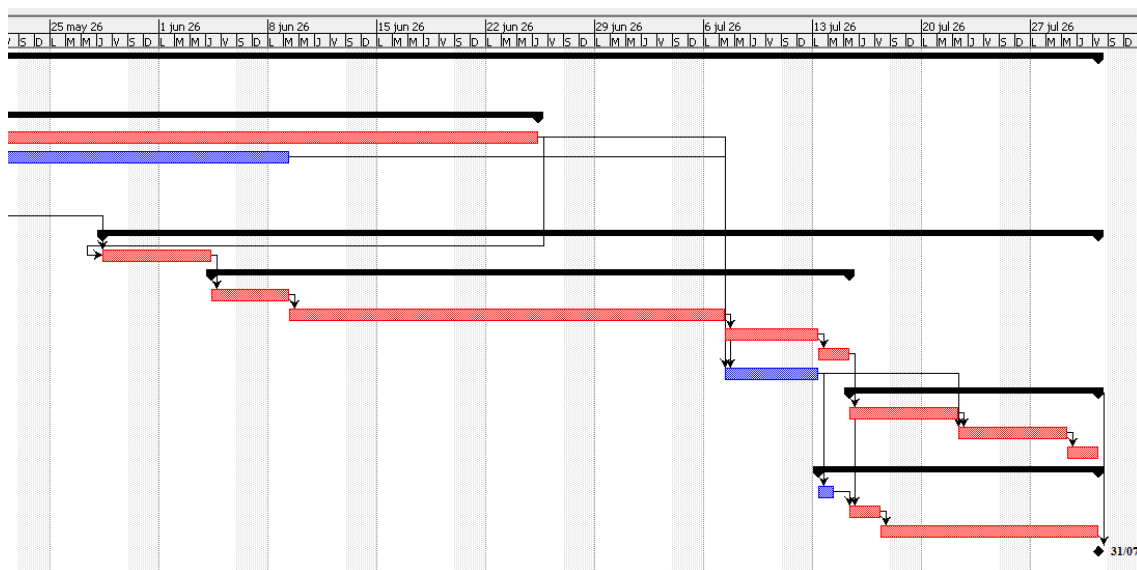
El campo magnético para los elementos de esta instalación es de $3,7 \times 10^{-4}$ por lo que se encuentra por debajo de lo permitido y no hay que realizar ningún apantallamiento extraordinario.

16.- CRONOGRAMA.



		Nombre	Duración	Inicio	Terminado
1		INSTALACIÓN BESS LA PIZARRA	173 days	2/12/25 9:00	31/07/26 9:00
2		Firma del contrato	0 days	2/12/25 9:00	2/12/25 9:00
3		Ingeniería	15 days	2/12/25 9:00	23/12/25 9:00
4		Compra de equipos	132 days	23/12/25 9:00	25/06/26 9:00
5		BESS	132 days	23/12/25 9:00	25/06/26 9:00
6		Convertidor DC/DC	120 days	23/12/25 9:00	9/06/26 9:00
7		EMS	100 days	23/12/25 9:00	12/05/26 9:00
8		Cableado	70 days	23/12/25 9:00	31/03/26 9:00
9		Material obra civil	50 days	23/12/25 9:00	3/03/26 9:00
10		Construcción	46 days	28/05/26 9:00	31/07/26 9:00
11		Casetas de obra y servicios	5 days	28/05/26 9:00	4/06/26 9:00
12		Obra civil	29 days	4/06/26 9:00	15/07/26 9:00
13		Adecuación del terreno	3 days	4/06/26 9:00	9/06/26 9:00
14		Losas	20 days	9/06/26 9:00	7/07/26 9:00
15		zanjas y arquetas	4 days	7/07/26 9:00	13/07/26 9:00
16		Entubado	2 days	13/07/26 9:00	15/07/26 9:00
17		Descarga de BESS y Convertidores DC/DC	4 days	7/07/26 9:00	13/07/26 9:00
18		Instalación eléctrica	12 days	15/07/26 9:00	31/07/26 9:00
19		Tendido de cableado eléctrico	5 days	15/07/26 9:00	22/07/26 9:00
20		Conexión eléctrico	5 days	22/07/26 9:00	29/07/26 9:00
21		Comprobación y mediciones	2 days	29/07/26 9:00	31/07/26 9:00
22		Instalación SCADA	14 days	13/07/26 9:00	31/07/26 9:00
23		Instalación de cuadro de EMS	1 day	13/07/26 9:00	14/07/26 9:00
24		Tendido de cable de comunicaciones	2 days	15/07/26 9:00	17/07/26 9:00
25		Integración y comprobación	10 days	17/07/26 9:00	31/07/26 9:00
26		Puesta en marcha del sistema completa	0 days	31/07/26 9:00	31/07/26 9:00





Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ74PH1 verificable en <http://evisado.cogitacares.org/validar/ValidacionCSV.aspx>



17.- CONCLUSIONES.

Con lo especificado en esta memoria y la restante documentación que forma parte del presente Proyecto, se considera suficientemente descrita el sistema de almacenamiento de baterías, para **el otorgamiento por parte de la Administración competente de la correspondiente Autorización Administrativa Previa (AAP) y Autorización Administrativa de Construcción (AAC) de la instalación y Declaración de Impacto ambiental favorable (DIA).**

Cáceres, octubre de 2025.

El Ingeniero Técnico Industrial

D. Francisco del Amo Pino

Colegiado Nº 946. Cáceres



Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://revisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>





HIBRIDACIÓN MEDIANTE ALMACENAMIENTO CON BATERIAS DC-DC EN PLANTA SOLAR EXISTENTE “LA PIZARRA” (TORREMOCHA)

DOC. N°2: Memoria de cálculo.

Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://revisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>



DOCUMENTO 2: MEMORIA DE CÁLCULO.



1.- CONDICIONANTES AMBIENTALES, FÍSICOS Y QUÍMICOS.

Los condicionantes ambientales que se deben considerar para el diseño, cálculo, justificación de equipos y sistemas de este proyecto son los relacionados a continuación.

1.1.- MEDIO AMBIENTE Y GEOGRAFÍA.

Las características del emplazamiento son:

- Altura: 440 m.s.n.m
- Temperatura: entre -4°C y 38 °C
- Radiación UV: media

1.2.-PRECIPITACIONES.

La caracterización climática del área de estudio es importante para interpretar otros aspectos del medio físico como son la vegetación y los usos del suelo.

En Torremocha, los veranos son cálidos, secos y mayormente despejados y los inviernos son fríos y parcialmente nublados. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 1°C a 34°C.

Se muestran en la página siguiente los gráficos de precipitaciones elaborados para la península Ibérica por la Agencia Estatal de Meteorología. En concreto, Precipitación media anual en mm².



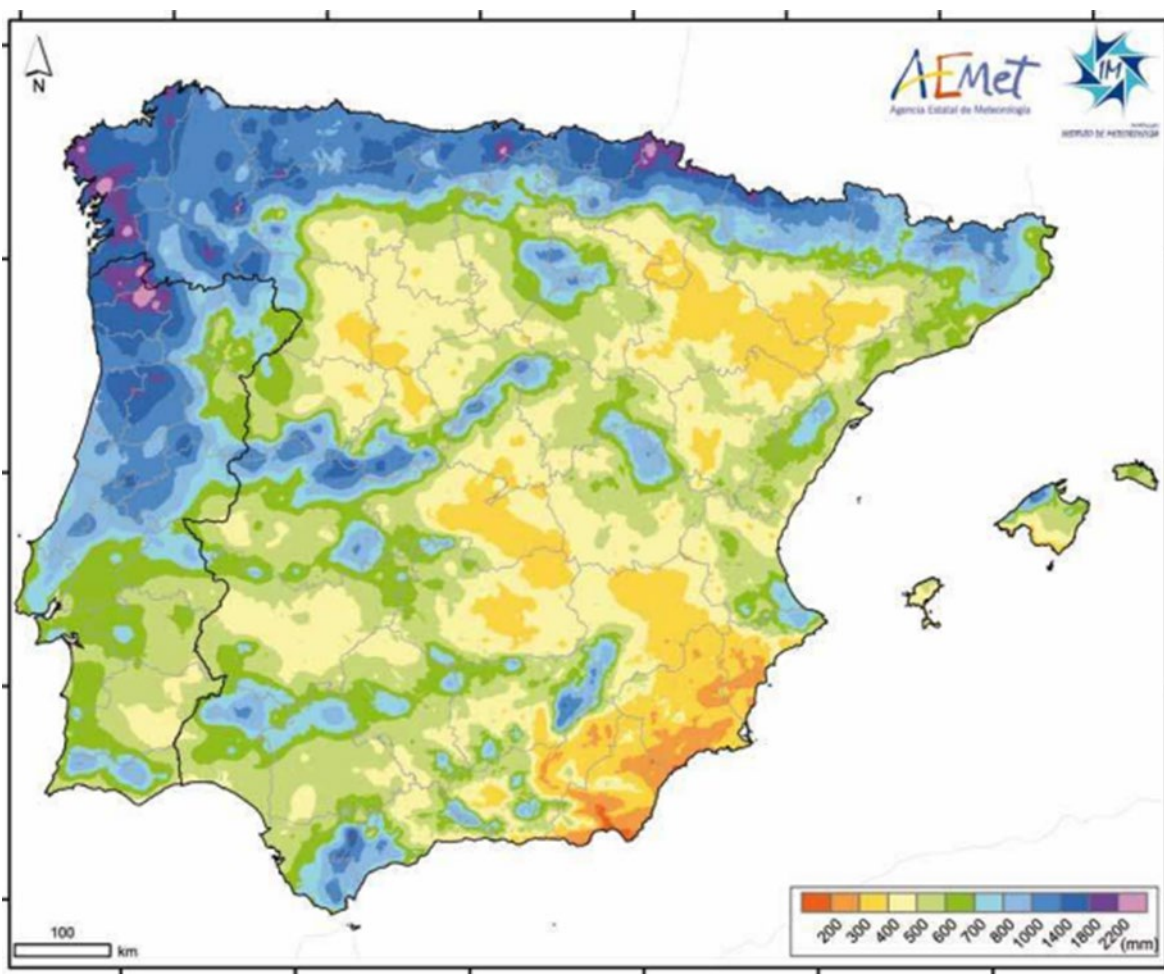


Ilustración 40.- Mapa de localización de precipitaciones medias anuales. Fuente: AEMET

1.3.- CONDICIONANTES DEL SISTEMA ELÉCTRICO.

Las características del sistema eléctrico que condicionarán la justificación del cálculo del presente documento son los determinados en el lado de Baja Tensión y Corriente Continua de la instalación, así como el lado de Media Tensión y Corriente Alterna. Sus valores son los siguientes:

- Tensión máxima: 1500 Vcc
- Tensión nominal AC: 400 Vca



2.- NORMATIVA APLICABLE.

Los cálculos son conformes a las normativas indicadas a continuación:

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC).
- UNE-HD 60364-5-52: Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 5: Selección e instalación de equipos eléctricos.
- IEC 61442: International Standard of the International Electrotechnical Commission- Testing for cable accessories with voltage between 6 and 36 kV.

3.- CALCULO DEL CABLEADO BT.

3.1.- CABLEADO DE BAJA TENSIÓN DEL SISTEMA BESS.

El cableado de baja tensión engloba:

- Cables de interconexión de CC de los BESS hasta los convertidores DC/DC.
- Cables de interconexión de CC de los convertidores DC/DC hasta los convertidores hasta los inversores fotovoltaicos.
- Cables de interconexión de CA de los sistemas auxiliares de la planta.

3.2.- CABLES DE INTERCONEXIÓN DE CC DE LAS UNIDADES DE ENERGÍA BESS A LOS CONVERTIDORES DC/DC.

Como se ha indicado, existen 3 unidades BESS y cada contenedor de batería se conecta a dos convertidores DC/DC que a su vez van conectados a un inversor fotovoltaico.



Inicio de la línea	Final de la línea	Tipo de línea	Potencia nominal (kw)	Tensión nominal (V)	Longitud (m)
BESS1	Convertidor 1	Corriente Continua	1200	1331.2	5
BESS1	Convertidor 2	Corriente Continua	1200	1331.2	15
BESS2	Convertidor 3	Corriente Continua	1200	1331.2	5
BESS2	Convertidor 4	Corriente Continua	1200	1331.2	15
BESS3	Convertidor 5	Corriente Continua	1200	1331.2	5
BESS3	Convertidor 6	Corriente Continua	1200	1331.2	15
Convertidor 1	INV1	Corriente Continua	1200	1331.2	10
Convertidor 2	INV1	Corriente Continua	1200	1331.2	10
Convertidor 3	INV2	Corriente Continua	1200	1331.2	10
Convertidor 4	INV2	Corriente Continua	1200	1331.2	10
Convertidor 5	INV3	Corriente Continua	1200	1331.2	10
Convertidor 6	INV3	Corriente Continua	1200	1331.2	10

Tabla 22.- Cableado de CC

3.3.- CABLES DE ALIMENTACIÓN DE LOS SISTEMAS AUXILIARES.

Este cableado es el que alimenta las cargas de auxiliares de la planta como son principalmente las comunicaciones, el sistema de extinción de incendios y la refrigeración líquida. El transformador de SSAA existente en cada Power Station tiene una potencia de 15 KVA. Las líneas de SSAA partirán del cuadro de baja tensión en cada Power Station y se distribuirá a los contenedores de baterías donde existirá un cuadro secundario para alimentar los servicios auxiliares del propio contenedor y del convertidor. Además, habrá una línea para alimentar al cuadro del Energy Management System (EMS) que se situará en el propio centro de seccionamiento.

Las cargas de los servicios auxiliares son las siguientes:



	Nombre	Voltaje	Stand by (W)	Operación (W)	Emergencia (W)
Carga de servicios auxiliares	Refrigerador	400Vac	4500	24000	0
	Contador	230Vac	3	3	3
	Sistema anti incendio	230Vac	20	20	230
	Deshumidificador	230Vac	0	182	0
	Extractor de emergencia	230Vac	0	0	194
	CBMU	24Vdc	18	18	18
	SBMU	24Vdc	10	10	10
	Data logger	24Vdc	4	4	4
	Relé	24Vdc	16	16	0
	Indicador	24Vdc	15	15	15
	Sensor	24Vdc	55	55	0
	Contactador	24Vdc	60	60	60
	Comunicación Convertidor	24Vdc	20	20	20
Total	Carga AC	-	4523	24205	427
	Carga DC	-	198	198	127
	Carga AC+DC	-	4721	24403	554



Ilustración 23.- Consumos del sistema BESS

Para el cálculo del cableado tomamos la carga máxima en operación:

Inicio de la línea	Final de la línea	Tipo de línea	Potencia nominal (w)	Tensión nominal (KV)	Longitud (m)
PS1	BEES1	Corriente Alterna	24205	400	20
PS2	BEES2	Corriente Alterna	24205	400	20
PS3	BEES3	Corriente Alterna	24205	400	20
CS	CS	Corriente Alterna	500	230	15

Tabla 24.- Líneas eléctricas de SSAA

3.4.- CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN.

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



- Temperatura del terreno: 25°C
- Resistividad media del terreno: 1,5 K·m/W
- Profundidad de enterramiento: 0,6 m – 1,0 m
- Agrupación de circuitos:
 - Cableado DC: máximo 4 circuitos de aluminio unipolares directamente enterrados. Separación de 0,25 m entre circuitos tanto vertical como horizontal.

Notas:

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

3.5.- METODOLOGÍA DE CÁLCULO.

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

- Densidad de corriente.
- Caída de tensión.

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

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



3.6.- CÁLCULO POR DENSIDAD DE CORRIENTE.

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

$$I_b < I_z$$

Donde:

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

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

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

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

$$I_z = I_o \cdot K$$

Donde:

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

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

3.7.- CÁLCULO POR CAÍDA DE TENSIÓN.

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



Parámetros	Circuitos Monofásicos	Circuitos trifásicos	Circuitos Corriente Continua
------------	-----------------------	----------------------	------------------------------

ΔV

$$\Delta V = I * L * (R * \cos\varphi + X * \text{Sen}\varphi)$$

$$\Delta V = I * L * (R * \cos\varphi + X * \text{Sen}\varphi)$$

$$\Delta V = I * L * R$$

Tabla 25.- Formulas empleadas para el cálculo de la caída de tensión



Donde:

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

3.8.- SISTEMA DE PROTECCIONES.

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

3.9.- PROTECCIÓN CONTRA SOBREENTENSIDADES.

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

Las condiciones que deben cumplir los fusibles son las siguientes:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

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

Siendo:

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



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



Cada Convertidor DC/DC dispone de las siguientes protecciones:

- Salida hacia Inversor FV: Interruptor CC – Seccionador
- Salida hacia Contenedor de baterías: Interruptor CC – Seccionador

Cada unidad de energía o contenedor de baterías (BESS) dispone de las siguientes protecciones:

- Interruptor automático motorizado de acometida de alimentación del transformador de servicios auxiliares.
- Fusible por cada fase para proteger hasta el poder de corte necesario

3.10.- PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES.

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

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

3.11.-Resultados de Cálculo de las líneas de baja tensión. Caídas de tensión e intensidades admisibles.

Se calculan las líneas eléctricas de baja tensión siguiendo los criterios anteriores:

3.11.1.- Líneas eléctricas de baja tensión en corriente continua. Unión BESS, Convertidores DC/DC e inversores FV

INICIO	FIN	P (W)	V (V)	L (1)	L (2)	SOBREDI	L (m)	I ₀ (A)	L DISEÑO CORREGIDA (A) I ₀₁ (A)	TIPO CONDUCTOR	T° COND (°C)	TIPO CABLE	TIPO AISLAMIENTO O	TIPO INSTALACIÓN	CONDUCT	VENAS	SECCIÓN	SECCIÓN (mm2)	L TOTAL (m)	I MAX ADM (A)	COEF. AGRUP	COEF. T°	COEF. Resist terreno	COEF MINOR	I CON COEF(A)	1,25 · Isc<I ₀	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔP (W)	ΔP (%)	ΔV _r (%)
						3%																									
BESS+1	Conv1	1200000	1331,2	5	4	0,27	9,27	901,44	1126,80	XZ1 / 1,5 kV	83,4	AI	XLPE or EPR	Directly buried	28,39	3	400 mm2	1200,00	27,81	1350	0,72	0,96	1,28	0,88	1194,39	SI	0,25	0,02%	221,13	0,02%	ΔV(%)
BESS-1	Conv1	1200000	1331,2	5	4	0,27	9,27	901,44	1126,80	XZ1 / 1,5 kV	83,4	AI	XLPE or EPR	Directly buried	28,39	3	400 mm2	1200,00	27,81	1350	0,72	0,96	1,28	0,88	1194,39	SI	0,25	0,02%	221,13	0,02%	ΔV(%)
BESS+2	Conv2	1200000	1331,2	15	4	0,57	19,57	901,44	1126,80	XZ1 / 1,5 kV	83,4	AI	XLPE or EPR	Directly buried	28,39	3	400 mm2	1200,00	58,71	1350	0,72	0,96	1,28	0,88	1194,39	SI	0,52	0,04%	466,83	0,04%	ΔV(%)
BESS-2	Conv2	1200000	1331,2	15	4	0,57	19,57	901,44	1126,80	XZ1 / 1,5 kV	83,4	AI	XLPE or EPR	Directly buried	28,39	3	400 mm2	1200,00	58,71	1350	0,72	0,96	1,28	0,88	1194,39	SI	0,52	0,04%	466,83	0,04%	ΔV(%)
BESS+3	Conv3	1200000	1331,2	5	4	0,27	9,27	901,44	1126,80	XZ1 / 1,5 kV	83,4	AI	XLPE or EPR	Directly buried	28,39	3	400 mm2	1200,00	27,81	1350	0,72	0,96	1,28	0,88	1194,39	SI	0,25	0,02%	221,13	0,02%	ΔV(%)
BESS-3	Conv3	1200000	1331,2	5	4	0,27	9,27	901,44	1126,80	XZ1 / 1,5 kV	83,4	AI	XLPE or EPR	Directly buried	28,39	3	400 mm2	1200,00	27,81	1350	0,72	0,96	1,28	0,88	1194,39	SI	0,25	0,02%	221,13	0,02%	ΔV(%)
BESS+4	Conv4	1200000	1331,2	15	4	0,57	19,57	901,44	1126,80	XZ1 / 1,5 kV	83,4	AI	XLPE or EPR	Directly buried	28,39	3	400 mm2	1200,00	58,71	1350	0,72	0,96	1,28	0,88	1194,39	SI	0,52	0,04%	466,83	0,04%	ΔV(%)
BESS-4	Conv4	1200000	1331,2	15	4	0,57	19,57	901,44	1126,80	XZ1 / 1,5 kV	83,4	AI	XLPE or EPR	Directly buried	28,39	3	400 mm2	1200,00	58,71	1350	0,72	0,96	1,28	0,88	1194,39	SI	0,52	0,04%	466,83	0,04%	ΔV(%)
BESS+5	Conv5	1200000	1331,2	5	4	0,27	9,27	901,44	1126,80	XZ1 / 1,5 kV	83,4	AI	XLPE or EPR	Directly buried	28,39	3	400 mm2	1200,00	27,81	1350	0,72	0,96	1,28	0,88	1194,39	SI	0,25	0,02%	221,13	0,02%	ΔV(%)
BESS-5	Conv5	1200000	1331,2	5	4	0,27	9,27	901,44	1126,80	XZ1 / 1,5 kV	83,4	AI	XLPE or EPR	Directly buried	28,39	3	400 mm2	1200,00	27,81	1350	0,72	0,96	1,28	0,88	1194,39	SI	0,25	0,02%	221,13	0,02%	ΔV(%)
BESS+6	Conv6	1200000	1331,2	15	4	0,57	19,57	901,44	1126,80	XZ1 / 1,5 kV	83,4	AI	XLPE or EPR	Directly buried	28,39	3	400 mm2	1200,00	58,71	1350	0,72	0,96	1,28	0,88	1194,39	SI	0,52	0,04%	466,83	0,04%	ΔV(%)
BESS-6	Conv6	1200000	1331,2	15	4	0,57	19,57	901,44	1126,80	XZ1 / 1,5 kV	83,4	AI	XLPE or EPR	Directly buried	28,39	3	400 mm2	1200,00	58,71	1350	0,72	0,96	1,28	0,88	1194,39	SI	0,52	0,04%	466,83	0,04%	ΔV(%)
Conv1+	Inv FV1	1200000	1331,2	10	4	0,42	14,42	901,44	1126,80	XZ1 / 1,5 kV	83,4	AI	XLPE or EPR	Directly buried	28,39	3	400 mm2	1200,00	43,26	1350	0,72	0,96	1,28	0,88	1194,39	SI	0,38	0,03%	343,98	0,03%	ΔV(%)
Conv1-	Inv FV1	1200000	1331,2	10	4	0,42	14,42	901,44	1126,80	XZ1 / 1,5 kV	83,4	AI	XLPE or EPR	Directly buried	28,39	3	400 mm2	1200,00	43,26	1350	0,72	0,96	1,28	0,88	1194,39	SI	0,38	0,03%	343,98	0,03%	ΔV(%)
Conv2+	Inv FV1	1200000	1331,2	10	4	0,42	14,42	901,44	1126,80	XZ1 / 1,5 kV	83,4	AI	XLPE or EPR	Directly buried	28,39	3	400 mm2	1200,00	43,26	1350	0,72	0,96	1,28	0,88	1194,39	SI	0,38	0,03%	343,98	0,03%	ΔV(%)
Conv2-	Inv FV1	1200000	1331,2	10	4	0,42	14,42	901,44	1126,80	XZ1 / 1,5 kV	83,4	AI	XLPE or EPR	Directly buried	28,39	3	400 mm2	1200,00	43,26	1350	0,72	0,96	1,28	0,88	1194,39	SI	0,38	0,03%	343,98	0,03%	ΔV(%)
Conv3+	Inv FV2	1200000	1331,2	10	4	0,42	14,42	901,44	1126,80	XZ1 / 1,5 kV	83,4	AI	XLPE or EPR	Directly buried	28,39	3	400 mm2	1200,00	43,26	1350	0,72	0,96	1,28	0,88	1194,39	SI	0,38	0,03%	343,98	0,03%	ΔV(%)
Conv3-	Inv FV2	1200000	1331,2	10	4	0,42	14,42	901,44	1126,80	XZ1 / 1,5 kV	83,4	AI	XLPE or EPR	Directly buried	28,39	3	400 mm2	1200,00	43,26	1350	0,72	0,96	1,28	0,88	1194,39	SI	0,38	0,03%	343,98	0,03%	ΔV(%)
Conv4+	Inv FV2	1200000	1331,2	10	4	0,42	14,42	901,44	1126,80	XZ1 / 1,5 kV	83,4	AI	XLPE or EPR	Directly buried	28,39	3	400 mm2	1200,00	43,26	1350	0,72	0,96	1,28	0,88	1194,39	SI	0,38	0,03%	343,98	0,03%	ΔV(%)
Conv4-	Inv FV2	1200000	1331,2	10	4	0,42	14,42	901,44	1126,80	XZ1 / 1,5 kV	83,4	AI	XLPE or EPR	Directly buried	28,39	3	400 mm2	1200,00	43,26	1350	0,72	0,96	1,28	0,88	1194,39	SI	0,38	0,03%	343,98	0,03%	ΔV(%)
Conv5+	Inv FV3	1200000	1331,2	10	4	0,42	14,42	901,44	1126,80	XZ1 / 1,5 kV	83,4	AI	XLPE or EPR	Directly buried	28,39	3	400 mm2	1200,00	43,26	1350	0,72	0,96	1,28	0,88	1194,39	SI	0,38	0,03%	343,98	0,03%	ΔV(%)
Conv5-	Inv FV3	1200000	1331,2	10	4	0,42	14,42	901,44	1126,80	XZ1 / 1,5 kV	83,4	AI	XLPE or EPR	Directly buried	28,39	3	400 mm2	1200,00	43,26	1350	0,72	0,96	1,28	0,88	1194,39	SI	0,38	0,03%	343,98	0,03%	ΔV(%)
Conv6+	Inv FV3	1200000	1331,2	10	4	0,42	14,42	901,44	1126,80	XZ1 / 1,5 kV	83,4	AI	XLPE or EPR	Directly buried	28,39	3	400 mm2	1200,00	43,26	1350	0,72	0,96	1,28	0,88	1194,39	SI	0,38	0,03%	343,98	0,03%	ΔV(%)
Conv6-	Inv FV3	1200000	1331,2	10	4	0,42	14,42	901,44	1126,80	XZ1 / 1,5 kV	83,4	AI	XLPE or EPR	Directly buried	28,39	3	400 mm2	1200,00	43,26	1350	0,72	0,96	1,28	0,88	1194,39	SI	0,38	0,03%	343,98	0,03%	ΔV(%)

Tabla 26.- Calculo del cableado BT CC

3.11.2.- Líneas eléctricas de baja tensión de corriente alterna. Servicios auxiliares.

START	END	P (W)	V (V)	cos φ	L (1)	L (2)	OVERSIZE 5%	L (m)	I ₀ (A)	L DESIGN CORRECTED (A) I ₀₁ (A)	I MAG (A)	CONDUCTOR TYPE	COND T° (°C)	CONDUCTOR MATERIAL	ISOLATING TYPE	R (Ohm)	X (Ohm)	CONDUCT	WIRES	SECTION	SECTION (mm2)	L TOTAL (m)	I MAX ADM (A)	N° of CIRCUITS	GROUPING COEF.	T° COEF	COEF. Soil resist.	COEF MINOR	I WITH COEF(A)	1,25 · I _{sc} < I ₀	ΔP (W)	ΔP (%)	ΔV (V)	ΔV (%)
PS	BESS1	24205	400	1	20	5	1,25	26,25	34,94	43,67	40	RV CU / 0.6/1KV	37,4	Cu	XLPE or EPR	1,84	0,28	54,28	1	10 mm2	10,00	26,25	65	1	1	0,96	1,28	1,23	79,87	SI	177,08	0,73%	2,93	0,73%
PS	BESS2	24205	400	1	20	5	1,25	26,25	34,94	43,67	40	RV CU / 0.6/1KV	37,4	Cu	XLPE or EPR	1,84	0,28	54,28	1	10 mm2	10,00	26,25	65	1	1	0,96	1,28	1,23	79,87	SI	177,08	0,73%	2,93	0,73%
PS	BESS3	24205	400	1	20	5	1,25	26,25	34,94	43,67	40	RV CU / 0.6/1KV	37,4	Cu	XLPE or EPR	1,84	0,28	54,28	1	10 mm2	10,00	26,25	65	1	1	0,96	1,28	1,23	79,87	SI	177,08	0,73%	2,93	0,73%
CS	CS	100	230	1	15	5	1,00	21,00	0,25	0,31	6	RV CU / 0.6/1KV	25,0	Cu	XLPE or EPR	2,93	0,44	56,88	1	6 mm2	6,00	21,00	49	1	1	0,96	1,28	1,23	60,21	SI	0,01	0,01%	0,03	0,01%

Tabla 27.- Cálculo de cableado BT AC SSAA



4.- CALCULO DE LA INSTALACIÓN DE MEDIA TENSIÓN.



4.1.- NORMATIVA APLICABLE

Los cálculos son conformes a las normativas indicadas a continuación:

- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en las líneas eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- UNE-EN 60865-1: Corrientes de cortocircuito. Cálculo de efectos. Parte 1: Definiciones y métodos de cálculo.
- IEC 60502-2: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV ($U_m=1,2$ kV) up to 30 kV ($U_m=36$ kV).
- IEC 60228: Conductors of insulated cables.

4.2.- CABLEADO DE MEDIA TENSIÓN.

El cableado de Media Tensión no es objeto de este proyecto ya que se comparte con la instalación solar fotovoltaica ya instalada.

En ningún caso, el aporte de energía procedente de la batería superará la potencia de los inversores fotovoltaicos, por lo que los cables de Media Tensión, se verán menos exigidos en cuanto a la intensidad admisible y la caída de tensión.

En todo caso se comprueba que el cableado instalado es apto para la energía acumulada en los contenedores de baterías de 5 MWh.

Cada Power Station se conecta a la subestación de la planta mediante una línea subterráneo con cable RHZ1 3x(1x240) mm². El sistema se conecta en estrella por lo que cada power station se conecta a la subestación sin conectarse entre ellas para aumentar la fiabilidad del conjunto de la instalación.



En la siguiente tabla se puede apreciar que las líneas están perfectamente dimensionadas para la potencia de salida de cada batería, no superando en ningún caso la potencia de los inversores fotovoltaicos:

START	END	TOTAL P (W)	COS ϕ	V (V)	L1 (m)	L2 (m)	OVERSIZE	TOTAL L (m)	I (A) (0.5C)	IL (A) (0.5C)	TYPE	TY COND (°C)	COND. MATERIA L	R (α/km)	X (α/km)	ANGLE	SEN ϕ	COND. (m/d mm ²)	WIRES	SECTION (mm ²)	TOTAL L (m)	DISPOSAL	Nº CIRCUITOS	SPACE BETWEEN CIRCUITS	CONDUCTOR DEEP	I MAX ADM UNIT (A)	GROUP I NG COEF.	DEEP COEF	SOIL RESIST COEF	SOIL TY COEF	COEF MINOR	I CALC	COMPLY	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔP (W)	ΔP (%)	ΔV (%)
PCS1	CS	5.016.000,00	1	20000	738,00	10	37	785	72	72	XLPE	27,86	Al	0,12	0,110	0,00	0,00	34,60	1	240	784,90	trefoil	1	200 mm	1	345	1	1	1	1	1,00	345	SI	11,9	0,06%	1486,33	0,03%	0,06%
PCS1	CS				738,00	10	37	785	72	72	XLPE	27,86	Al	0,12	0,110	0,00	0,00	34,60	1	240	784,90	trefoil	1	200 mm	1	345	1	1	1	1	1,00	345	SI					
PCS1	CS				738,00	10	37	785	72	72	XLPE	27,86	Al	0,12	0,110	0,00	0,00	34,60	1	240	784,90	trefoil	1	200 mm	1	345	1	1	1	1	1,00	345	SI					
PCS2	CS	5.016.000,00	1	20000	468,00	10	23	501	72	72	XLPE	27,86	Al	0,12	0,110	0,00	0,00	34,60	1	240	501,40	trefoil	1	200 mm	1	345	1	1	1	1	1,00	345	SI	7,6	0,04%	949,48	0,02%	0,04%
PCS2	CS				468,00	10	23	501	72	72	XLPE	27,86	Al	0,12	0,110	0,00	0,00	34,60	1	240	501,40	trefoil	1	200 mm	1	345	1	1	1	1	1,00	345	SI					
PCS2	CS				468,00	10	23	501	72	72	XLPE	27,86	Al	0,12	0,110	0,00	0,00	34,60	1	240	501,40	trefoil	1	200 mm	1	345	1	1	1	1	1,00	345	SI					
PCS3	CS	5.016.000,00	1	20000	327,00	10	16	353	72	72	XLPE	27,86	Al	0,12	0,110	0,00	0,00	34,60	1	240	353,35	trefoil	1	200 mm	1	345	1	1	1	1	1,00	345	SI	5,3	0,03%	669,12	0,01%	0,03%
PCS3	CS				327,00	10	16	353	72	72	XLPE	27,86	Al	0,12	0,110	0,00	0,00	34,60	1	240	353,35	trefoil	1	200 mm	1	345	1	1	1	1	1,00	345	SI					
PCS3	CS				327,00	10	16	353	72	72	XLPE	27,86	Al	0,12	0,110	0,00	0,00	34,60	1	240	353,35	trefoil	1	200 mm	1	345	1	1	1	1	1,00	345	SI					

Tabla 28.- Comprobación del cálculo de las líneas de MT existentes





4.3.- CALCULO DE LA CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO.

En este apartado se calcula la intensidad de cortocircuito en la subestación transformadora elevadora de 20/45 kV con el transformador de 30/37,5 MVA existente en la planta fotovoltaica y que recogerá la energía de las baterías de litio.

1. Potencia del transformador (S): 30 MVA (nominal) y 37,5 MVA (máxima).
2. Tensión primaria (V1): 20 kV.
3. Tensión secundaria (V2): 45 kV.
4. Impedancia de cortocircuito del transformador (Zcc): 10%

La fórmula para calcular la corriente de cortocircuito (Icc) es:

$$I_{cc} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_1 \cdot Z_{cc}}$$

Donde:

- S es la potencia del transformador en VA.
- V1 es la tensión primaria en V.
- Zcc es la impedancia de cortocircuito en pu (por unidad).

La impedancia de cortocircuito es del 10% (0.1 pu):

$$I_{cc} = \frac{30 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 0.1 \cdot 20 \cdot 10^3}$$

Calculamos:

$$I_{cc} = \frac{30 \cdot 10^6}{3,464 \cdot 10^3}$$

$$I_{cc} = 8660,5 \text{ A}$$

Por lo tanto, la intensidad de cortocircuito aproximada sería de 8660 A.

5.- PROTECCIONES.

5.1.- PROTECCIÓN EN BAJA TENSIÓN.

5.1.1.- PROTECCIÓN DE LAS LÍNEAS DE CORRIENTE CONTINUA.

La protección de las líneas de corriente continua se realizará mediante fusibles especialmente diseñados para aplicaciones de CC.

El cableado a proteger son del tipo XZ1 Al 1500V. Tal y como se ha visto en la tabla de cálculo se los cables de corriente continua, la intensidad de cálculo es la siguiente para todos los BESS:

$$I_f = 1,25 * I_n = 1,25 * 1884 = 2355A$$

Para la instalación entre los BESS y los convertidores serán necesarios 6 cables de 400 mm² que soportan un máximo de 2700 A dadas las condiciones de instalación, por lo que fusible seleccionado, será de 4000 A de intensidad nominal.

5.2.2.- PROTECCIÓN DE LAS LÍNEAS DE CORRIENTE ALTERNA.

Las líneas de baja tensión de corriente alterna son las líneas de servicios auxiliares que dan servicio a los convertidores y los BESS y el propio centro de seccionamiento desde el cuadro de servicios auxiliares ubicado en el centro de seccionamiento. Los magnetotérmicos se seleccionarán según la aplicación concreta, pero dada la potencia requerida se encontrarán entre 6 A y 40 A, soportando el cableado dicha intensidad.



6.- TUBOS RED ELÉCTRICA.



Los tubos para cables de energía serán de polietileno, con estructura de doble pared (HDPE), presentando una superficie interior lisa para facilitar el tendido de los cables por el interior de los mismos y otra exterior corrugada uniforme, sin deformaciones acusadas.

Los diámetros exteriores normalizados serán de 40-200 mm para HDPE, que permiten albergar una terna de cables correspondientes al circuito trifásico normalizado de mayor sección y aislamiento nominal, así como los conductores de comunicaciones respectivamente, con una ocupación máxima del orden del 35% que, según práctica habitual en este tipo de instalación, se considera idónea para facilitar el tendido de los cables por el interior de los tubos.

Los empleados en canalizaciones subterráneas para cables de telecontrol serán de polietileno de alta densidad, flexibles, tipo tritubo formado por tres tubos de iguales dimensiones, dispuestos paralelamente en un plano y unidos entre sí por una membrana. En su colocación los tres tubos estarán alineados en posición horizontal.

En resumen, tanto el conductor de unión del cuadro de SSAA a las cajas de derivación, como las comunicaciones, discurrirán en canalización enterrada bajo tubo bicapa de Ø40mm.

6.1.- CINTAS DE SEÑALIZACIÓN.

Con carácter general en la capa de zahorra o tierra apisonada, por encima de los cables se colocará una cinta de señalización que advierta la existencia de cables eléctricos, a una distancia mínima al suelo de 0,10 m y a 0,30 m de la parte superior del cable M.T.

7.- CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE LA LÍNEA DE EVACUACIÓN.

La línea de evacuación no es objeto de este proyecto ya que se comparte con la instalación solar fotovoltaica de La Pizarra I, Torremocha.

La energía evacuada por las baterías en ningún caso supera la que pueden evacuar los inversores solares a través de los paneles fotovoltaicos por lo que la línea de evacuación existente es suficiente para evacuar la salida de energía del sistema de acumulación BESS.

Los datos más importantes de la línea de evacuación existente son los siguientes:

Línea de evacuación aérea de doble circuito con origen en la subestación, sita en la parcela 28 del polígono 507 de Torremocha (Cáceres), y final en el punto de conexión otorgado en nuevo apoyo nº 6378.23N de la línea AT 45 kV "Torremocha-Torre de Santa Maria", propiedad de Eléctricas Pitarch Distribución S.L.U. La longitud de la línea es

de 190,16 m y el conductor a emplear es LA-125 PENGUIN.

- Recorrido de la línea 45 kV: Polígono 507, parcela 28, y polígono 506, parcelas 9001 y 9, del término municipal de Torremocha (Cáceres).



Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://revisado.cogitcaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>





Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://revisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>

HIBRIDACIÓN MEDIANTE ALMACENAMIENTO CON BATERIAS DC-DC EN PLANTA SOLAR EXISTENTE “LA PIZARRA” (TORREMOCHA)

DOC. N°3: Presupuesto



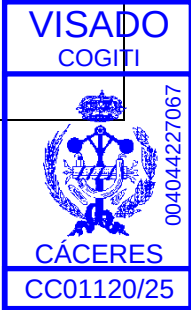
DOCUMENTO 3: PRESUPUESTO

1.- Presupuesto del parque BESS



CONCEPTO			TOTAL	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 2: OBRA CIVIL					
2.01	ADECUACIÓN DE LOSA EXISTENTE CON SUMINISTRO, TRANSPORTE Y PUESTA EN OBRA DE CIMENTACIÓN DE HORMIGÓN ARMADO PARA CIMENTACIÓN DE BESS (RESISTENCIA DELHORMIGÓN 25N/mm2). INCLUSO APERTURAS PARA ENTRADA Y SALIDA DE CIRCUITOS DE BAJA Y MEDIA TENSIÓN. CONSISTENCIA PLÁSTICA, TAMAÑO DEL ÁRIDO 32mm Y AMBIENTE DE HUMEDAD MEDIA PARA CONSTRUCCIONES EXTERIORES PROTEGIDAS DE LA LLUVIA SEGÚN PLANOS ADJUNTOS. INCLUSO PARTE PROPORCIONAL MALLAZO EN ACERO B-400 150X150XØ6, Y PP DE MATERIAL AUXILIAR PARA AYUDA A LA UNIDAD DE OBRA. MEDIDA LA UNIDAD DE OBRA EJECUTADA Y MEDIDA. FORMACIÓN DE CERRAMIENTO DE PARCELA MEDIANTE MALLA DE SIMPLE TORSIÓN				
		Ud	3	2.575,24 €	7.725,72 €
2.02	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y PUESTA EN OBRA DE CIMENTACIÓN DE HORMIGÓN ARMADO PARA CIMENTACIÓN DE CONVERTIDOR DC/DC (RESISTENCIA DELHORMIGÓN 25N/mm2). INCLUSO FOSO DE RECOGIDA DE ACEITE DEL TRANSFORMADOR INTEGRADO EN LA LOSA. INCLUSO APERTURAS PARA ENTRADA Y SALIDA DE CIRCUITOS DE BAJA Y MEDIA TENSIÓN. CONSISTENCIA PLÁSTICA, TAMAÑO DEL ÁRIDO 32mm Y AMBIENTE DE HUMEDAD MEDIA PARA CONSTRUCCIONES EXTERIORES PROTEGIDAS DE LA LLUVIA SEGÚN PLANOS ADJUNTOS. INCLUSO PARTE PROPORCIONAL MALLAZO EN ACERO B-400 150X150XØ6, Y PP DE MATERIAL AUXILIAR PARA AYUDA A LA UNIDAD DE OBRA. MEDIDA LA UNIDAD DE OBRA EJECUTADA Y MEDIDA. FORMACIÓN DE CERRAMIENTO DE PARCELA MEDIANTE MALLA DE SIMPLE TORSIÓN				
		Ud	3	1.250,06 €	3.750,18 €
2.04	METRO LINEAL DE ZANJA NORMALIZADA TIPO BAJA TENSIÓN REALIZADA EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS DIRECTAMENTE ENTERRADOS, CON PLACA DE PE DE PROTECCIÓN DE CIRCUITOS, RELLENO CON TIERRA A TANDADAS DE 15 CM Y COMPACTADAS AL 95% PROCTOR, COLOCACIÓN DE CINTA DESEÑALIZACIÓN 10 CM 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				

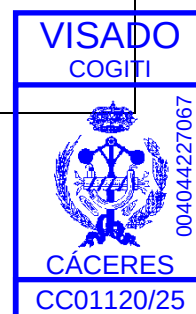
Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://revisado.cogitaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>





	RETIRADA DE TIERRAS SOBRANTES Y EXTENDIDAS EN PLANO EN LA PROPIA FINCA. INCLUSO EMBOCADO EN ARQUETAS Y EDIFICIO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN. INCLUSO PP DE AYUDAS DE ALBAÑILERÍA Y MATERIAL AUXILIAR. BAJO VIAL, EL LECHO DE ARENA SE SUSTITUIRÁ POR HORMIGÓN EN MASA HM20/B/18/IIB EN PASO BAJO VIALES				
		ml	96,00	70,93 €	6.809,22 €
2.06	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y EJECUCIÓN EN OBRA DE ARQUETA PARA INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN, RECRECIDA LA ULTURA EN LA BASE MEDIANTE CITARA DE LADRILLO MACIZO RECIBIDO CON MORTERO DE CEMENTO Y ARENA RELACIÓN 1/4 PARA UNA ALTURA TOTAL DE 1,35M, CAPA DE BOLOS DE 10 CM EN EL FONDO DE LA ARQUETA, CERCO PARA TAPA DE ACERO Y TAPA DE FUNDICIÓN NORMA UNE EN124 80x80Y 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.				
		Ud	3,00	187,67 €	563,01 €
2.09	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y EJECUCIÓN EN OBRA DE TUBO DE POLIETILENO DE HDPE160 DE DOBLE PARED PARA INSTALACIÓN ENTERRADA DE CIRCUITOS DE BAJA TENSIÓN. INCLUIDA PARTE PROPORCIONAL DE MATERIAL PARA INSTALACIÓN COMO ESPUMA DE POLIURETANO PARA SELLAR ENTRADAS Y SALIDAS DE CONDUCTORES				
		ml	192,00	6,65 €	1.276,24 €
2.10	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y EJECUCIÓN EN OBRA DE TUBO DE POLIETILENO DE HDPE40 DE DOBLE PARED PARA INSTALACIÓN ENTERRADA DE CIRCUITOS DE COMUNICACIONES EN FIBRA ÓPTICA, BAJO ZANJAS NORMALIZADAS DE MEDIA TENSIÓN. INCLUIDA PARTE PROPORCIONAL DE MATERIAL PARA INSTALACIÓN COMO ESPUMA DE POLIURETANO PARA SELLAR ENTRADAS Y SALIDAS DE CONDUCTORES				
		ml	96,00	5,47 €	525,18 €
	TOTAL CAPÍTULO 2: OBRA CIVIL				20.124,37 €

CONCEPTO		TOTAL	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 3: CIRCUITOS ELECTRICOS				
3.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CIRCUITO DE AC PARA PARA SERVICIOS AUXILIARES HILO RV-K DE COBRE Y NIVEL DE AISLAMIENTO DE 1KV. INSTALACIÓN EN SUBTERRÁNEA BAJO TUBO. INCLUIDO TERMINALES DE CONEXIÓN, CONEXIÓN A CAJA DE AGRUPACIÓN, Y COLOCACIÓN DE PRENSASTOPA . PEQUEÑA PARTIDA DE			





	MATERIAL DE FIJACIÓN. MEDIDA LA UNIDAD DE OBRA FUNCIONANDO				
		ml	299,25	3,00 €	897,75 €
3.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CIRCUITO DE CC PARA CONEXIÓN DE ESS CON CONVERTIDOR DC/DC E INVERSOR FV MEDIANTE XZ1 XLPE 1x400mm2 DE ALUMINIO Y NIVEL DE AISLAMIENTO DE 1,5KV. INSTALACIÓN SOTERRADA BAJO TUBO PE SEGÚN ZANJA NORMALIZADA. INCLUIDO TERMINALES DE CONEXIÓN, CONEXIÓN A CAJA DE AGRUPACIÓN Y A CUADRO DE BT DEL INVERSOR, COLOCACIÓN DE PRENSASTOPA Y SELLADO DE BOCAS DE TUBO CON ESPUMA. PEQUEÑA PARTIDA DE MATERIAL DE FIJACIÓN. MEDIDA LA UNIDAD DE OBRA FUNCIONANDO				
		ml	1.557,36	6,88 €	10.718,30 €
TOTAL CAPÍTULO 3: CIRCUITOS ELECTRICOS					11.616,05 €

CONCEPTO			TOTAL	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 4: RED DE PUESTA A TIERRA					
4.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CIRCUITO ENANILLO DE RED DE TIERRA COMPUESTO DE CONDUCTOR DESNUDO DE COBRE 1x70 mm2 EN FONDO DE ZANJA NORMALIZADA, CON EMPALMES Y DERIVACIONES MEDIANTE SOLDADURA ALUMINOTÉRMICA. MEDIDA LA UNIDAD DE OBRA EJECUTADA Y MEDIDA.				
		ml	100,00	41,93 €	4.192,94 €
4.02	ELEMENTO DE TOMA DE TIERRA CONSISTENTE EN PICA DE ACERO-COBREADO DE 14mm DE DIÁMETRO Y 2 m DE LONGITUD HINCADO MEDIANTE PROCEDIMIENTO MECÁNICO DE GOLPEO EN FONDO DE ARQUETA, RABILLO DE CONEXIÓN AL ANILLO DE RED DE TIERRA MEDIANTE CONDUCTOR DESNUDO DE COBRE 1x50 MM2 1M DE LONGITUD. INCLUSO 2 SOLDADURAS ALUMINOTÉRMICA. MEDIDA LA UNIDAD DE OBRA EJECUTADA Y COMPROBADA.				
		Ud	12,00	62,16 €	745,98 €
TOTAL CAPÍTULO 4: RED DE PUESTA A TIERRA					4.938,92 €

CONCEPTO			TOTAL	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 6: ESS					

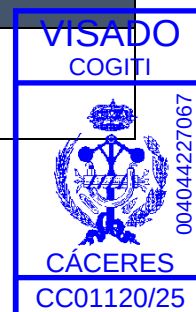




6.01	SUMINISTRO, TRANSPORTE, PUESTA EN INSTALACIÓN, MONTAJE, EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE CONTENEDOR DE BATERIAS ESS DE ENDURANCE MODELO 5000ST DE 5000 KWH CON REFRIGERACIÓN POR AIRE. TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES. CUADRO DE ENTRADA DE BAJA TENSIÓN EN CORRIENTE CONTINUA. UPS, CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN CA, SEPARACIÓN ENTRE INVERSORES Y APARAMENTA DE MT. SUELO TÉCNICO PARA ENTRADA, SALIDA Y PUENTES DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS Y DE COMUNICACIONES. ILUMINACIÓN, SISTEMA DE EMERGENCIA. INCLUSO TODA LA EQUIPACIÓN PARA EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE LA UNIDAD COMPLETA. PARTE PROPORCIONAL DE MATERIALES AUXILIARES PARA EL MONTAJE Y CONEXIONADO DEL CONTENEDOR. MEDIDA LA UNIDAD DE OBRA EJECUTADA, CONECTADA Y FUNCIONANDO.				
	SUMINISTRO	Ud	3,00	493.400,60 €	1.480.201,80 €
	TRANSPORTE, MONTAJE Y EJECUCIÓN	Ud	3,00	6.800,65 €	20.401,95 €
TOTAL CAPÍTULO 6: BESS					1.500.603,75 €

CONCEPTO			TOTAL	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 7: CONVERTIDOR DC/DC					
7.01	SUMINISTRO, TRANSPORTE, PUESTA EN INSTALACIÓN, MONTAJE, EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA CONTENEDOR DE POWER ELECTRONICS. CON POTENCIA DE 1200 KW A 30°C. HASTA 1500 V DE TENSIÓN MÁXIMA EN CC, INVERSOR BIDIRECCIONAL, SUELO TÉCNICO PARA ENTRADA, SALIDA Y PUENTES DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS Y DE COMUNICACIONES. ILUMINACIÓN, SISTEMA DE EMERGENCIA, SISTEMA DE VENTILACIÓN. EN ESTA PARTIDA SE INCLUYE EL RETROFIT NECESARIO EN EL INVERSOR FOTOVOLTAICO PARA LA CONEXIÓN DEL DC/DC Y EL CAMBIO DEL TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES POR UNO DE 25 KVAS. INCLUSO TODA LA EQUIPACIÓN PARA EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE LA UNIDAD COMPLETA. PARTE PROPORCIONAL DE MATERIALES AUXILIARES PARA EL MONTAJE Y CONEXIONADO DEL SKID. MEDIDA LA UNIDAD DE OBRA EJECUTADA, CONECTADA Y FUNCIONANDO.				
	SUMINISTRO	Ud	6	84.117,65 €	504.705,88 €
	TRANSPORTE, MONTAJE Y EJECUCIÓN	Ud	6	7.234,11 €	43.404,65 €
TOTAL CAPÍTULO 7: CONVERTIDORES					548.110,53 €

CONCEPTO			TOTAL	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 9: ENERGY MANAGEMENT SYSTEM					
9.03	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE SISTEMA DE GESTIÓN Y MONITORIZACIÓN PARA REGISTRAR E INFORMAR COMPORTAMIENTO DE LA PLANTA. PP				



	PROPORICONAL DE AYUDA DE EQUIPOSAUXILIARES. MEDIDA LA UNIDAD DE OBRAEJECUTADA Y PROBADA.				
		Ud	1	7.647,06 €	7.647,06
TOTAL CAPÍTULO 9: ENERGY MANAGEMENT SYSTEM					7.647,06 €



Tabla 29.- Presupuesto BESS La Pizarra I Torremocha desglosado

Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://revisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>



BESS ENDURANCE 7,2 MW 15 MWh	IMPORTE	(€/KWh)
TOTAL CAPÍTULO 1: OBRA CIVIL	20.124,37 €	1,34
TOTAL CAPÍTULO 2: CIRCUITOS ELECTRICOS	11.616,05 €	0,77
TOTAL CAPÍTULO 3: RED DE PUESTA A TIERRA	4.938,92 €	0,33
TOTAL CAPÍTULO 4: BESS	1.500.603,75 €	99,72
TOTAL CAPÍTULO 5: CONVERTIDORES	548.110,53 €	36,42
TOTAL CAPÍTULO 6: EMS	7.647,06 €	0,51
OTROS (INGENIERIA, MAB, MANAGEMENT, VIGILANCIA, SEGUROS, ETC.)	35.000,00 €	2,33
TOTAL PRESUPUESTADO	2.128.040,68 €	141,42
IVA (21%)	446.888,54 €	29,70
TOTAL PRESUPUESTO (IVA INCLUIDO)	2.574.929,22 €	171,11



Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://revisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>

Tabla 30.- Presupuesto BESS La Pizarra I Torremocha resumido

El presupuesto total del parque de baterías BESS asciende a **Dos millones quinientos setenta y 4 mil novecientos veinte y nueve euros con veinte dos céntimos.**





HIBRIDACIÓN MEDIANTE ALMACENAMIENTO CON BATERIAS DC-DC EN PLANTA SOLAR EXISTENTE “LA PIZARRA” (TORREMOCHA)

DOC. N°4: Planos

Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://revisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>

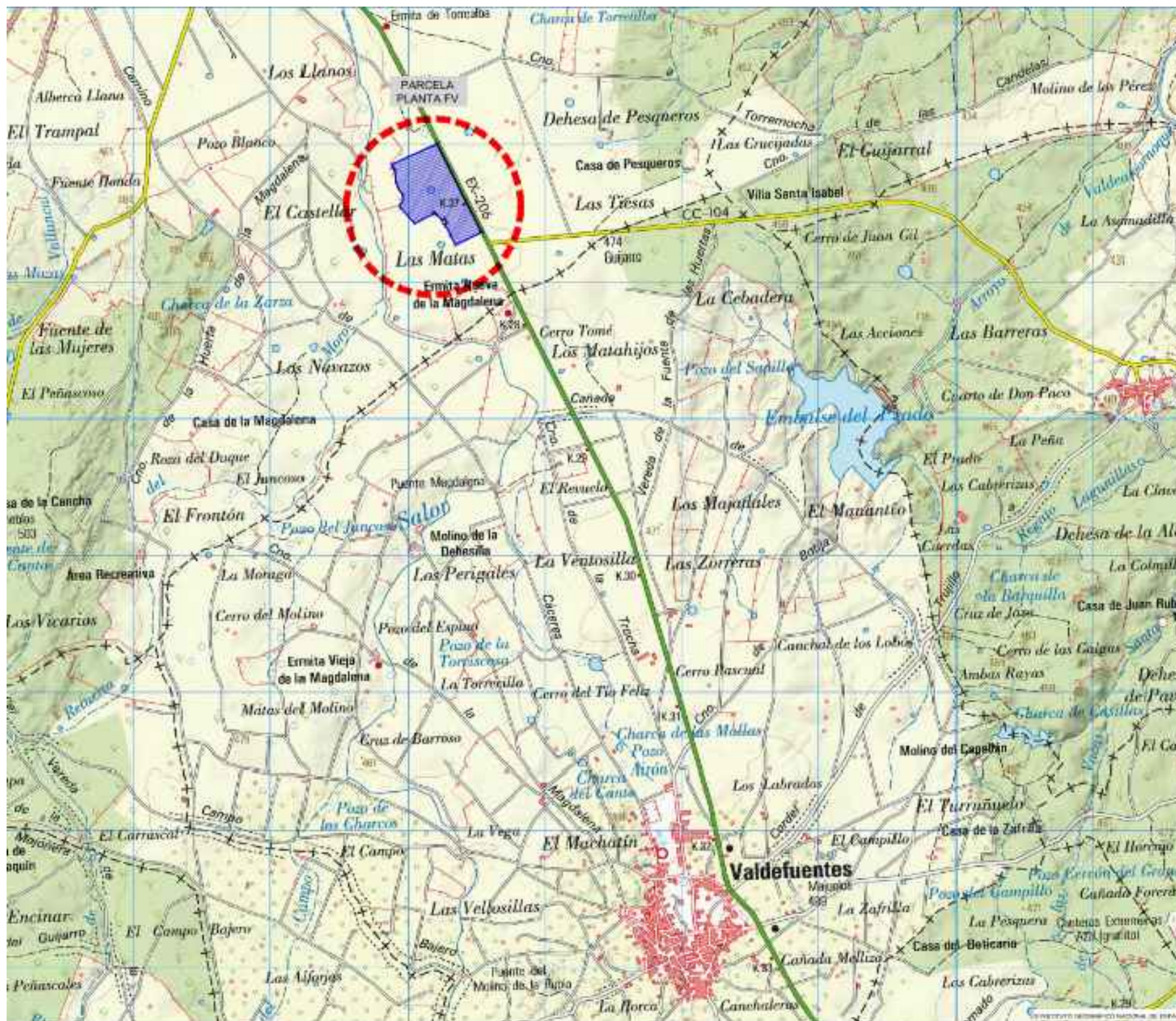


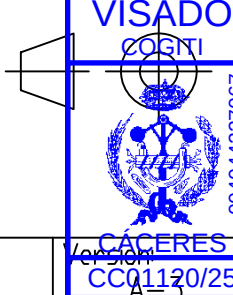


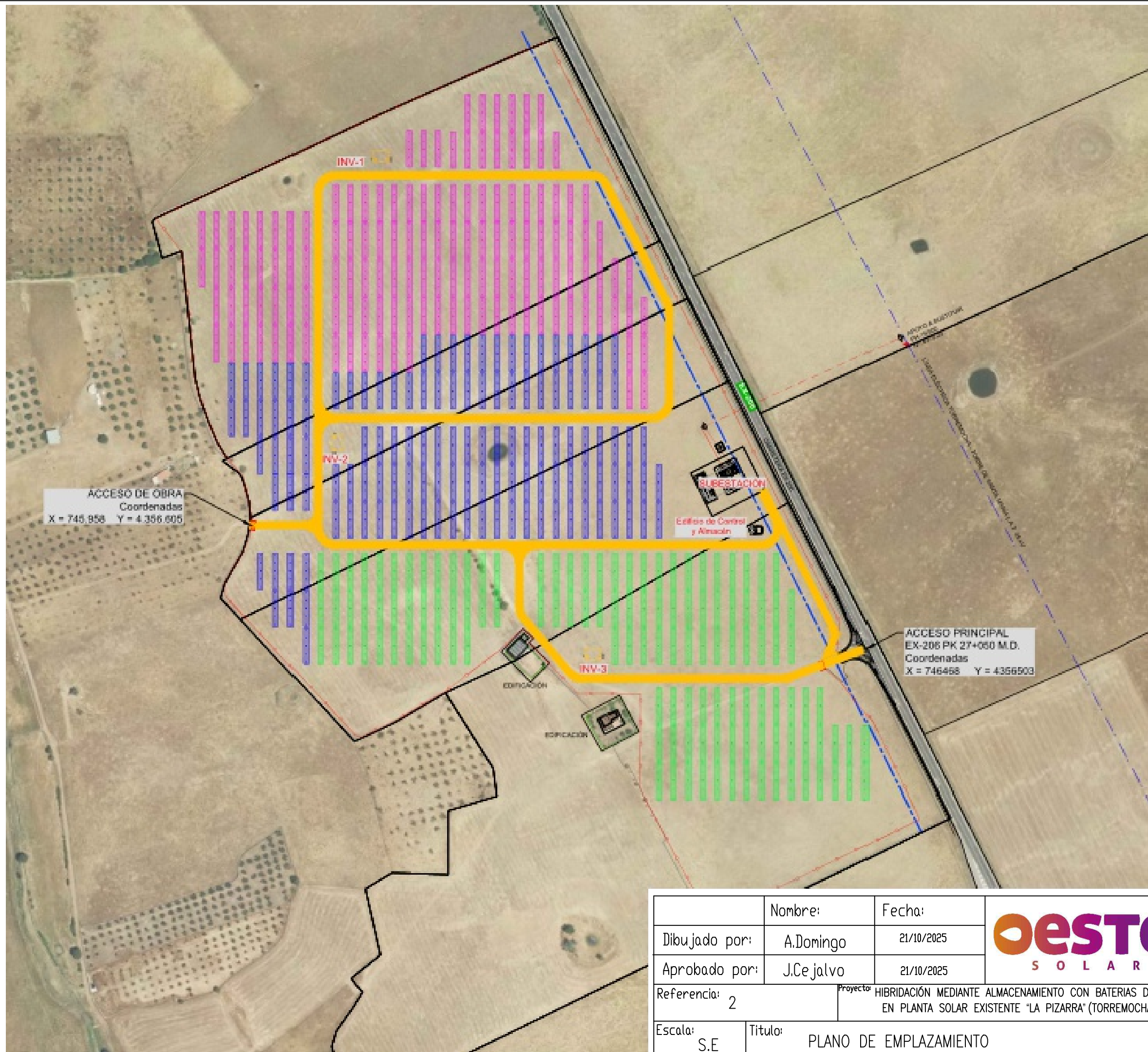
1. SITUACION
2. EMPLAZAMIENTO
3. PLANTA GENERAL
4. PLANTA ESTADO ACTUAL Y ESTADO REFORMADO
5. PLANTA DETALLA SISTEMA DE ALMACENAMIENTO
6. ESQUEMA DE INTEGRACION SISTEMA ALMACENAMIENTO
7. ESQUEMA UNIFILAR
8. ESQUEMA TOPOLOGIA Y CONTROL
9. ESQUEMA DE PROTECCIONES BESS
10. SISTEMA PROTECCION CONTRA INCENDIOS BESS
11. DETALLES DE ZANJAS.

Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://revisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>





	Nombre:	Fecha:		
Dibujado por:	A.Domingo	21/10/2025		
Aprobado por:	J.Cejalvo	21/10/2025		
Referencia: 1		Proyecto: HIBRIDACIÓN MEDIANTE ALMACENAMIENTO CON BATERIAS DC-DC EN PLANTA SOLAR EXISTENTE "LA PIZARRA" (TORREMOCHA)		
Escala: S.E	Título: PLANO DE SITUACIÓN			Version: CCQ1120/25 A=3



	Nombre:	Fecha:	
Dibujado por:	A.Domingo	21/10/2025	
Aprobado por:	J.Cejalvo	21/10/2025	
Referencia: 2		Proyecto:	HIBRIDACIÓN MEDIANTE ALMACENAMIENTO CON BATERIAS DC-DC EN PLANTA SOLAR EXISTENTE "LA PIZARRA" (TORREMOCHA)
Escala: S.E	Titulo: PLANO DE EMPLAZAMIENTO		

VISADO

004044227067



CÁCERES

CC01120/25

004044227067





Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ74PH1 verificable en <http://levisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>

	Nombre:	Fecha:		
Dibujado por:	A.Domingo	21/10/2025		
Aprobado por:	J.Cejalvo	21/10/2025		
Referencia: 3		Proyecto: HIBRIDACIÓN MEDIANTE ALMACENAMIENTO CON BATERIAS DC-DC EN PLANTA SOLAR EXISTENTE "LA PIZARRA" (TORREMOCHA)		
Escala: S.E	Titulo: PLANTA GENERAL		Version: A-3	

Estado actual



Inversor 3



Inversor 2



Inversor 1

Estado reformado



Inversor 3



Inversor 2



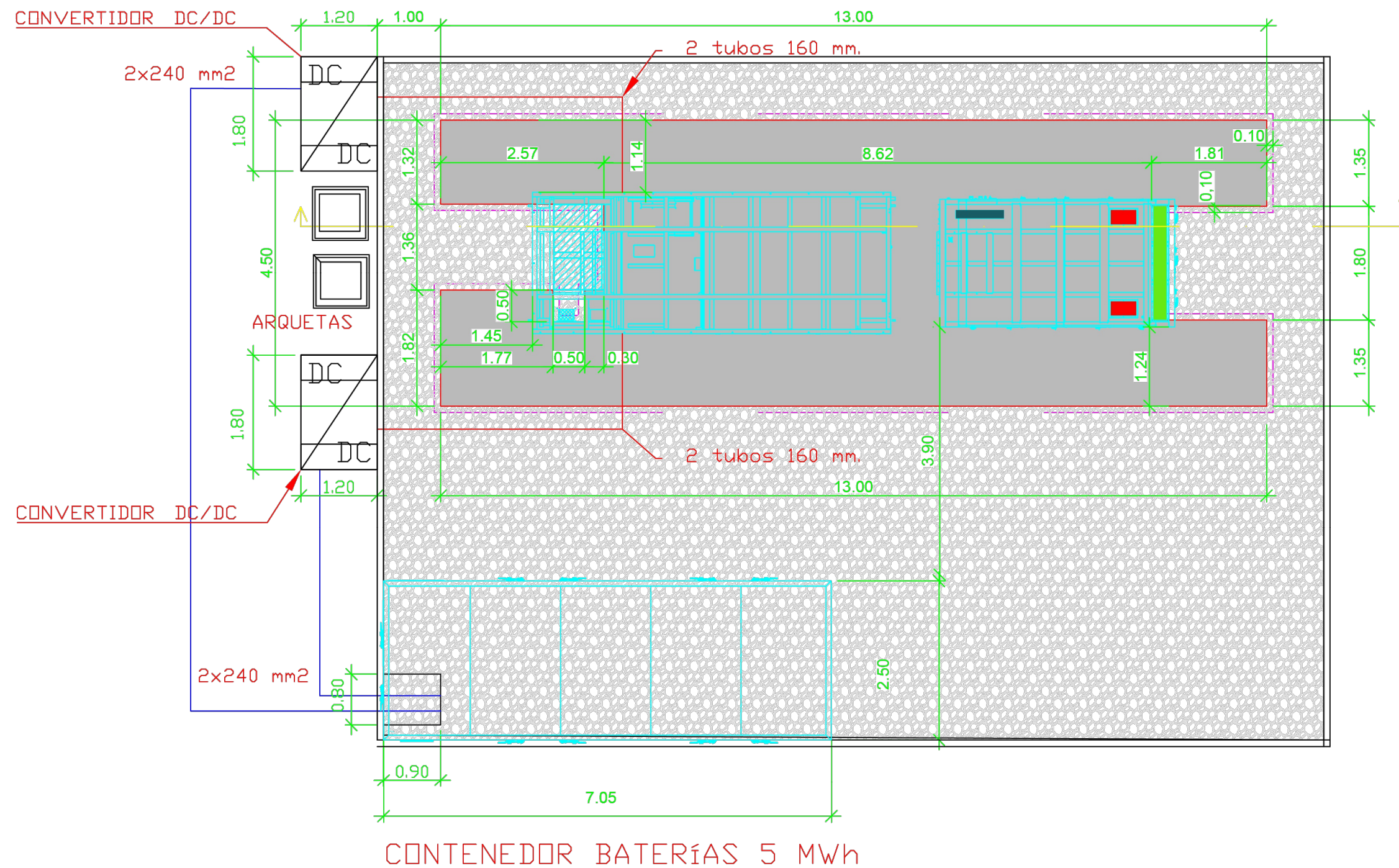
Inversor 1



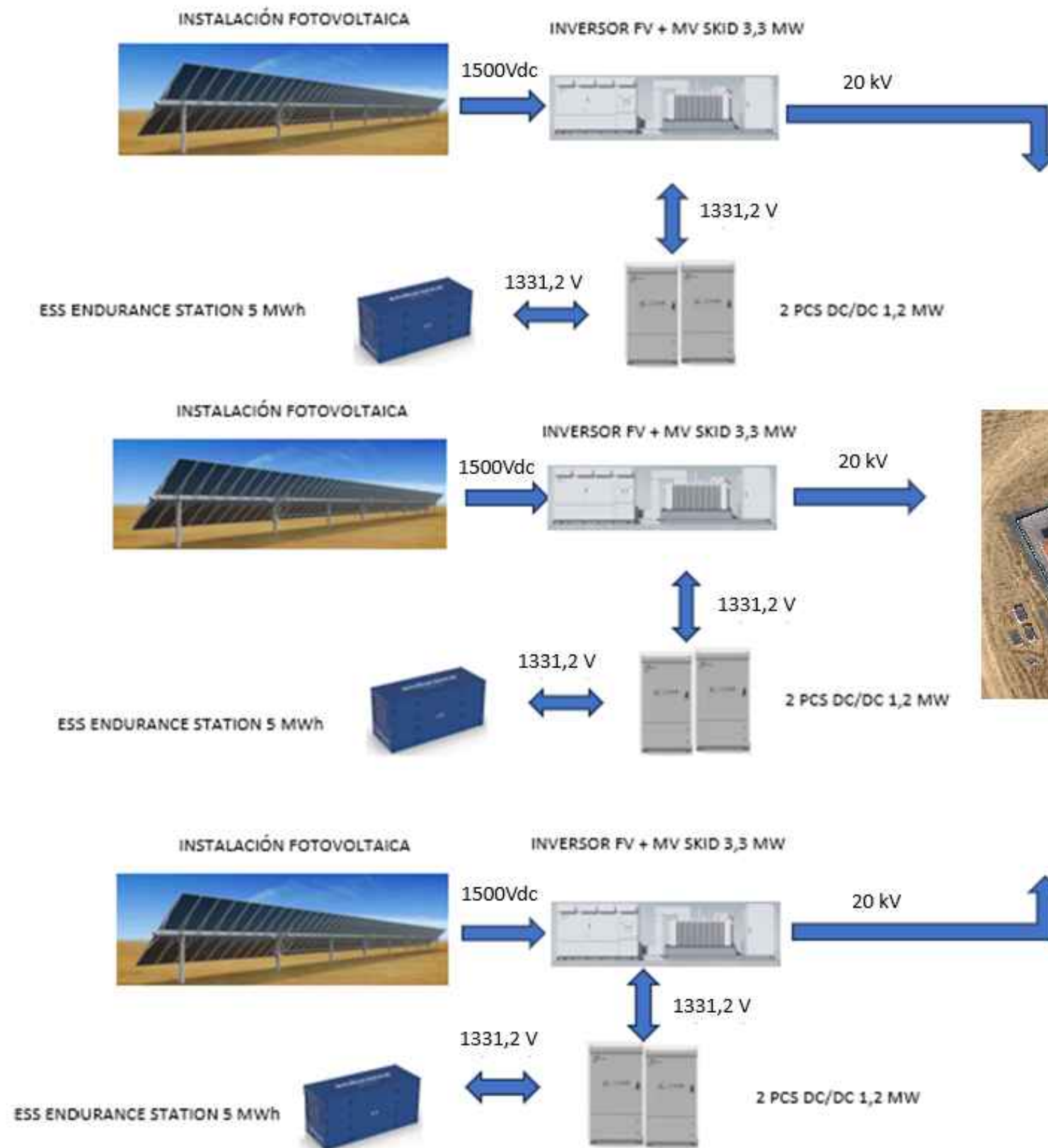
	Nombre:	Fecha:			
Dibujado por:	A.Domingo	21/10/2025			
Aprobado por:	J.Ce.jalvo	21/10/2025			
Referencia:	4	Proyecto: HIBRIDACIÓN MEDIANTE ALMACENAMIENTO CON BATERIAS DC-DC EN PLANTA SOLAR EXISTENTE "LA PIZARRA" (TORREMOCHA)			
Escala:	S.E	Titulo: PLANTA ESTADO ACTUAL Y ESTADO REFORMADO			

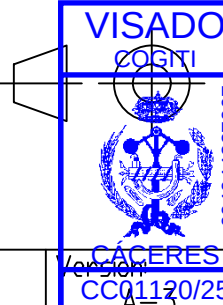


Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://levisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>

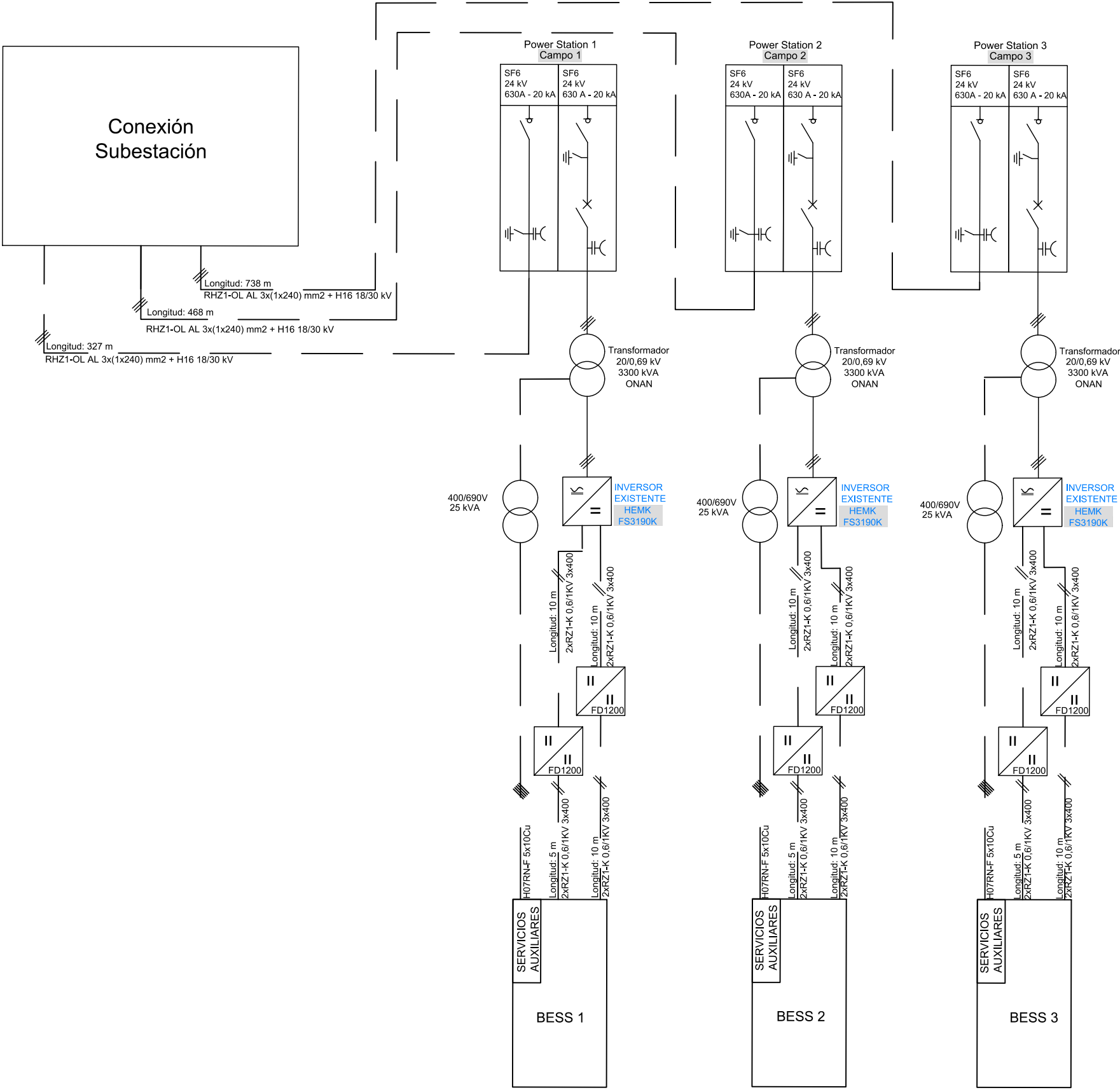


	Nombre:	Fecha:		
Dibujado por:	A.Domingo	21/10/2025		
Aprobado por:	J.Cejalvo	21/10/2025		
Referencia:	5	Proyecto:	HIBRIDACIÓN MEDIANTE ALMACENAMIENTO CON BATERIAS DC-DC EN PLANTA SOLAR EXISTENTE "LA PIZARRA" (TORREMOCHA)	
Escala:	S.E	Título:	PLANTA DETALLADA SISTEMA DE ALMACENAMIENTO	



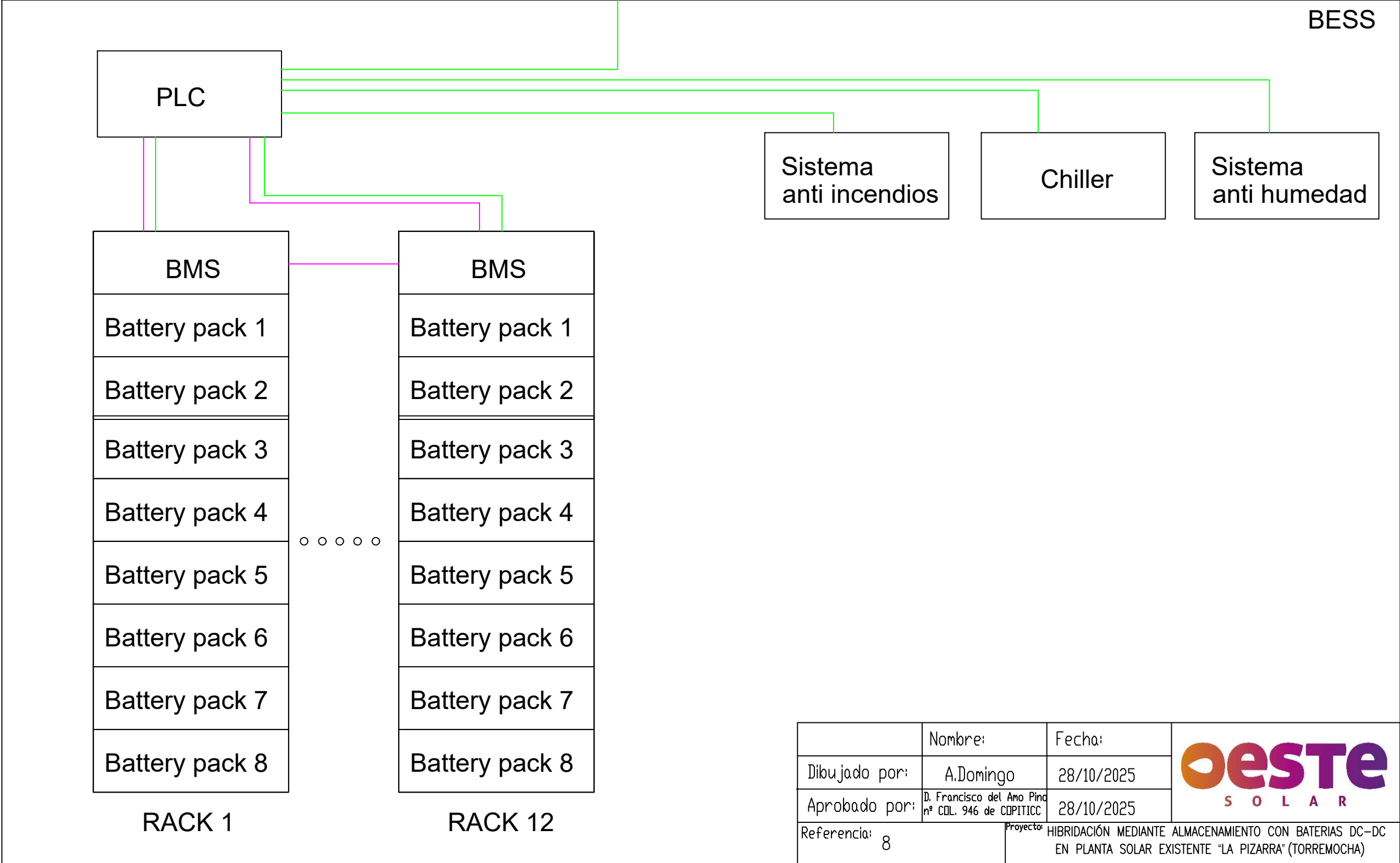
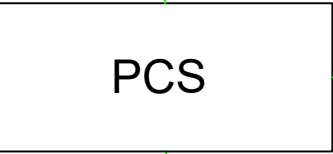
	Nombre:	Fecha:			
Dibujado por:	A.Domingo	21/10/2025			
Aprobado por:	J.Cejalvo	21/10/2025			
Referencia:	6	Proyecto:	HIBRIDACIÓN MEDIANTE ALMACENAMIENTO CON BATERIAS DC-DC EN PLANTA SOLAR EXISTENTE "LA PIZARRA" (TORREMOCHA)		
Escala:	S.E	Titulo:	ESQUEMA DE INTEGRACIÓN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO		



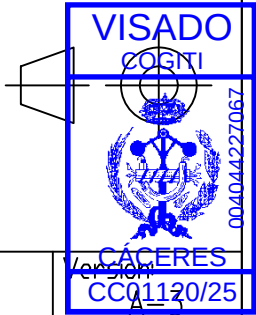


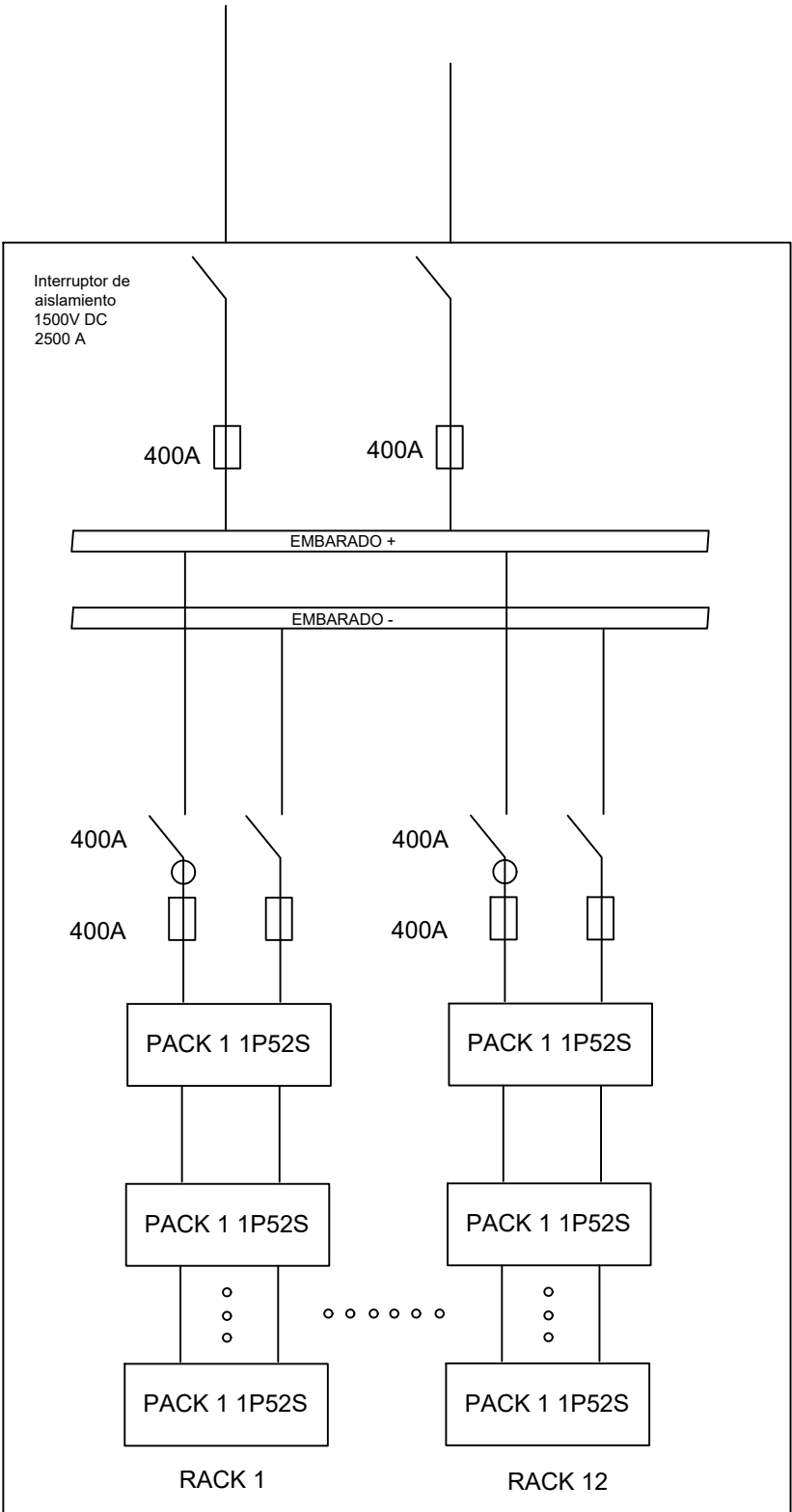
	Nombre:	Fecha:			
Dibujado por:	A.Domingo	21/10/2025			
Aprobado por:	J.Cejalvo	21/10/2025			
Referencia:	7	Proyecto:	HIBRIDACIÓN MEDIANTE ALMACENAMIENTO CON BATERIAS DC-DC EN PLANTA SOLAR EXISTENTE "LA PIZARRA" (TORREMOCHA)		
Escala:	S.E	Titulo:	ESQUEMA UNIFILAR		



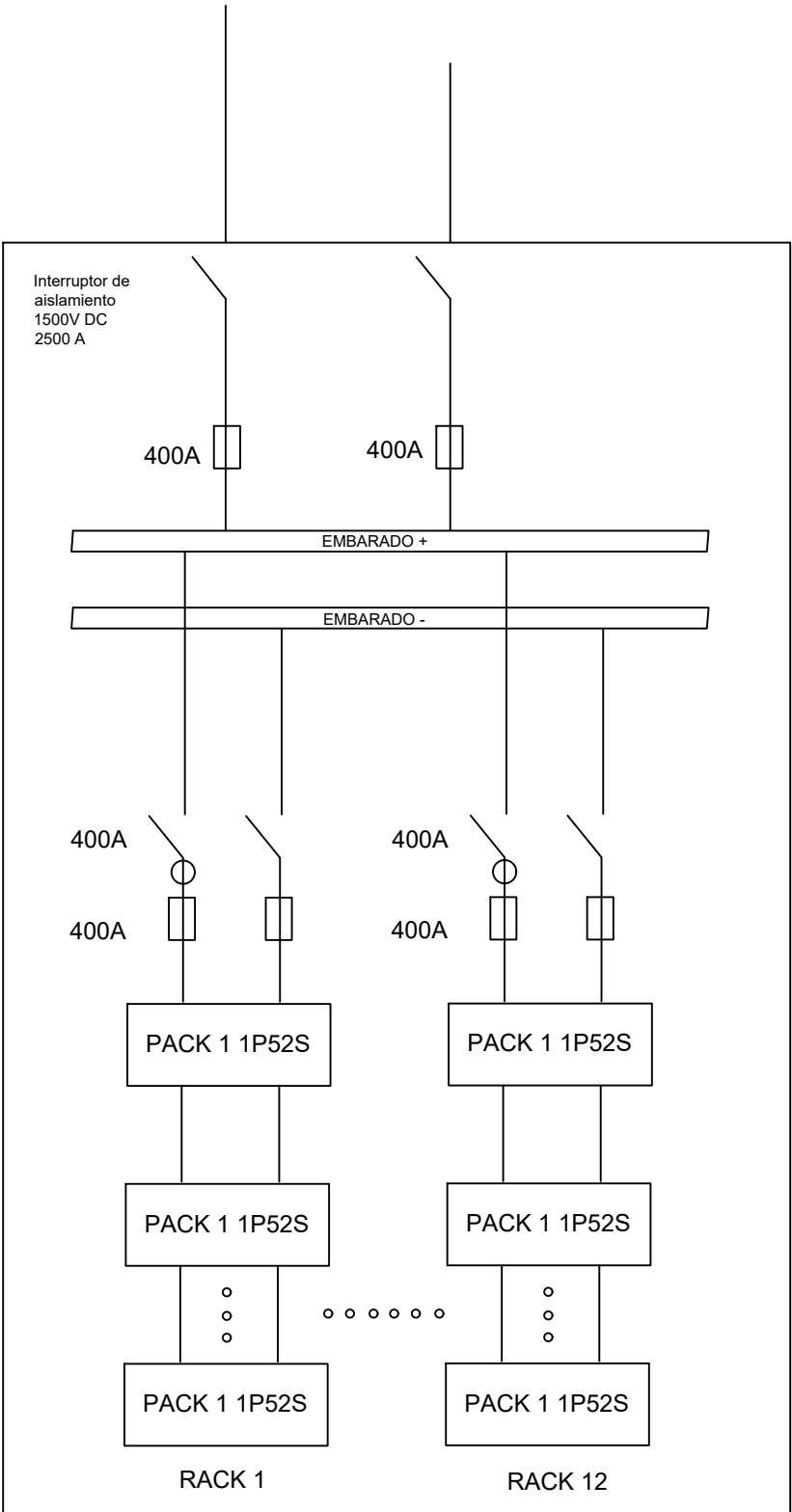


	Nombre:	Fecha:	
Dibujado por:	A.Domingo	28/10/2025	
Aprobado por:	D. Francisco del Amo Pino nº CDL. 946 de COPITICC	28/10/2025	
Referencia:	8	Proyecto:	HIBRIDACIÓN MEDIANTE ALMACENAMIENTO CON BATERIAS DC-DC EN PLANTA SOLAR EXISTENTE "LA PIZARRA" (TORREMOCHA)
Escala:	S.E	Titulo:	ESQUEMA TOPOLOGÍA Y CONTROL

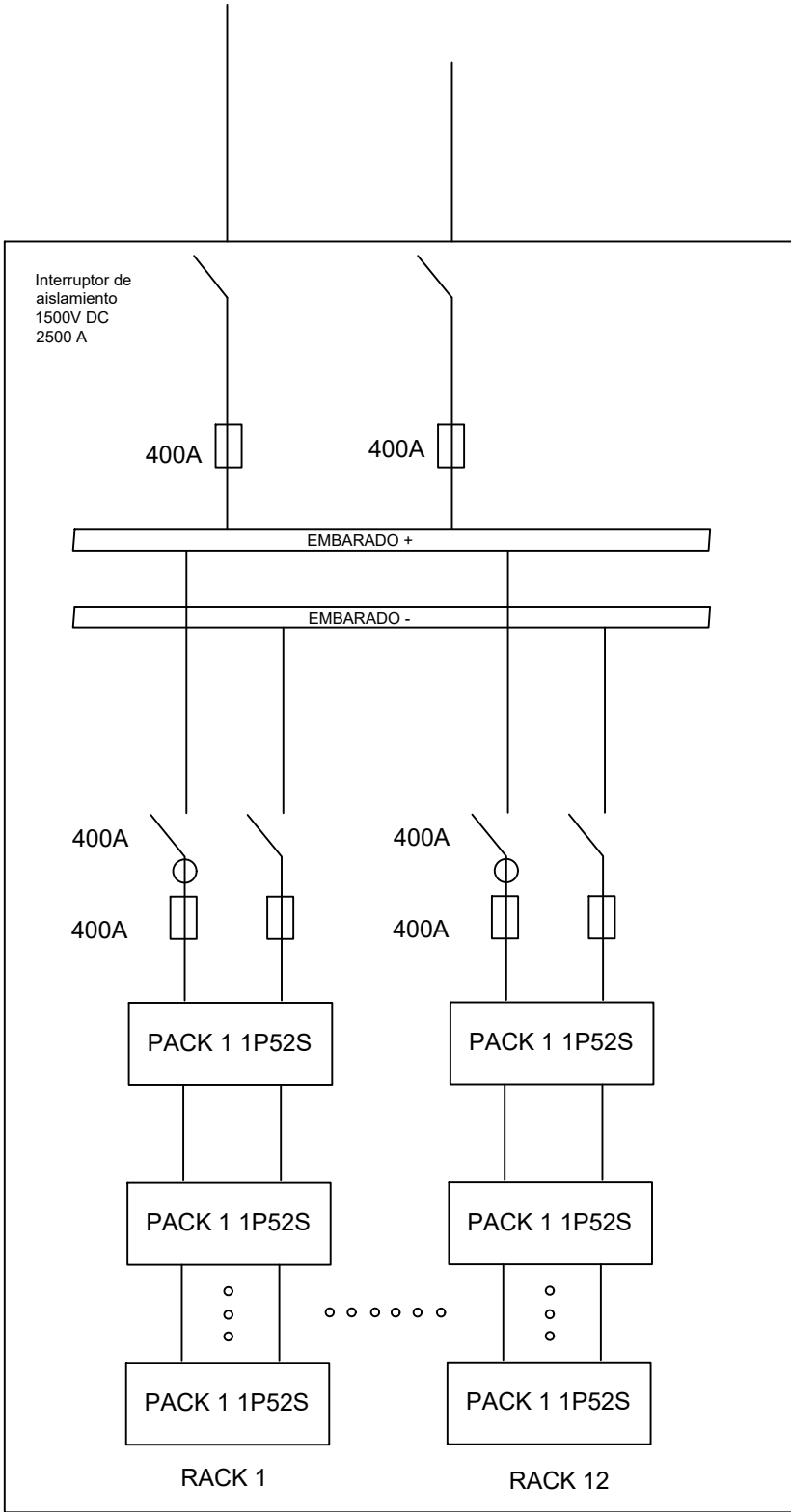




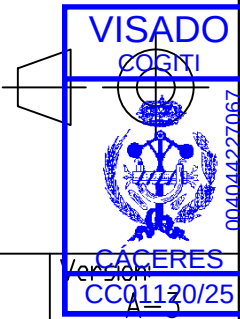
BESS 1



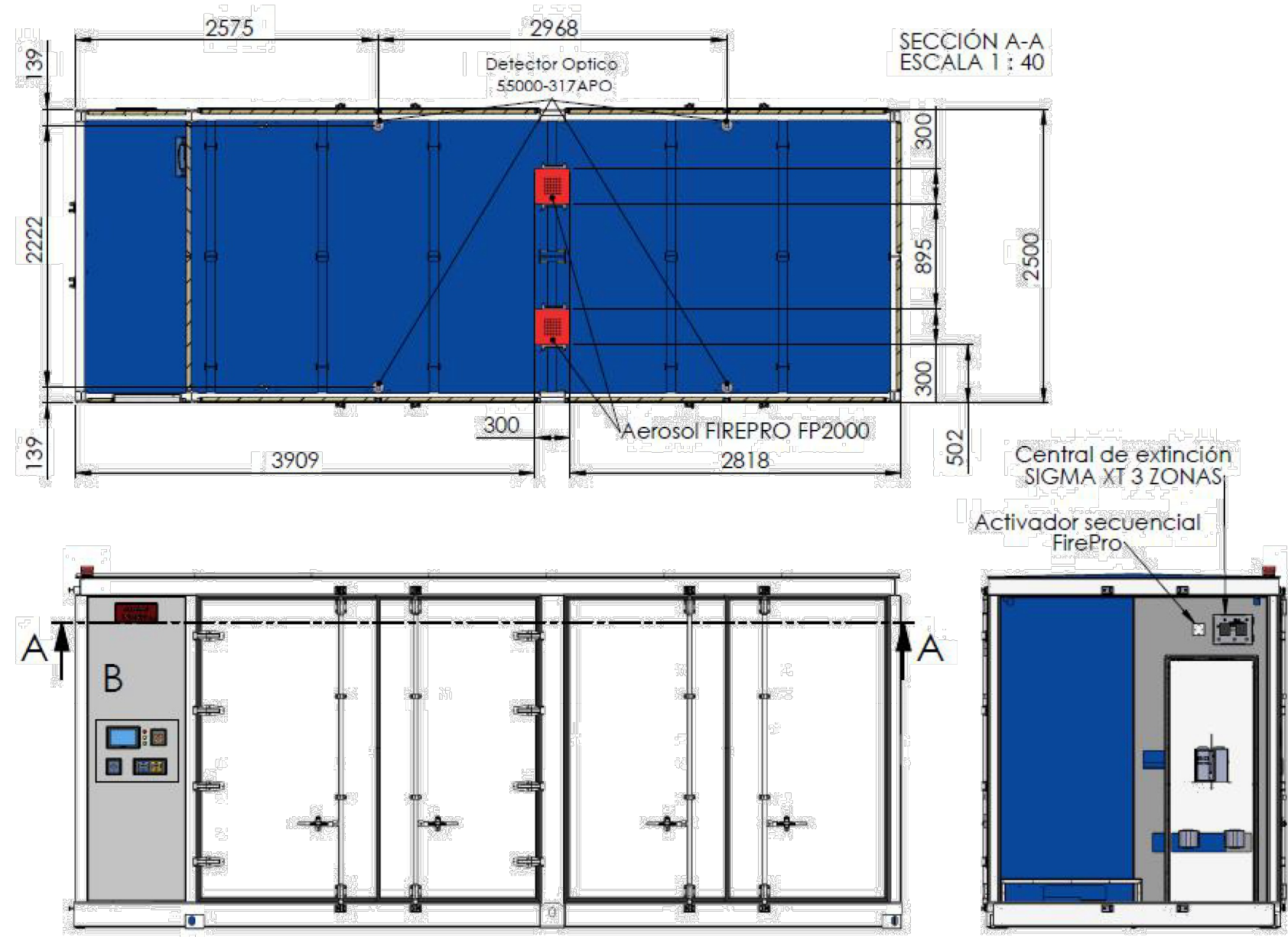
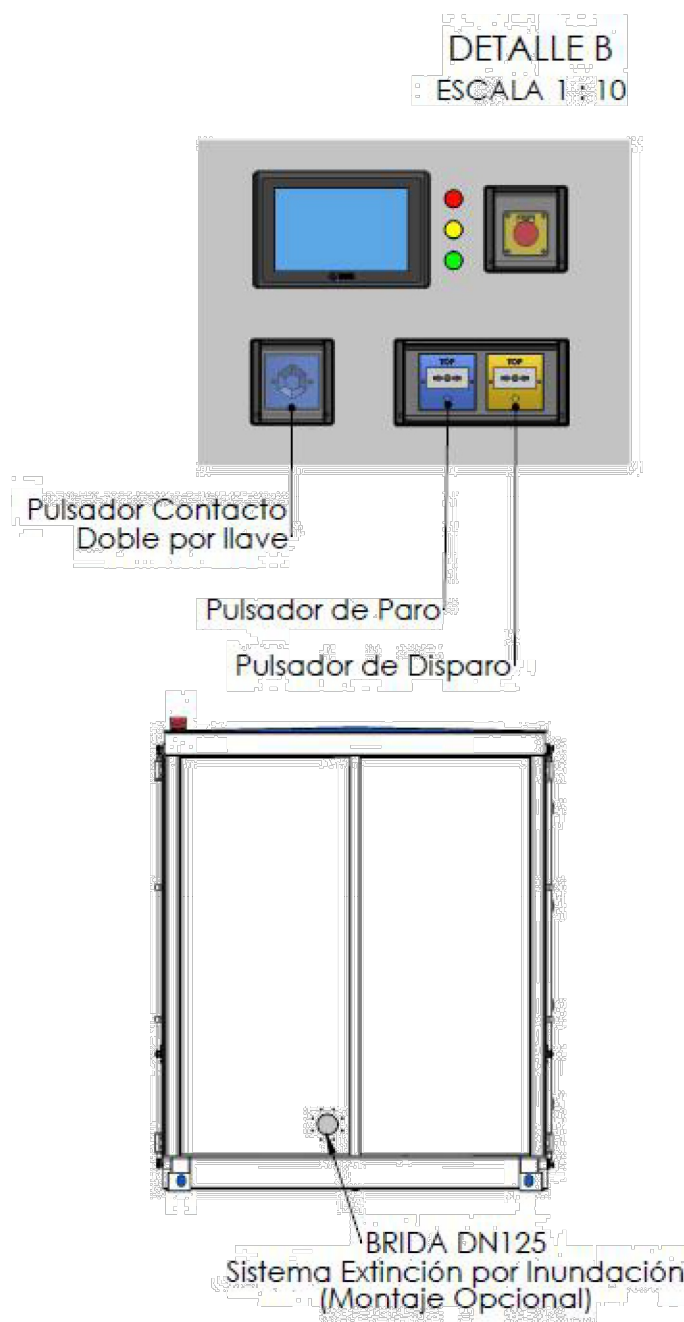
BESS 1

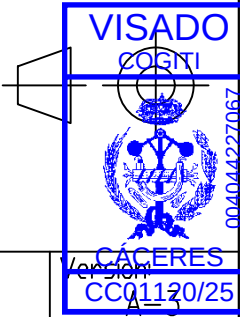


BESS 1

	Nombre:	Fecha:			
Dibujado por:	A.Domingo	28/10/2025			
Aprobado por:	D. Francisco del Amo Pina nº CDL. 946 de COPITCC	28/10/2025			
Referencia:	9	Proyector:	HIBRIDACIÓN MEDIANTE ALMACENAMIENTO CON BATERIAS DC-DC EN PLANTA SOLAR EXISTENTE "LA PIZARRA" (TORREMOCHA)		
Escala:	S.E	Titulo:	ESQUEMA DE PROTECCIONES BESS		





	Nombre:	Fecha:			
Dibujado por:	A.Domingo	28/10/2025			
Aprobado por:	D. Francisco del Amo Pineda nº CDL. 946 de COPITICC	28/10/2025			
Referencia: 10		Proyecto:	HIBRIDACIÓN MEDIANTE ALMACENAMIENTO CON BATERIAS DC-DC EN PLANTA SOLAR EXISTENTE "LA PIZARRA" (TORREMOCHA)		
Escala: S.E	Titulo: SISTEMA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS BESS				



Placa señalizadora
"PELIGRO RIESGO ELÉCTRICO"

Relleno de excavación
con cribado 12 mm
Compactación mecánica
proctor 95%

Cable Cu SSAA (25 mm²)
Entubados en conducto
corrugado de Polietileno
de Ø63 (doble pared)

Cable AI BT
(400 mm²)
Entubados en conducto
corrugado de Polietileno
de Ø200 (doble pared)

Cable de tierra Cu Ø35

Tubos corrugados
de Polietileno
(doble pared) de Ø63
Comunicaciones
+ Alimentación

Placa señalizadora
"PELIGRO RIESGO ELÉCTRICO"

Relleno de excavación
con cribado 12 mm
Compactación mecánica
proctor 95%

Cable Cu SSAA (25 mm²)
Entubados en conducto
corrugado de Polietileno
de Ø63 (doble pared)

Cable AI BT
(400 mm²)
Entubados en conducto
corrugado de Polietileno
de Ø200 (doble pared)

Cable de tierra Cu Ø35

Tubos corrugados
de Polietileno
(doble pared) de Ø63
Comunicaciones
+ Alimentación CCTV

	Nombre:	Fecha:		
Dibujado por:	A.Domingo	28/10/2025		
Aprobado por:	D. Francisco del Amo Pino nº COL. 946 de COPITICC	28/10/2025		
Referencia:		Proyecto: HIBRIDACIÓN MEDIANTE ALMACENAMIENTO CON BATERIAS DC-DC EN PLANTA SOLAR EXISTENTE "LA PIZARRA" (TORREMOCHA)		
Escala:	Título:			
S.E	DETALLES DE ZANJAS			

DOCUMENTO 4: PLANOS

1.- Planos

1.1.-Layout general

1.2.- Sección de zanjas CC

1.3.- Líneas BT CC BESS – Convertidor DC/DC – Inversore FV

1.4.- Líneas BT AC Centro seccionamiento a BESS

1.5.- Diagrama unifilar contenedor de baterías



Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://revisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>





HIBRIDACIÓN MEDIANTE ALMACENAMIENTO CON BATERIAS DC-DC EN PLANTA SOLAR EXISTENTE “LA PIZARRA” (TORREMOCHA)

DOC. N°5: Estudio electromagnético

Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://revisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>



DOCUMENTO 5: ESTUDIO ELECTROMAGNÉTICO



1. Objeto

El objeto del presente informe es, por un lado, establecer los criterios de cálculo de campo magnético que generen del parque de baterías y por otro, desarrollar el análisis de las emisiones magnéticas en el entorno del parque de baterías.

El estudio comprende el cálculo de los niveles máximos del campo magnético que, por razón del funcionamiento del parque de baterías BESS La Pizarra I, Torremocha, situada en el término municipal de Calamocha (Cáceres) pueden alcanzarse en su entorno, y su evaluación comparativa con los límites establecidos en la normativa vigente.

Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://revisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>





2. Normativa de aplicación y bases de cálculo

El R.D. 337/2014 de 9 de mayo, recoge el “Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión” (RAT). Este nuevo Reglamento limita los campos electromagnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión, remitiendo al R.D. 1066/2001.

El R.D. 1066/2001 de 28 de septiembre, por el que se aprueba el “Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a las emisiones radioeléctricas”, adopta medidas de protección sanitaria de la población estableciendo unos límites de exposición del público a campos electromagnéticos procedentes de emisiones radioeléctricas acordes a las recomendaciones europeas. Para el campo magnético generado a la frecuencia industrial de 50 Hz, el límite establecido es de 100 microteslas (100 μ T).

En el RAT, las limitaciones y justificaciones necesarias aparecen indicadas en las instrucciones técnicas complementarias siguientes:

- ITC-RAT-14. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE INTERIOR. 4.4: Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión.
- ITC-RAT-15. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE EXTERIOR. 3.15: Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión.
- ITC-RAT-20. ANTEPROYECTOS Y PROYECTOS. 3.2.1: Memoria.

Con relación al campo magnético generado por los transformadores de potencia, se aplica la norma UNE-CLC/TR 50453 IN de noviembre de 2008, “Evaluación de los campos electromagnéticos alrededor de los transformadores de potencia”.

En cuanto a la medida de los campos magnéticos, a continuación, se indica la normativa a seguir:

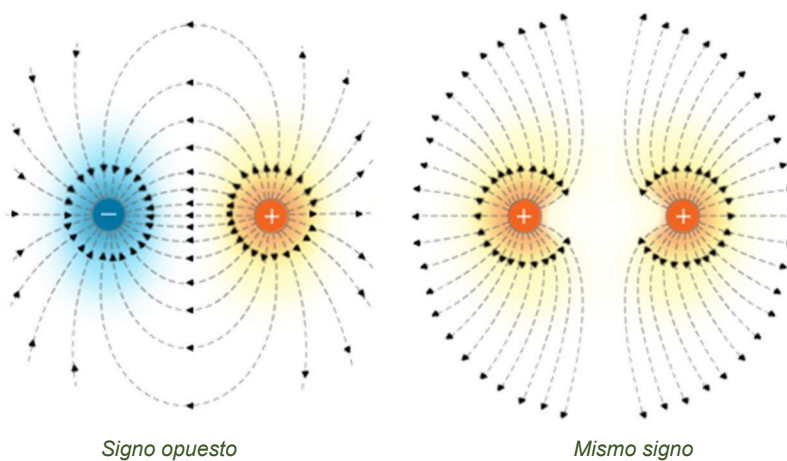
- Norma UNE 20833 de abril de 1997: “Medida de los campos eléctricos a frecuencia industrial”.
- Norma UNE-EN 62110 de mayo de 2013. “Campos eléctricos y magnéticos generados por sistemas de alimentación en corriente alterna. Procedimientos de medida de los niveles de exposición del público en general”.
- Norma UNE-EN 61786-1 de octubre de 2014. “Medición de campos magnéticos en corriente continua, campos eléctricos y magnéticos en corriente alterna de 1 Hz a 100 kHz. Parte 1: Requisitos para los instrumentos de medida”.
- Norma IEC 61786-2 de diciembre de 2014. “Measurement of DC magnetic, AC magnetic and AC electric fields from 1 Hz to 100 kHz with regard to exposure of human beings. Part 2: Basic standard for measurements”.
- UNE 207012-001 IN: Guía para la evaluación de los campos electromagnéticos alrededor de los transformadores de potencia, abril 2004.



3.- Campos electromagnéticos

3.1. Campo eléctrico

Cuando se dispone de dos cargas eléctricas de signo opuesto, las líneas del campo eléctrico E describen arcos de circunferencia que empiezan en la carga positiva y terminan en la carga negativa.



Signo opuesto Mismo signo
Ilustración 41.- Campo eléctrico generado por dos cargas

Si consideramos un conductor por el que circulan cargas eléctricas (una línea eléctrica simple) y tiene cerca otro conductor (la superficie terrestre) las líneas del campo eléctrico acaban en ángulo recto con la superficie del segundo conductor.

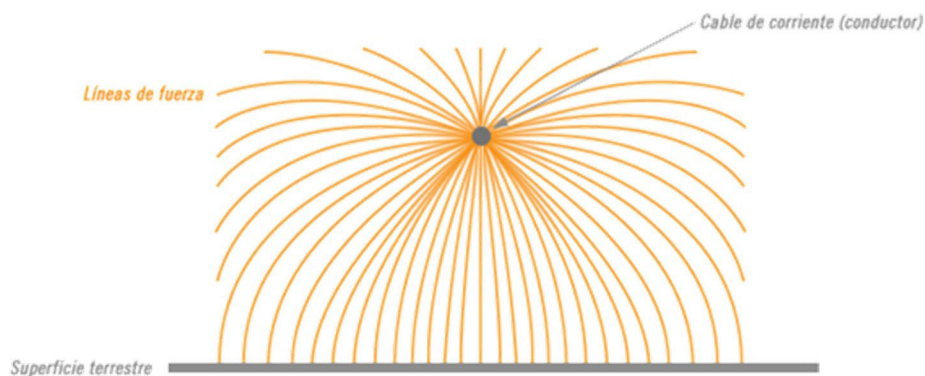


Ilustración 9.- Líneas de fuerza del campo eléctrico en un cable de corriente

Los campos eléctricos se caracterizan por:

- Están presentes siempre que exista diferencia de tensión, aunque no exista circulación de corriente.
- Son proporcionales a la tensión de funcionamiento de la línea.
- Disminuyen rápidamente al aumentar la distancia a los conductores.



- Son apantallables casi por cualquier materia: tierra, paredes, árboles, etc.

El hecho de que el campo eléctrico de frecuencia industrial esté enterrado hace que haya sido descartado como posible fuente de enfermedades, ya que su valor es prácticamente nulo.



3.2.- Campo magnético

La distribución del campo magnético es diferente y se dispone en circunferencias concéntricas con centro en la línea de corriente. Si las cargas que genera la corriente se mueven en la dirección entrante, la dirección de las líneas de campo es hacia la derecha, y si las cargas son salientes, las líneas de campo llevan dirección hacia la izquierda.



Ilustración 10.- Líneas de fuerza del campo magnético en cable de corriente

El campo magnético tiene las siguientes características:

- Está presente siempre que existe un flujo de corriente eléctrica.
- Es proporcional a la intensidad de corriente que transporta una línea eléctrica.
- Es muy difícil apantallarlos.
- Disminuye rápidamente al aumentar la distancia a los conductores.

Aunque existe cierta controversia, actualmente está aceptado que los campos eléctricos producidos por las líneas eléctricas no constituyen un peligro para la salud. Sin embargo, no puede decirse lo mismo sobre los campos magnéticos, por lo que únicamente debe seguir investigándose sobre éstos y sus posibles afecciones en la salud.

4. Método de cálculo

Debido a la distinta naturaleza de los elementos que pueden considerarse como principales generadores de campo magnético, ya sea por cómo están contruidos o por la función que realizan dentro de un parque de baterías, se ha procedido a separarlos en dos categorías en el momento de los cálculos.

- En primer lugar, las líneas o conducciones subterráneas de potencia, lo cual afectara la manera en que el campo magnético generado por éstas se distribuye.
- En segundo lugar, los contenedores de baterías. Propondremos un método general que dependerá de las características de la batería empleada en el caso que corresponda, considerando los distintos elementos que producen y mitigan el campo magnético dentro de éstos.

En cualquier caso, hay ciertos elementos eléctricos en los cuáles no se ha reparado a la hora de considerarlos generadores de campo magnético. Ejemplos de éstos son las conducciones pertenecientes a cables de servicios auxiliares, de medida y comunicaciones de los diferentes equipos del parque de baterías y transformadores de tensión e intensidad. La decisión de evitar considerarlos como principales generadores de campo magnético reside en la magnitud de las corrientes que circulan por ellos, llegando a ser del orden de 100 a 300 veces inferiores a las corrientes que circulan por los componentes citados como principales anteriormente.

Se ha escogido para la realización de los cálculos, una distancia de 1 desde el emisor del campo electromagnético.

4.1. Campo magnético generado por conductores subterráneos

Calculamos el campo magnético generado por los conductores de potencia entre los contenedores de baterías, los convertidores y los inversores de la instalación solar fotovoltaica.

FÓRMULAS UTILIZADAS

1. **Permeabilidad del vacío (μ_0):**

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m} \quad \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$$

donde H/m es henrios por metro.

2. **Campo magnético (B) generado por un solo cable:**

$$B = \mu_0 \cdot I / 2\pi \cdot$$

donde:



- B es el campo magnético en teslas (T).
- I es la corriente en amperios (A).
- r es la distancia desde el cable en metros (m).



MÉTODO DE CÁLCULO

1. Datos de partida:

- Corriente (I): 1884 A
- Distancia asumida desde cada cable (r): 1 m

2. Cálculo del campo magnético para un solo cable:

$$B_{\text{cable}} = (4\pi \times 10^{-7} \times 1884) / (2\pi \cdot 1) = (4 \times 10^{-7} \times 1884) / 2 = 3,768 \times 10^{-4} \text{ T}$$

Por lo tanto, el campo magnético total generado por la línea eléctrica de corriente continua entre los componentes del BESS es $3,768 \times 10^{-4}$ T a una distancia de 1 metro de los cables.

4.2. Campo magnético generado por el contenedor de baterías

Calculamos el campo magnético generado por los contenedores de baterías de Endurance Station 5000.

FÓRMULAS UTILIZADAS

1. Permeabilidad del vacío (μ_0)

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$$

2. Campo magnético (B) generado por un solo rack de baterías:

$$B = \mu_0 \cdot I / 2\pi \cdot r$$

3. donde:

- (B) es el campo magnético en teslas (T).
- (I) es la corriente en amperios (A).
- (r) es la distancia desde el rack en metros (m).

MÉTODO DE CÁLCULO

1. Datos de partida:





- Corriente (I): 157 A por rack
- Número de racks (n): 12
- Distancia asumida desde cada rack (r): 1 m

2. **Cálculo del campo magnético para un solo rack:**

$$B_{\text{rack}} = 4\pi \times 10^{-7} \times 157 / 2\pi \cdot r = 628 \times 10^{-7} / 2 = 3.14 \times 10^{-5} \text{ T}$$

3. **Cálculo del campo magnético total generado por los 12 racks:**

$$B_{\text{total}} = n \cdot B_{\text{rack}} = 12 \times 3.14 \times 10^{-5} = 3,768 \times 10^{-4} \text{ Teslas}$$

Por lo tanto, el campo magnético total generado por el contenedor de baterías es **$3,768 \times 10^{-4}$ Teslas** a una distancia de **1 metro** de los racks de baterías.

4.3.- Comprobación de resultados obtenidos con los niveles de referencia

Tal y como se indica en el RD 1066/2001, en el punto 3.1 Niveles de Campo, se han establecido los niveles de referencia para campos eléctricos y magnéticos, según el siguiente cuadro:

CUADRO 2

Niveles de referencia para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (0 Hz-300 GHz, valores rms imperturbados)

Gama de frecuencia	Intensidad de campo E (V/m)	Intensidad de campo H (A/m)	Campo B (μT)	Densidad de potencia equivalente de onda plana (W/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	$0,73 / f$	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

Tabla 31.- Referencias de los campos eléctricos y magnéticos

Por tanto, para el rango de frecuencia (0-1 kHz) (corriente continua) el campo magnético permitido es de 4×10^{-4} Teslas

Como se puede observar en los cálculos anteriores, los resultados obtenidos no generan un campo magnético superior al de referencia. Luego, se cumplen los criterios de campo magnéticos establecidos.

5.-Conclusiones

Tal y como se muestra en el estudio desarrollado en el apartado 4, en las condiciones más desfavorables de funcionamiento, los límites de campo magnético emitidos por los equipos de la BESS La Pizarra I, Torremocha, están por debajo de los límites técnicos establecidos por la normativa vigente, enumerada en el apartado 4.4, por lo que se considera adecuado el apantallamiento existente.



Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://revisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>





HIBRIDACIÓN MEDIANTE ALMACENAMIENTO CON BATERIAS DC-DC EN PLANTA SOLAR EXISTENTE “LA PIZARRA” (TORREMOCHA)

DOC. N°6: Proyecto de desmantelamiento

Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://revisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>



DOCUMENTO 6: PROYECTO DE DESMANTELAMIENTO



1.- Objeto

El presente documento constituye el Proyecto de Desmantelamiento del parque de baterías "BESS La Pizarra I, Torremocha", ubicada en el término municipal de Torremocha, Cáceres.

El desmantelamiento de la instalación se realizará una vez cese la actividad del parque de baterías. Por las características propias de la instalación, la vida útil de parque de baterías puede extenderse indefinidamente siempre que se realicen las pertinentes repotenciaciones y el mantenimiento adecuado.

No obstante, a efectos de este proyecto se indexa la vida útil al periodo tipo para las plantas de generación, esto es, 20 años desde su puesta en servicio, sin perjuicio de reconversiones tecnológicas que alarguen su vida útil.

Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://revisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>



2.- Entidad Peticionaria

El parque de baterías La Pizarra I, Torremocha se hibrida con el parque solar fotovoltaica de La Pizarra I, Torremocha.

La entidad propietaria, titular administrativa de la instalación y promotora de la ampliación que se describe en el presente proyecto, es la siguiente:

Oeste Solar, S.L.

CIF: B10497899

Avenida de Virgen de Guadalupe,

33 3º 10001 Cáceres



Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://revisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>



3.- Descripción Técnica de las Instalaciones



3.1. Configuración

El parque de baterías está constituido por:

- Contenedores de baterías ESS
- Convertidores DC/DC
- Sistema de control
- Sistema de telecomunicaciones
- Sistema de puesta a tierra

3.1.1. Contenedores de Baterías BESS

El parque de baterías constará de 3 BESS. Los sistemas BESS son contenedores de 7 metros de largo con este aspecto:



Ilustración 44.- Contenedor de baterías

Las características técnicas del contenedor de baterías son las siguientes:



Type Designation	Endurance ST 5 MWh
Technology	LFP
Configuration	12*1P416S
Power	5.016 KWh
DC side	
Max DC voltage	1497.6V
Nominal DC voltage	1331.2V
Min DC voltage	1040V
DC voltage range	1040V-1497.6V
Max DC current (0.5C)	1884A
Efficiency	
Max efficiency	95 %
European efficiency	94,50%
Protection	
DC input protection (Fuse)	2500A
Load Break Switch	2000A
Surge protection	T1+T2
Visual monitoring	Yes
Overheat protection	BMS Controlled
General Data	
Dimensions (L*D*H)	7.05*2.50*3.00 m
Standard charge and discharge	0,5C
Sound emission (dBA)	MAX 71
Weight	43 Ton
Operating temperature (°C)	Charge between 0°C & 55°C Discharge between -20°C & 55°C
Allowable relative humidity range	0% - 90%
Cooling method	Forced liquid cooling
Max operating altitude (m)	4000
Derating operative altitude (m)	2000
Display	PDMU + External Display + Remote Monitoring
Communication	CAN BUS / MOD BUS
Compliance	CE / UN38.3*
Warranty	
Cycles	8000**
Years	5

* In progress,

**This product is subject to specific warranty conditions. Please refer to the terms and conditions for detailed information on the applicable warranty.

Tabla 31.- Características técnicas del contenedor de baterías



3.1.2. Convertidores DC/DC

El convertidor DC/DC elegido para el proyecto es el FD1200 de la marca Power Electronics, ya que los inversores instalados en la planta fotovoltaica de Power Electronics y para haya buena comunicación entre ambos elementos, deben ser de la misma marca.

El convertidor DC/DC FD1200 de Power Electronics, tiene este aspecto:



Ilustración 45.- Convertidor DC/DC de Power Electronics

3.1.3. Sistema de Control

Se instalará un sistema de control (EMS) en el sistema que gestionará la carga y la descarga de la batería en función de los cortes demandados por el centro de control y el precio de la energía.

3.1.4. Sistema de Comunicaciones

La telecomunicación se realizará mediante fibra óptica y cable de Ethernet. Como servicio de apoyo, se contará con un sistema de comunicación vía satélite.

3.1.5. Sistema de Puesta a Tierra



La puesta a tierra inferior está dimensionada de acuerdo con los siguientes datos:

Intensidad de cortocircuito trifásica máxima	9 KA
Duración del defecto	0.5 seg
Tipo de electrodo	Malla
Material del conductor	Cobre



Las tensiones de paso están por debajo de valores máximos reglamentarios. En la memoria de cálculo de este proyecto se puede observar el desglose del valor de la sección de la malla de tierra.

3.2. Características de la Construcción

3.2.1. Obras Civiles

Movimiento de tierras

Será necesaria la realización de movimiento de tierras en algunas zonas, no obstante, se intentará minimizar al máximo la realización de estos trabajos.

El cálculo de los volúmenes necesarios será detallado en profundidad, en el proyecto de detalle.

Conducciones de cables de control y potencia

Con objeto de proteger el recorrido de los cables de control y potencia se construirá una red de canales para cables prefabricados y zanjas enterradas, respectivamente.

En los cruces con los viales se utilizarán unos pasatubos reforzados.



Cimentación para el convertidor DC/DC

Se diseña una cimentación de 2*1.5 metros con dos losas corridas para para facilitar la entrada y salida de cableado.



Cimentación de BESS

Los BESS vendrán en formato de contenedor marítimo pero de 7 metros de longitud. Se diseña una cimentación con dos losas corridas de 7.7x3.1x0.3 m.

Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://revisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>



4.-Obras de Desmantelamiento

Al cese total de la actividad se procederá al desmantelamiento y/o demolición del parque de baterías La Pizarra I, Torremocha, conforme al presente Proyecto de Desmantelamiento. El plazo de ejecución de las actuaciones previstas en el Plan será de 1 mes.

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

4.1. Aparellaje Eléctrico, Convertidores y Equipos

Para los equipos de BESS y convertidores, se procederá a la desconexión de los mismos, retirada y traslado cada uno según su posterior aprovechamiento, a los lugares de almacenaje que indiquen sus propietarios.

Para los equipos de menor envergadura como cuadros eléctricos, bastidores de control, etc., se procederá de igual manera.

En caso en que esto anterior no sea posible se trasladarán a vertederos autorizados para el tratamiento de chatarra y eliminación de aceites y otros elementos potencialmente contaminantes, gestionándose conforme a lo establecido en la legislación vigente.

4.2. Embarrados y conductores

Dado que los materiales empleados son principalmente cobre y aluminio, estos se enviarán a gestor autorizado para su reciclaje.

4.3. BESS



Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://revisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>



El promotor paga con la adquisición del contenedor de baterías a la empresa Unibat para que se ocupe de su reciclaje después de su vida útil ya que se trata de un elemento contaminante. Por lo tanto, dicha empresa se ocupará del reciclaje de cada contenedor mediante grúas y cabezas tractoras previa desconexión de cableado externo.

Los contenedores de baterías se trasladarán a vertederos autorizados para este tipo de material.

4.4. Canalizaciones

Se retirarán todos los elementos como canalizaciones de cables, canalizaciones del sistema de drenajes, tubos instalados, cunetas para evacuación de aguas, llevando todo este material de desecho (principalmente escombros, hormigón, tubos, etc.) a un vertedero autorizado.

Como en el resto del parque de baterías, se procederá a la restitución de la zona mediante recubrimiento de una capa de suelo que permita la revegetación de matorral de la zona, no afectando a las cuencas hidrológicas de la zona.



Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://evisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>



5.-Medidas Correctoras y Restauración Paisajística



Las medidas correctoras que se plantean están enfocadas a lograr alguno/s de los siguientes aspectos:

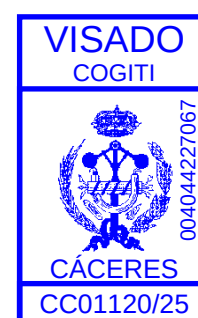
- Reducir o eliminar las alteraciones que el medioambiente de la zona pueda haber sufrido por las instalaciones del parque de baterías.
- Reducir o atenuar los efectos ambientales negativos, limitando la intensidad de la acción que se ha provocado.
- Llevar a cabo medidas de restauración de modo que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

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

FASE DE DESMANTELAMIENTO DE EL PARQUE DE BATERÍAS	
Contaminación Atmosférica	Reducir los niveles de polvo
	Minimizar los niveles de ruido en las labores de desmantelamiento.
Contaminación Acústica	Limitación del horario de trabajo de las unidades ruidosas
	Protección del personal adscrito a la obra según plan de seguridad y salud
Suelo	Reducir los riesgos de contaminación propios de cada fase
	Restauración de las zonas ocupadas por las instalaciones
Vegetación	Revegetación de los puntos ocupados por el parque de baterías, empleando especies autóctona que lo aproximen al clima.
Paisaje	Restauración paisajística de las zonas ocupadas por el parque de baterías

Tabla 32.- Fases del desmantelamiento

A continuación, se lleva a cabo el desarrollo técnico detallado de las diferentes medidas correctoras que se consideran necesarias en función de los factores ambientales que se ven afectados en la fase de desmantelamiento del parque de baterías.





5.1. Contaminación Atmosférica

Las labores a realizar irán encaminadas a reducir los niveles de polvo y las emisiones de sustancias contaminantes a la atmósfera.

Para reducir la emisión de polvo se procederá, entre otras acciones, al riego de los viales transitados por la maquinaria y camiones que intervienen en el desmantelamiento del parque de baterías.

Asimismo, los camiones de transporte de material con alta capacidad de generar nubes de polvo irán provistos de mallas o lonas que cubran el material durante su traslado.

Cuando las labores generadoras correspondan a procesos de movimiento de tierras se procederá al riego previo a la actuación.

Las emisiones a la atmósfera de gases contaminantes procederán principalmente de la maquinaria. Para reducir tales emisiones se realizarán revisiones de la misma, manteniendo los niveles de emisión conforme a la legislación vigente.

5.2. Contaminación Acústica

La contaminación acústica viene originada principalmente por la maquinaria que trabaja en la obra de desmantelamiento del parque de baterías. Para reducir el nivel de ruido de la misma se consideran distintas posibilidades no excluyentes unas de otras. Entre las actuaciones a realizar se consideran:

- Mantenimiento adecuado de la maquinaria.
- Empleo de revestimiento de goma en maquinaria pesada, grúas, etc.
- Mantenimiento preventivo y regular de la maquinaria.
- Optimizar el tiempo empleado en las actuaciones, siendo reducido el mismo en la medida de lo posible.



- Protección del personal adscrito a la obra según el Plan de Seguridad y Salud.



5.3. Suelo

Durante esta fase de desmantelamiento del parque de baterías, los riesgos de contaminación del suelo son debidos mayormente a los restos de aceite que puedan escapar de los contenedores BESS, para lo cual se establecerán las medidas necesarias para la recogida y almacenamiento de los residuos en contenedores habilitados para tales efectos. Posteriormente se transportarán a las instalaciones de tratamiento mediante gestor autorizado.

En cuanto a la restauración del suelo degradado, se procederá al relleno de las excavaciones realizadas para eliminar los restos de cimentaciones, básicamente. El relleno se hará con tierra inerte en profundidad y tierra vegetal en la capa superficial. El espesor de esta última capa será tal que permita reponer los terrenos a su morfología original y se revegetará usando especies autóctonas de la zona.

5.4. Vegetación

Una vez retirados todos los elementos y construcciones que componían el parque de baterías, se procederán a ejecutar las medidas correctoras necesarias y que se traducen en una restauración paisajística consistente en:

Restaurar la cubierta vegetal en aquellos puntos que haya resultado dañada como consecuencia de las obras de construcción y desmantelamiento del parque de baterías.

Lograr una integración de los rellenos de los taludes que se originaron como consecuencia de la explanación realizada para la disposición del parque del parque de baterías.

Para regenerar la vegetación se emplearán especies autóctonas acordes a la serie de vegetación existente en la zona.



La revegetación vendrá determinada por las pendientes de las zonas que se estimen necesarias de recuperación. De cualquier modo, las medidas a realizar incluirán:

- Mejora edáfica de los terrenos que se van a reforestar.
- Extendido de tierra vegetal, con un espesor mínimo de 15-20cm.
- Utilización de especies autóctonas y correspondientes a la vegetación potencial.
- Abonado y riegos.

5.5. Paisaje

La restauración paisajística de las zonas ocupadas por las infraestructuras del parque de baterías se realizará básicamente mediante:

- Recuperación de las áreas degradadas por las infraestructuras desmanteladas.
- Retirada y limpieza de todo tipo de residuos a los vertederos adecuados.

5.6. Residuos de Demolición

Se consideran residuos de demolición los materiales y componentes de construcción que se obtienen como resultado de las operaciones de desmantelamiento.

También consideramos aquí los residuos de demoliciones parciales, originados por trabajo de reparación o de rehabilitación. Son los residuos que tienen mayor volumen y peso en el conjunto del volumen de elementos generados por la actividad constructora.

Se gestionarán correctamente se estudiarán en profundidad el reciclado, reutilización o depósito en vertedero controlado.



6.-Estudio de Seguridad y Salud

Dado que la vida útil de la instalación se prevé 20 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 estos. Este plan de seguridad y salud será aprobado por el coordinador de seguridad y salud previo al comienzo de los trabajos.



Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://revisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>



7.- Normativa de Aplicación

A título enunciativo:

- Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria.
- 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 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 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 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición.
- Ley 10/2000, de 12 de diciembre, de residuos de la Comunidad Valenciana.
- Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.
- Normas Básicas de la Edificación.
- Instrucción del Hormigón estructural EHE.
- Normas Tecnológicas de la Edificación que sean de aplicación.
- Normas UNE que sean de aplicación.
- Normas CEI que sean de aplicación.
- Ordenanzas, Regulaciones y Códigos Nacionales, Autonómicos y Locales, que sean de aplicación.



Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://revisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>



- Resto de normas relativas a Construcción y Protección Contra Incendios aplicables a Instalaciones Eléctricas de Alta y Baja Tensión.
- Ordenanzas, Regulaciones y Códigos Nacionales, Autonómicos y Locales, que sean de aplicación.



En materia de prevención de riesgos laborales se cumplirá con la normativa de aplicación en materia de prevención de riesgos laborales, y resto de normas y reglamentos relativos a la seguridad y salud en las obras de construcción, que estén vigentes en el momento de ejecución de las obras. A título enunciativo, se relacionan:

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba los Reglamentos de los Servicios de Prevención.
- 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.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

Con los datos expresados en la presente Memoria en unión de la valoración económica que se acompañan, consideramos adecuadamente descritas y justificadas las obras de desmantelamiento del parque de baterías "La Pizarra I, Torremocha".





8.-Presupuesto Desmantelamiento BESS La Pizarra I, Torremocha

PRESUPUESTO DE DESMANTELAMIENTO					
POS	UD.			UNITARIO (€)	TOTAL (€)
1.1.	BESS+Convertidores				
1.1.1.	Contenedores de baterías				
1.1.1.1	3	Ud.	Contenedor de baterías 5 MWh	4.270	12.810,00 €
1.2.	Convertidores				
1.2.1.	6	Ud.	Convertidor DC/DC 1,2 MW	1300	7.800,00 €
1.3.	RED DE TIERRAS				
1.3.1.	100	m	Cable de Cu de 70 mm2	3	300,00 €
1.3.2.	12,00	Uds.	Soldaduras aluminotérmicas + pica 2 M de cable	5	60,00 €
1.4.	CONTROL Y MONITORIZACIÓN				
1.4.1.	1	Uds.	Sistema de Control y gestión	283	283,00 €
1.5.	EQUIPOS DE SEGURIDAD				
1.5.1.	1	Uds.	Botiquín práctico armario metálico	5	5,00 €
1.5.2.	1	Uds.	Manta ignífuga 180 x 120	3	3,00 €
1.5.3.	5	Uds.	Placa de señalización Al 297 mm	1,5	7,50 €
1.5.4.	2	Uds.	Cinta señalizadora 20 m con carrete	2	4,00 €
1.5.5.	1	Uds.	Discriminador de Baja Tensión TAG-150	9	9,00 €
1.5.6.	1	Uds.	Verificador óptico acústico 70-220 kV	15	15,00 €
1.5.7.	2	Uds.	Extintor CO2 de 5 kg	3	6,00 €
1.5.8.	2	Uds.	Extintor de CO2 de 2 kg	2	4,00 €
1.5.9.	2	Uds.	Extintor D25 kg polvo polivalente C/Carr	5	10,00 €
1.6.	OBRA CIVIL				
1.6.1.	200	m3	Limpieza y desbroce de terreno	0,23	46,00 €
1.6.2.	100	m3	Excavación de terreno de consistencia media/dura	0,42	42,00 €
1.6.3.	300	m3	Transporte de tierra a una distancia inferior a 5 km	0,1	30,00 €
1.6.4.	150	m3	Mejora de terreno mediante zahorra artificial	1	150,00 €
1.6.5.	400	m	Zanja para red de tierras	1,5	600,00 €
1.6.7.	3	Uds.	Fundación para BESS	174	522,00 €
1.6.7.	6	Uds.	Fundación para PCS	75	450,00 €
1.7.	RESTITUCIÓN PAISAJÍSTICA				
1.7.1.	300	m2	Restauración capa vegetal y plantación especies	1	300,00 €
1.7.2.	1	PA	Mantenimiento anual de vegetación en zonas restauradas	3.000	3.000,00 €
TOTAL PRESUPUESTO DESMANTELAMIENTO					26.456,50 €

Tabla 33.-Presupuesto del desmantelamiento del BESS



Presupuesto de desmantelamiento para el Proyecto de Desmantelamiento del parque de baterías “La Pizarra I, Torremocha”, ubicada en el término municipal de Torremocha, Cáceres., la cantidad de **26.456,50 euros (veinte y seis mil cuatrocientos cincuenta y seis euros con cincuenta céntimos).**



Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://revisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS
TÉCNICOS INDUSTRIALES DE CÁCERES

AENOR



Empresa Registrada

UNE-EN ISO 9001
ER-12777/2005

CERTIFIED



MANAGEMENT SYSTEM



Nº.Colegiado.: 946
DEL AMO PINO, FRANCISCO
VISADO Nº.: CC01120/25
DE FECHA: 30/10/2025
Autenticación: 004044227067

VISADO

VISADO
COGITI



CÁCERES
CC01120/25

004044227067



HIBRIDACIÓN MEDIANTE ALMACENAMIENTO CON BATERIAS DC-DC EN PLANTA SOLAR EXISTENTE “LA PIZARRA” (TORREMOCHA)

DOC. N°7: Pliego de condiciones técnicas

Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://revisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>



DOCUMENTO 7: PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS



1.- objeto

El presente documento recoge el pliego de condiciones técnicas para el parque de baterías. Forma parte de la documentación de referencia y determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras. Las dudas que se planteasen en su aplicación o interpretación serán dilucidadas por la Dirección Facultativa. Por el mero hecho de intervenir en la obra, se presupone que la empresa instaladora y las subcontratistas conocen y admiten el presente Pliego de Condiciones.

Este Pliego de Condiciones Técnicas se refiere al suministro, instalación, pruebas, ensayos, mantenimiento, características y calidades de los materiales necesarios en la construcción, con el fin de garantizar la seguridad de las personas, el bienestar social y la protección del medio ambiente, siendo necesario que dichas instalaciones eléctricas se proyecten, construyan, mantengan y conserven de tal forma que se satisfagan los fines básicos de la funcionalidad, es decir de la utilización o adecuación al uso, y de la seguridad, concepto que incluye la seguridad estructural y la seguridad de utilización, de tal forma que el uso normal de la instalación no suponga ningún riesgo de accidente para las personas y cumpla la finalidad para la cual es diseñada y construida.

Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://evisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>





2.-Condiciones técnicas del parque de baterías

2.1.- Ámbito de aplicación

El ámbito de aplicación del presente pliego se refiere al sistema integrado por:

- Obra Civil en todas sus formas de Ejecución de la instalación.
- Instalaciones de BT tanto de Generación como de Servicios Auxiliares.
- Instalaciones Complementarias tales como Seguridad, Monitorización y Comunicaciones.

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

Los pliegos de condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

2.2.- Obra civil

2.2.1.- Normativa de consulta

- Instrucción 8.3-IC sobre señalización de obras
- Instrucción de hormigón estructural, aprobado por el RD 2661/1998.
- Instrucción para la recepción de cementos (RC-08) aprobada por Real
- Decreto 956/2008 de 19 de junio
- Eurocódigos.
 - EC 1 – Bases de diseño y acciones
 - EC7 – Proyecto geotécnico
 - EC8 – Estructuras resistentes al sismo.
- Código Técnico de la Edificación, aprobado por RD (1371/2007)
 - Ley 31/95 de Prevención de Riesgos Laborales.
 - Ley 54/2003 Reforma del Mercado Normativo de PRL.
 - Ley 16/2002 de 1 de Julio de Prevención y Control Integrado de la contaminación.
- LEY 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental
- Planes Hidrológicos



- RD 1627/1997, por el que establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de la construcción.
- RD 105/08 por el que se regula producción y gestión de los residuos de construcción y demolición
- Normas UNE



En general, cuantas prescripciones figuran en los Reglamentos, Normas e Instrucciones Oficiales que guarden relación con obras del presente Proyecto, con sus instalaciones complementarias o con los trabajos necesarios para realizarlas.

Si alguna de las normas anteriormente relacionadas regula de modo distinto algún concepto, se entenderá de aplicación la más restrictiva. De manera análoga, si lo preceptuado para alguna materia por las citadas normas estuviera en contradicción con lo prescrito en el presente Documento, prevalecerá lo establecido en este último.

Las contradicciones que puedan existir entre los distintos condicionados, serán resueltas por la Dirección de Obra, que así mismo determinará, la normativa a seguir en caso de contradicción.

2.2.2.-Definiciones

- Armadura. Conjunto de barras de acero que se colocan en el interior de la masa de hormigón para ayudar a éste a resistir los esfuerzos a que está sometido.
- Base. Es la capa de espesor diseñado, constituyente de la estructura del pavimento, destinada fundamentalmente a distribuir y transmitir las cargas originadas por el tránsito, a las capas subyacentes y sobre la cual se coloca la capa de rodadura.
- Cajeadado. Excavación de la capa más superficial del terreno natural donde se acumula la mayor cantidad de materia orgánica presente en el suelo.
- Capacidad portante. Capacidad del terreno para soportar las cargas aplicadas sobre él.
- Categorías de explanada: Tipos de explanada que se establecen, en función de su capacidad resistente, a los efectos de dimensionamiento de la sección estructural del firme.
- Cementos. Conglomerantes hidráulicos que, finamente molidos y convenientemente amasados con agua, forman pastas que fraguan y endurecen a causa de las reacciones



de hidrólisis e hidratación de sus constituyentes, dando lugar a productos hidratados mecánicamente resistentes y estables, tanto al aire como bajo agua.

- Cono de Abrams. El cono de Abrams es el ensayo que se realiza al hormigón en su estado fresco, para medir su consistencia ("fluidez" del hormigón).
- Coronación. Es la parte superior del relleno tipo terraplén, sobre la que se apoya el firme, con un espesor mínimo de dos tongadas y siempre mayor de cincuenta centímetros (50 cm).
- Desbroce. Consiste en extraer y retirar de las zonas designadas todos los árboles, tocones, plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basura o cualquier otro material indeseable.
- Desmonte. Parte de la explanación situada bajo el terreno original.
- Encofrado. Sistema de moldes temporales o permanentes que se utilizan para dar forma al hormigón u otros materiales similares in situ. Pueden ser de madera o metálicos y a en algún tipo de cimentaciones pueden ser perdidos.
- Escarificación. Consiste, en la disgregación de la superficie del terreno y su posterior compactación a efectos de homogeneizar la superficie de apoyo, confiriéndole las características prefijadas de acuerdo con su situación en la obra.
- Espaldón: Es la parte exterior del relleno tipo terraplén que, ocasionalmente, constituirá o formará parte de los taludes del mismo.
- Explanada. Superficie sobre la que se apoya el firme, no perteneciente a su estructura.
- Grava. Partículas granulares de material pétreo, es decir, piedras, de tamaño variable. Este material se origina por fragmentación de las distintas rocas de la corteza terrestre, ya sea en forma natural o artificial, y normalmente comprendidas entre los 2 y los 64 mm, aunque no existe un criterio exacto para el límite superior.
- Hormigón. Material resultante de la mezcla de cemento (u otro conglomerante) con áridos (grava, gravilla y arena) y agua. Es un material caracterizado por su alta resistencia a la compresión, aunque no así a otros tipos de esfuerzos.
- Hormigón armado. Hormigón reforzado con barras o mallas de acero, llamadas armaduras. El hormigón en masa es un material moldeable y con buenas propiedades mecánicas y de durabilidad, y aunque resiste tensiones y esfuerzos de compresión apreciables tiene una resistencia a la tracción muy reducida. Por eso se usa combinado



con acero, que cumple la misión de resistir las tensiones de tracción que aparecen en la estructura.

- Hormigón prefabricado. Consiste en la construcción de elementos de hormigón en un lugar diferente al que se va a realizar la construcción, con el objeto de obtener las mejores condiciones en el proceso de curado y fraguado del hormigón, o por su dificultad de realizar in situ. Elementos de hormigón prefabricado pueden ser arquetas de registros, centros de transformación o las propias cimentaciones de las estructuras.
- Núcleo: Es la parte del relleno tipo terraplén comprendida entre el cimientado y la coronación
- Recubrimiento. El recubrimiento de hormigón es la distancia entre la superficie exterior de la armadura (incluyendo cercos y estribos) y la superficie del hormigón más cercana.
- Subbase. Parte que descansa sobre la explanada o la explanada mejorada
- Talud. Inclinação de un terreno o del paramento de un muro.
- Terraplén. Parte de la explanación situada sobre el terreno original.
- Terreno natural. Terreno existente bajo la capa vegetal.
- Velocidad de proyecto. Velocidad que permite definir las características geométricas mínimas de los elementos del trazado, en condiciones de comodidad y seguridad. La velocidad de proyecto de un tramo se identifica con la velocidad específica mínima del conjunto de elementos que lo forman.
- Vehículo pesado: A los efectos de esta norma se incluyen en esta denominación los camiones de carga útil superior a 3 t, de más de 4 ruedas y sin remolque; los camiones con uno o varios remolques; los vehículos articulados y los vehículos especiales; y los vehículos dedicados al transporte de personas con más de 9 plazas.
- Zahorra. Material granular, de granulometría continua, utilizado como capa de firme. Se denomina zahorra artificial al constituido por partículas total o parcialmente trituradas. Zahorra natural es el material formado básicamente por partículas no trituradas.

2.2.3.-Trazado

Para el diseño trazado en planta y vertical se seguirán lo indicado en la Norma 3.1-IC. Trazado.

Se seguirán las indicaciones del art. 7.4.5 de la Norma 3.1-IC: "Trazado, para el acceso a



carreteras nacionales, vías de servicio o cualquier otro tipo de vía pública”.

De manera general, y en caso de que no especifique lo contrario, se partirá de los siguientes criterios:

- Velocidad de proyecto: 30 km/h.
- Ancho de rodadura: 4 m.
- Bombeo: mínimo de 2% y máximo de 6%.
- Radio mínimo de giro: 15 m.
- Profundidad de cunetas: 0,5 m.
- Talud de cunetas: 2:1.
- Pendiente de proyecto máxima admisible: 8%.
- Se intentará minimizar en todo lo posible los movimientos de tierras.
- Los caminos no llevarán arcenes ni bermas.

2.2.4.-Explanada

Para el diseño de la explanada se seguirá lo indicado en el art. 5 de la Norma 6.1-IC. Secciones de firme.

De forma general y salvo indicaciones contrarias del proyectista se considerará un tráfico de IMDp T42, con tráfico de vehículos pesados menor de 25 al día.

Para la clasificación del tipo de material de suelo para la explanada, se atenderá a lo indicado en el art. 330 del PG-3, mediante el cumplimiento de los requisitos de los distintos tipos de suelos.

Para obtener el tipo de explanada se atenderá a lo expuesto en el art. 5.1 la Norma 6.1-IC. Secciones de firme.

Los tipos de suelo para material de explanada cumplirán con el art. 330 del Pliego de Condiciones Generales PG-3. Igualmente cumplirán con lo prescrito en la presente especificación.

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, excepto que el Proyectista prescriba lo contrario, 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 deberá cumplir lo especificado en el art. 330 del Pliego PG-3.

2.2.5.-Selección del firme

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, excepto que el Proyectista prescriba lo contrario, la base de rodadura será de zahorra artificial con un espesor mínimo de 30 cm.

Los materiales de zahorra cumplirán con lo indicado en el art. 510 del Pliego PG-3.

2.3.-Materiales y acopios

2.3.1.-Suelos seleccionados

Se consideran como tales aquellos que cumplen las siguientes condiciones:

- Contenido en materia orgánica inferior al cero con dos por ciento ($MO < 0,2\%$), según UNE 103204.
- Contenido en sales solubles en agua, incluido el yeso, inferior al cero con dos por ciento ($SS < 0,2\%$), según NLT 114.
- Tamaño máximo no superior a cien milímetros ($D_{max} 100 \text{ mm}$).
- Cernido por el tamiz 0,40 UNE menor o igual que el quince por ciento ($\# 0,40 \leq 15\%$) o que en caso contrario cumpla todas y cada una de las condiciones siguientes:
- Cernido por el tamiz 2 UNE, menor del ochenta por ciento ($\# 2 < 80\%$).
- Cernido por el tamiz 0,40 UNE, menor del setenta y cinco por ciento ($\# 0,40 < 75\%$).
- Cernido por el tamiz 0,080 UNE inferior al veinticinco por ciento ($\# 0,080 < 25\%$).
- Límite líquido menor de treinta ($LL < 30$), según UNE 103103.



- Índice de plasticidad menor de diez ($IP < 10$), según PNE-prEN ISO 17892-12.

2.3.2.-Suelos adecuados

Se considerarán como tales los que no pudiendo ser clasificados como suelos seleccionados cumplan las condiciones siguientes:

- Contenido en materia orgánica inferior al uno por ciento ($MO < 1\%$), según UNE 103204.
- Contenido en sales solubles, incluido el yeso, inferior al cero con dos por ciento ($SS < 0,2\%$), según NLT 114.
- Tamaño máximo no superior a cien milímetros ($D_{max} \leq 100 \text{ mm}$).
- Cernido por el tamiz 2 UNE, menor del ochenta por ciento ($\# 2 < 80\%$).
- Cernido por el tamiz 0,080 UNE inferior al treinta y cinco por ciento ($\# 0,080 < 35\%$).
- Límite líquido inferior a cuarenta ($LL < 40$), según PNE-prEN ISO 17892-12.
- Si el límite líquido es superior a treinta ($LL > 30$) el índice de plasticidad será superior a cuatro ($IP > 4$), según PNE-prEN ISO 17892-12.

2.3.3.-Suelos tolerables

Se considerarán como tales los que no pudiendo ser clasificados como suelos seleccionados ni adecuados, cumplen las condiciones siguientes:

- Contenido en materia orgánica inferior al dos por ciento ($MO < 2\%$), según UNE 103204.
- Contenido en yeso inferior al cinco por ciento ($\text{yeso} < 5\%$), según NLT 115.
- Contenido en otras sales solubles distintas del yeso inferior al uno por ciento ($SS < 1\%$), según NLT 114.
- Límite líquido inferior a sesenta y cinco ($LL < 65$), según PNE-prEN ISO 17892-12.
- Si el límite líquido es superior a cuarenta ($LL > 40$) el índice de plasticidad será mayor del setenta y tres por ciento del valor que resulta de restar veinte al límite líquido ($IP > 0,73 (LL-20)$).
- Asiento en ensayo de colapso inferior al uno por ciento (1%), según NLT 254, para muestra remoldeada según el ensayo Próctor normal UNE 103500, y presión de ensayo de dos décimas de megapascal ($0,2 \text{ MPa}$).
- Hinchamiento libre según UNE 103601 inferior al tres por ciento (3%), para muestra remoldeada según el ensayo Próctor normal UNE 103500.



2.3.4.-Zahorra artificial

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

El contenido ponderal de compuestos de azufre totales (expresados en SO₃), determinado según la UNE-EN 1744-1, será inferior al cinco por mil (0,5%) donde los materiales estén en contacto con capas tratadas con cemento, e inferior al uno por ciento (1%) en los demás casos.

Los materiales estarán exentos de terrones de arcilla, marga, materia orgánica, o cualquier otra que pueda afectar a la durabilidad de la capa.

En el caso de las zahorras artificiales el coeficiente de limpieza, según el anexo C de la UNE-EN 13043, deberá ser inferior a dos (2).

El equivalente de arena, según la UNE-EN 933-8, del material de la zahorra artificial deberá cumplir lo indicado en la tabla 510.1 del Pliego PG-3. De no cumplirse esta condición, su valor de azul de metileno, según la UNE-EN 933-9, deberá ser inferior a diez (10), y simultáneamente, el equivalente de arena no deberá ser inferior en más de cinco unidades a los valores indicados en la tabla 510.1 Pliego PG-3.

El material será "no plástico", según la PNE-prEN ISO 17892-12, para las zahorras artificiales, en cualquier caso.

El coeficiente de Los Ángeles, según la UNE-EN 1097-2, de los áridos para la zahorra artificial no deberá ser superior a los valores indicados en la tabla 510.2 del Pliego PG-3.

En el caso de las zahorras artificiales, el índice de las de las distintas fracciones del árido grueso, según la UNE-EN 933-3, deberá ser inferior a treinta y cinco (35).

El porcentaje mínimo de partículas trituradas, según la UNE-EN 933-5, para las zahorras artificiales será del cien por ciento (100%) para firmes de calzada de carreteras con categoría de tráfico pesado T00 y T0, del setenta y cinco por ciento (75%) para firmes de calzada de carreteras con categoría de tráfico pesado T1 y T2 y arcenes de T00 y T0, y del cincuenta por



ciento (50%) para el demás caso.

El huso previsto para la zavorra será ZA20, y la composición granulométrica del material, según la UNE-EN 933-1, deberá estar comprendida dentro los rangos fijados en la tabla 510.3.1 para el huso prescrito.

2.3.5.- Hormigón

Los hormigones que aquí se definen, así como los materiales que lo componen, cumplirán las especificaciones indicadas en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)", 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.

El hormigón a emplear para las cimentaciones será del tipo que prescriba la dirección facultativa. 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.

La dosificación del hormigón será la determinada por el Proyectista. La cantidad mínima de cemento por m^3 será según el art. 37.3.2 de la Instrucción EHE-08. La cantidad máxima de cemento no será superior a 400 kg/m^3 de hormigón. La relación agua/cemento no será



mayor que lo determinado según el art. 37.3.2 de la Instrucción EHE-08.

2.3.6.-Cementos

Las especificaciones de los cementos que se usarán en las cimentaciones directas para estructuras soporte de contenedores atenderán a lo dictado a la Instrucción para la recepción de Cementos RC-03 y en la Instrucción EHE-08, 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.

2.3.7.- 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 la EHE-08. No podrá usarse agua de mar o aguas salinas para el hormigón armado o pretensado.

2.3.8.- 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 la Instrucción EHE-08.

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 la Instrucción EHE-08 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 la Instrucción EHE-08, deberá en caso de duda, realizar los correspondientes ensayos.

El tamaño de los áridos será prescrito la dirección facultativa.

2.3.9.- 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 934-2:2010, 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



PNE-prEN 934.

Los aditivos que modifiquen el comportamiento reológico del hormigón deberán cumplir la UNE EN 934-2:2010. Los aditivos que modifiquen el tiempo de fraguado deberán cumplir la UNE EN 934-2:2010.

2.3.10.- 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, 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%.

2.3.11.-Cementos

Los cementos que se usarán para la confección de morteros atenderán a lo dictado a la Instrucción para la recepción de Cementos RC-03 y en la Instrucción EHE-08.

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.

2.3.12.-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.

2.3.13.- Gravas

Las gravas utilizadas para mejora de la capacidad portante del suelo cumplirán con lo prescrito en la Instrucción EHE-08.

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 de 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.

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

2.3.14.- Elementos de hormigón prefabricado.

GENERALIDADES

Los elementos de hormigón prefabricado cumplirán con lo prescrito en:

- Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).
- Instrucción para la Recepción de Cementos.
- "Hormigones" y "Obras de hormigón en masa o armado" del PG-3.

ARQUETAS

Las arquetas prefabricadas cumplirán con las normas UNE EN 1917 y complemento nacional UNE 127917.

Las arquetas usadas para los drenajes serán con fondo, de hormigón HM-20, y tendrán las dimensiones especificadas por el Proyectista.

Las arquetas estarán en perfecto estado, sin grietas ni agujeros. Las superficies no presentarán irregularidades como tampoco presentarán coqueras.



2.3.15.-Equipos y maquinaria

GENERALIDADES

Los equipos y maquinaria deberán estar ubicados en zonas donde menos alteren y molesten las condiciones medio ambientales.

Los equipos y maquinaria deberán estar en perfectas condiciones, debiendo tener perdidas o producir vertidos de aceites o grasas.

En los casos en los que los condicionantes medio ambientales impuestos por la Administración ambiental competente lo requiera, los equipos y maquinaria deberán llevar silenciadores.

La maquinaria de desbroce estará dotada de extintores al objeto de sofocar de forma inmediata cualquier conato de incendio que pudiera provocarse al saltar una chispa durante el desbroce.

COMPACTADOR

Todos los compactadores deberán ser autopropulsados y tener inversores del sentido de la marcha de acción suave.

La composición del equipo de compactación se determinará en el tramo de prueba, y deberá estar compuesto como mínimo por un (1) compactador vibratorio de rodillos metálicos.

El rodillo metálico del compactador vibratorio tendrá una carga estática sobre la generatriz no inferior a trescientos newtons por centímetro (300 N/cm) y será capaz de alcanzar una masa de al menos quince toneladas (15 t), con amplitudes y frecuencias de vibración adecuadas.

Los compactadores con rodillos metálicos no presentarán surcos ni irregularidades en ellos. Los compactadores vibratorios tendrán dispositivos automáticos para eliminar la vibración al invertir el sentido de la marcha. Los de neumáticos tendrán ruedas lisas, en número, tamaño y configuración tales que permitan el solape entre las huellas delanteras y las traseras.

CAMION CISTERNA

La cisterna del camión tendrá una capacidad mínima de 10.000 l de agua, y llevará acoplado un sistema para el reparto homogéneo del agua en superficie para los procesos de compactación.



MOTONIVELADORA

Tendrá una potencia mínima de 100 CV, y llevará una pala con ancho mínimo de 2,5 m y un alto mínimo de 0,6 m.

RETROEXCAVADORA

La retroexcavadora llevará cazos de limpieza y de cuchillas, de diferentes dimensiones según las necesidades especificadas por el Proyecto. Tendrá una potencia mínima de 100 CV.

PALA CARGADORA

La pala cargadora tendrá una potencia mínima de 100 CV, y con una capacidad de profundidad de pala en el terreno de 400 mm.

La pala cargadora deberá disponer de una pala de excavación de tierras y de una pala para material ligero. La anchura mínima de las palas será de 2,5 m.

CAMIÓN

Se usará un camión basculante 4x4, con una capacidad mínima de carga de 14 tn.

CAMIÓN AMASADORA

La cuba de transporte del hormigón deberá ser móvil, permitiendo los movimientos de rotación para amasar el hormigón.

Los equipos de transporte deberán estar exentos de residuos de hormigón o mortero endurecido.

Los camiones deberán disponer de los materiales para realizar la prueba de consistencia del hormigón mediante el cono de Abrams.

Deberán de disponer de los adecuados sistemas para el control de distribución del hormigón.

BOMBAS DE ACHIQUE

Deberá haber un número no inferior a 3 dentro del recinto de las obras, de las cuales una se dejará como bomba de reserva. Las bombas deberán poder sumergirse en agua.

INCLINOMETROS

Los inclinómetros (uno para pendiente y otro para peralte) que permiten la medición automática de los valores de pendientes, bombeos y peraltes, deben disponer de una resolución de 0,05°.



2.3.16.-Homologaciones y presentaciones

HORMIGONES

Los hormigones que aquí se definen cumplirán las especificaciones indicadas en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)" y a lo indicado en el art. 610 de Pliego PG-3, así como las especificaciones adicionales contenidas en esta especificación.

El hormigón que será siempre fabricado en central, la cual dispondrá de distintivo reconocido o certificado EHE-08, o bien un Sello o Marca de Calidad oficialmente reconocido por un Centro Directivo de las Administraciones Públicas con competencias en construcción.

Cada carga de hormigón irá acompañada de una hoja de suministro que estará en todo momento a disposición de la Dirección de Obra, y en la que deberán figurar, como mínimo, los siguientes datos:

- Nombre de la central de fabricación de hormigón.
- Número de serie de la hoja de suministro.
- Fecha de entrega.
- Nombre del peticionario y del responsable de la recepción, según 69.2.9.2.
- Especificación del hormigón.
 - a) En el caso de que el hormigón se designe por propiedades:
 - Designación de acuerdo con el apartado 39.2.
 - Contenido de cemento en kilos por metro cúbico (kg/m³) de hormigón, con una tolerancia de ± 15 kg.
 - Relación agua/cemento del hormigón, con una tolerancia de $\pm 0,02$.
 - En el caso de que el hormigón se designe por dosificación:
 - Contenido de cemento por metro cúbico de hormigón.
 - Relación agua/cemento del hormigón, con una tolerancia de $\pm 0,02$.
 - El tipo de ambiente de acuerdo con la Tabla 8.2.2
 - b) Tipo, clase y marca del cemento.
 - c) Consistencia.
 - d) Tamaño máximo del árido.



- e) Tipo de aditivo, si lo hubiere, y en caso contrario indicación expresa de que no contiene.
- f) Procedencia y cantidad de adición (cenizas volantes o humo de sílice) (29.2) si la hubiere y, en caso contrario, indicación expresa de que no contiene.
- Designación específica del lugar del suministro (nombre y lugar).
- Cantidad del hormigón que compone la carga, expresada en metros cúbicos de hormigón fresco.
- Identificación del camión hormigonera (o equipo de transporte) y de la persona que proceda a la descarga, según 69.2.9.2.
- Hora límite de uso para el hormigón.

HORMIGÓN PREFABRICADO

Los elementos de hormigón prefabricado presentarán certificado acreditativo del cumplimiento de las especificaciones técnicas obligatorias establecidas en la presente especificación, otorgado por los Organismos españoles -públicos y privados- autorizados para realizar tareas de certificación en el ámbito de los materiales, sistemas y procesos industriales, conforme al Real Decreto 2200/95, de 28 de diciembre

CEMENTO

En los documentos de origen del cemento, figurarán la clase y categoría del conglomerado de, así como la garantía del fabricante de que el cemento cumple con las características exigidas.

Antes de ser usado el cemento para la elaboración de morteros, el Contratista deberá presentar a la Dirección técnica el cemento para la aprobación de su uso.

ZAHORRAS

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

2.4.-Ejecución

2.4.1.-Responsabilidades

DEL CONTRATISTA

El contratista será responsable del cumplimiento de todas las disposiciones de la presente



especificación. Entre ellas:

- Calidad de los materiales y equipos conforme a lo especificado.
- Realización de los replanteos previos a la ejecución de las unidades de obra.
- Ejecución de los trabajos conforme a procedimiento especificado.
- 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.
- 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.
- Cumplimiento del preceptivo plan de calidad.
- Cumplimiento del cronograma de ejecución de los trabajos de la obra, conforme a los rendimientos indicados por el propio contratista.
- Presentar a la Dirección Facultativa los materiales y equipos a instalar previamente a la ejecución de las obras y/o instalación de los equipos.
- Entrega a la Dirección Facultativa de la documentación de producto y certificados de calidad de los materiales
- Cumplimiento preceptivo del plan de Seguridad y Salud integral de la obra.
- Cumplimiento del control medioambiental de la obra.
- Limpieza de la obra durante y el termino de los trabajos correspondiente a la misma.
- Elaborar el cronograma de ejecución de los trabajos de la obra conforme a los rendimientos adecuados.

DE LA DIRECCIÓN TÉCNICA

Sera 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



Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://revisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>



ejecución de las obras.

- Solicitar 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.

2.4.2.- Procedimiento de ejecución

ESTUDIOS PREVIOS

Se realizará un análisis conjunto por parte de la Dirección Facultativa y el Contratista del Proyecto, comparando los elementos proyectados con la realidad física del terreno y de la ejecución propia de los trabajos, tratando de llegar a las conclusiones que identifiquen:

- Condicionantes técnicos por condiciones de terreno para la ejecución de los trabajos.
- Condicionantes técnicos por dificultades de acceso al lugar de las obras.
- Condicionantes administrativos que afecten a la ejecución de los trabajos.
- Elementos que puedan ocasionar retrasos en la ejecución de los trabajos.
- Soluciones a los elementos identificados.

REPLANTEO DEL DESBROCE

Se seguirán los procedimientos prescritos en la especificación de proyecto. Replanteos Topográficos, para el presente proyecto. Se utilizarán los equipos y materiales prescritos en dichas especificaciones.

El replanteo deberá contar con la aprobación de la Dirección Facultativa.

DESBROCE

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 40 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 moto desbrozadora.

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.

ESCARIFICACIÓN Y COMPACTACIÓN

La operación se llevará a cabo de forma que sea mínimo el tiempo que medie entre el desbroce, o en su caso excavación, y el comienzo de éstas



La escarificación se llevará a cabo en las zonas y con las profundidades que estipulen el Proyecto o el Director de las Obras, no debiendo en ningún caso afectar esta operación a una profundidad menor de quince centímetros (15 cm), ni mayor de cincuenta centímetros (50 cm). En este último caso sería preceptiva la retirada del material y su posterior colocación por tongadas siendo aplicable el articulado correspondiente a movimiento de tierras.

Deberán señalarse y tratarse específicamente aquellas zonas en que la operación pueda interferir con obras subyacentes de drenaje o refuerzo del terreno

REPLANTEO DE LA EXPLANACIÓN

Se realizará transcurridas las operaciones de desbroce.

Se seguirán los procedimientos prescritos en la especificación de proyecto. Replanteos Topográficos, para el presente proyecto. Se utilizarán los equipos y materiales prescritos en dichas especificaciones.

El replanteo deberá contar con la aprobación de la Dirección Facultativa.

EXCAVACIÓN DE LA EXPLANADA

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,



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



Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://revisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>



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.



Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://evisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>



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 sobrecostes 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

EXCAVACIÓN Y RELLENO DE ZANJAS

Previo a la excavación de la zanja, se realizará el replanteo de las mismas siguiendo lo prescrito en la especificación de proyecto.

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 Oba. 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 arquetas 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 30 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 Próctor modificado.

En el caso de que no sea posible establecer las dimensiones prescritas en las zanjas por



condicionantes o bien técnicos o administrativos, se dispondrá una capa de hormigón HM-20 de 10 cm de espesor para compensar el defecto de profundidad.

En las zanjas para el drenaje transversal, se atenderá a lo especificado en el apdo. Drenaje transversal. Pasos.

FORMACIÓN DE LA 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.

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 has que los valores de densidad y humedad alcancen los valores que se fijen 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.

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.

ACEROS

Para la ejecución de los aceros necesarios en cualquier tipo de trabajo relacionados con la presente especificación, será de obligado cumplimiento lo prescrito en la especificación 02.01. Cimentaciones superficiales.

MORTEROS

Para la ejecución de los morteros necesarios en cualquier tipo de trabajo relacionados con



la presente especificación, será de obligado cumplimiento lo prescrito en la especificación 02.01. Cimentaciones superficiales.



2.5.-Rendimientos

Se calcularán para cada Proyecto específico los rendimientos de los trabajos necesarios a ejecutar en base a:

- Condiciones de terreno.
- Condicionantes técnicos-administrativos.
- Condiciones de acceso.
- Condiciones meteorológicas.
- Clase y disponibilidad de maquinaria.
- Disponibilidad y cualificación mano de obra.
- Distancia a centros de suministro de material.
- Plazos de ejecución del Proyecto.

Los rendimientos durante la ejecución de las obras serán objeto de revisión en función al desarrollo de las mismas de los plazos de ejecución del Proyecto.

2.7.-Control de calidad

2.7.1.- Desbroce

- Control de material.

Antes del inicio de los trabajos de excavación.

- Verificación del material de suelo de partida.
- Control de ejecución.

Cada 100 m lineales de excavación de la explanada.

- Replanteo de la excavación.
- Presencia de materia orgánica.
- Profundidad de la excavación.
- Anchura de la excavación.



- Control unidad obra terminada.
 - Replanteo de la excavación.
 - Presencia de materia orgánica.
 - Profundidad de la excavación.
 - Anchura de la excavación.



2.7.2.- Excavación y relleno de zanjas

- Control de la ejecución.
 - Replanteo de la zanja.
 - Dimensiones especificadas.
 - Ejecución con cruzamientos, excavación manual en condiciones requeridas.
 - Tramos mínimos de ejecución de zanja.
 - Tramos de apertura con diques para zanja con nivel freático elevado o lluvia intensa.
 - Espesor de las tongadas de los rellenos.
 - Tiempo de permanencia de zanja abierta.
 - Espesor de la capa de hormigón en caso de ser prescrito.
- Control unidad obra terminada.
 - Ensayo de Proctor modificado cada 20 m de zanja abierta.

2.7.3.- Explanada

- Control de material.

Previa 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 Atterberg.

- Control de ejecución.

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.
- Control unidad de obra terminada.

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 Proctor modificado, de 5 puntos en superficie y 2 puntos en los bordes.
- Ensayo de carga con placa, de 5 puntos en superficie y 2 puntos en los bordes.
- Pendiente transversal de la explanada.
- Acabado y refino de taludes.
- Pendiente de taludes.

2.7.4.- Tolerancias

De manera general, las tolerancias serán las indicadas por el Proyectista en los documentos de Memoria, Planos y Pliegos de Condiciones Particulares del correspondiente Proyecto de Ejecución.

Igualmente, y de manera general, las tolerancias cumplirán con lo marcado en toda la normativa técnica para pruebas y ensayos que se aplique a los materiales que se emplearán en la obra.

2.8.-Criterios de aceptación y rechazo

2.8.1.- Generalidades

De manera General será motivo de rechazo todos aquellos materiales, equipos y/o procedimientos de ejecución que no cumplan lo marcado en la Instrucción EHE, Pliego de



Condiciones Generales PG-3 y normas UNE que sean de aplicación.

De manera general, será motivo de rechazo todos aquellos materiales, equipos y/o procedimientos de ejecución que no cumplan lo marcado en la presente especificación y aquellas otras especificaciones que se apliquen en el Proyecto.

La Dirección Facultativa será la que tenga la potestad de adoptar un criterio de aceptación o rechazo en aquellos casos no especificados o que sean caso de duda.

2.8.2.- Hormigones

Los criterios de aceptación y rechazo se regirán por lo dispuesto en la especificación 02.01. Cimentaciones superficiales en los aspectos referentes al hormigón.

2.8.3.- Aceros y armaduras

Los criterios de aceptación y rechazo se regirán por lo dispuesto en la especificación 02.01. Cimentaciones superficiales en los aspectos referentes al acero para armaduras.

2.8.4.- Excavaciones

No se aceptarán las siguientes condiciones de acabado y ejecución:

- Profundidad de excavación inferior a la especificada.
- Dimensiones geométricas inferior a la especificada.
- Alineación de la excavación incorrecta.
- Pendientes de la excavación diferente a lo especificado.
- Presencia de grandes raíces y excesiva cantidad de materia orgánica.

2.8.5.- Excavación y relleno de zanjas

No se aceptarán las siguientes condiciones de acabado y ejecución:

- Zanjas que no se hayan hecho conforme al trazado replanteado.
- Zanjas de dimensiones no conforme a lo especificado.
- Rellenos con presencia de agua en las zanjas.
- Rellenos por debajo de la cota de relleno especificada.
- Ausencia y espesor de rellenos de hormigón cuando sea prescrito.
- Hormigones de relleno que no sean HM-20
- Ensayo menor al 95% del ensayo Proctor de referencia.



2.8.6.- Explanada

No se aceptarán las siguientes condiciones de acabado:

- Suelos que no cumplen los requisitos de los suelos a emplear según lo prescrito en la presente especificación.
- El espesor de cada tipo de suelo no variará más de 15 mm de lo especificado.
- Espesores de tongadas mayores de las especificadas.
- Anchura de explanada no variará en más de 1% de la especificada.
- Existencia de zonas donde se pueda acumular agua en la explanada.
- Contenido de materia orgánica mayor del 5%.
- Ensayo Proctor menor al 95% del ensayo Proctor de referencia.
- Humedad tras compactación fuera de rango entre -2% y +1% del ensayo Proctor de referencia.

2.8.7.- Secciones del firme

No se aceptarán las siguientes condiciones de acabado y ejecución:

- Carencia de certificado acreditativo de calidad del material según PG-3.
- Materiales de zahorra que no cumplan los requisitos de material especificados.
- No se aceptará espesores de firme inferiores a lo especificado en Proyecto.
- Espesores de tongadas mayores de las especificadas.
- Anchura de explanada no variará en más de 1% de la especificada.
- Pendiente transversal inferior al 2% y mayor de lo especificado.
- Existencia de zonas donde se pueda acumular agua en la explanada.
- Ensayo Proctor menor al 95% del ensayo Proctor de referencia.

2.9.- Identificación y Evaluación de Riesgos

DEFECTO	RIESGO IDENTIFICADO
Acopio material de firme directamente sobre terreno natural.	Excesiva humedad en la compactación.
Explanada con MO en % mayor al definido	Menor resistencia explanada, hundimiento de la explanada.



Profundidad de excavación explanada inferior a especificada.	Riesgo de suelo de asiento inadecuado, presencia de excesiva materia orgánica.
Clase de explanada diferente a proyectada.	
Dimensión de explanada inferior a especificada.	Menor resistencia de la explanada, hundimiento de ésta y/o firme.
Sección de firme inferior al especificado.	Mayor velocidad de deterioro de firme, posibilidad de hundimiento del firme.
Material de firme diferente al especificado.	
Riesgos derivados del empleo del hormigón	Determinados en la especificación 02.01. Cimentaciones superficiales
Riesgos derivados del empleo del acero	Determinados en la especificación 02.01. Cimentaciones superficiales

Tabla 34.- Identificación de riesgos

2.10.-Control Ambiental

Se realizará por el contratista un Programa de Vigilancia Medio Ambiental para la ejecución de los trabajos. Dicho Plan, será presentado a la Dirección Facultativa para su aprobación. Dicho Plan contendrá como contenidos mínimos:

- Estado descriptivo del terreno previo al inicio de las obras.
- Descripción de las obras a ejecutar.
- Descripción de los equipos a utilizar.
- Medidas preventivas y correctores descritas en la Declaración de Impacto Ambiental.
- Actuaciones protectoras y preventivas durante la fase de construcción:
- Limitación de paso de vehículos. Balizamientos.
- Control de las emisiones de polvo y partículas.
- Gestión de la tierra vegetal procedente de los desbroces y excavaciones.
- Control de residuos y vertidos a cauces.
- Respeto de los elementos arbolados.
- Emplazamientos especiales para almacenamiento y acopio de materiales

Control y seguimiento:

- Responsabilidades. Persona designada por el contratista.
- Registros.
- Cumplimiento de las medidas de la Declaración de Impacto Ambiental
- Informes periódicos. Quincenales.



Control arqueológico.

- Responsabilidades. Persona designada por el contratista.
- Registros.
- Cumplimiento de las medidas de la Dirección General de Patrimonio.
- Informes periódicos. Quincenales.

2.11.- Documentación del producto

2.11.1.- Programas de Puntos de inspección

A la conclusión de los trabajos correspondientes a la ejecución de las cimentaciones, se realizará el control final de los resultados de la ejecución. El programa de puntos de inspección se desarrollará con el control de los siguientes elementos:

- Replanteo inicial del desbroce
- Control geométrico del desbroce.
- Control geométrico de la Excavación,
- Ensayo de granulometría para clasificación de suelos
- Explanada, control geométrico
- Control geométrico de la Explanada
- Ensayos compactación de la Explanada
- Certificado calidad material del firme.
- Control geométrico y rasante del firme.
- Ensayo de compactación del firme
- Ensayo humedad y densidad del firme
- Control geométrico de las cunetas
- Control de las pendientes de los taludes
- Certificados de calidad de los elementos prefabricados
- Pasos salva cunetas: dimensiones y pendientes de tubos.
- Drenaje transversal: dimensiones, cotas y pendientes.
- Arquetas: dimensiones y cotas.



Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://revisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>





2.12.- Canalizaciones de BT

2.12.1.- Objeto y alcance

Esta especificación tiene por objeto definir las características técnicas que deben cumplir y satisfacer los tubos y canalizaciones enterradas de las instalaciones de Baja Tensión utilizadas en los parques de baterías proyectadas por Endurance.

El ámbito de aplicación es el siguiente:

Campo de aplicación	Tipo de instalación
Red Distribución Subterránea de Baja Tensión – Interconexión entre BSS y Convertidores.	Canalizaciones enterradas directamente
Red de servicios auxiliares	Canalización enterrada bajo tubo

Tabla 35.- Canalizaciones de la instalación BESS

2.12.2.- Normativa de consulta

- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Complementarias ITC-LAT-01 a 09 (Real Decreto 223/2.008 de 15 de febrero).
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (Real Decreto 842/2.002).
- Guía de 01/10/2.005, guía técnica de aplicación del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión REBT02 (Real Decreto 842/2.002).
- Normativas de la comunidad autónoma correspondiente.
- Normas UNE de aplicación y recomendaciones UNESA.

NOTA: El fabricante y/o contratista deberá indicar aquellas normas de las que exista posterior edición a la señalada en esta especificación, considerándose válida y aplicable al contrato, en caso de pedido, la edición vigente en la fecha del mismo.

2.12.3.- Definiciones

- Canal: Recinto situado bajo el nivel del suelo o piso y cuyas dimensiones no permiten circular por él y que, en caso de ser cerrado, debe permitir el acceso a los cables en toda



su longitud.

- Canalización eléctrica: Conjunto constituido por uno o varios conductores eléctricos y los elementos que aseguran su fijación y, en su caso, su protección mecánica.
- Canalización fija: Canalización instalada en forma inamovible, que no puede ser desplazada.
- Calicata: Canalización fija subterránea
- Conducto: Envolvente cerrada destinada a alojar conductores aislados o cables en las instalaciones eléctricas, y que permiten su reemplazamiento por tracción.
- Cubierta de un cable: Revestimiento tubular continuo y uniforme de material metálico o no metálico generalmente extruido.
- Tubo blindado: Tubo que, además de tener las características del tubo normal, es capaz de resistir, después de su colocación, fuertes presiones y golpes repetidos, y que ofrece una resistencia notable a la penetración de objetos puntiagudos.
- Tubo normal: Tubo que es capaz de soportar únicamente los esfuerzos mecánicos que se producen durante su almacenado, transporte y colocación.

2.13.-Productos

2.13.1.- Zanjas para canalización de Red de Distribución de Baja Tensión

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 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 0,80 m desde la parte superior de los tubos instalado. 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.

2.13.2.- Zanjas para canalización de circuitos de comunicación

Las zanjas para canalización de circuitos de comunicación irán canalizadas bajo tubos de polietileno (PEAD) de 40 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.



- 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.
- 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.

2.13.3.- Zanjas para canalización de circuitos de comunicación y servicios auxiliares

- La zanja para canalización de circuitos de comunicación y servicios auxiliares irá canalizada bajo tubos de polietileno (PEAD) de 40 mm. La zanja llevará la siguiente formación:
- Los tubos para los SSAA de alimentación a cargas 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.
- Los tubos para los SSAA de reparto por el parque se depositarán sobre un lecho de arena lavada de río 0,05 m en la zona más baja de las calicatas según especificaciones del proyecto. Se cubrirán totalmente con 5-10 cm de arena lavada de río. A continuación, 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. Si existen más instalaciones se prosigue con la instalación del resto de tobos.
- 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.
- Se utilizarán tubos independientes para los circuitos de control o comunicación y eléctricos.



- 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 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.
- Para una posible ampliación en la instalación, se asegurará una distancia libre a cada lado de la zanja de 2,5 m por ancho de zanja.
- 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.

2.13.4.- Cables en bandejas o directamente sujetos a la pared

En las instalaciones que puedan ser ejecutadas adosadas a las estructuras de los seguidores se utilizarán bandejas rejiband galvanizadas o electro cincadas. Además, los circuitos de alimentación a máquina instalados en intemperie estarán siempre ejecutados en el interior de tubos protectores que además permita la canalización hasta las cajas de registro y conexión, y a cuadros. Los tubos o canales irán adosados a la estructura o en montaje aéreo. Los cables serán adecuados a las condiciones ambientales a las que estén sometidos, además las protecciones mecánicas y sujeciones del cable evitarán la acumulación de agua en contacto con los cables.

Todos los elementos metálicos para sujeción de los cables u otros elementos metálicos accesibles al personal se conectarán eléctricamente a la red de tierra de la instalación. Las canalizaciones conductoras se conectarán como máximo cada 10 metros y siempre al principio y al final de la canalización.

Si el contratista considerara la instalación de canalizaciones que se pudieran utilizar como soporte de conducción de tierras, facilitará dicha documentación a la Dirección de Obras

2.13.5.- 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 zanjas 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.

La arqueta se decepcionará en el terreno con una capa de hormigón en masa HM-20 de espesor suficiente y mínima de 10 cm.

2.14.- Materiales y equipos

2.14.1.-Tubos en canalizaciones enterradas

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 liso, 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 61386-24, para tubos enterrados.
Uso al que va destinado: Protección de cables enterrados para circuitos eléctricos en Baja Tensión y circuitos de comunicación y control.

Tabla 36.- Tubo de polietileno HDPE

2.14.2.- Arena lavada

Descripción del material: Árido grueso, rodado, 0/6 mm, síliceo 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.

Tabla 37.- Arena lavada

2.14.3.- Homologaciones y Presentaciones

- UNE-HD60364- UNE 5-52. "Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 5. Selección e instalación de materiales eléctricos. Capítulo 5: Canalizaciones"
- UNE-EN 50.085-1. "Sistemas para canales para cables y sistemas de conductos cerrados de sección no circular para cables en instalaciones eléctricas. Parte 1: Requisitos generales"



- UNE-EN 50.086: Sistemas de tubos para instalaciones eléctricas.
- UNE-EN 61386-24. "Sistema de tubos para la conducción de cables. Requisitos particulares para sistemas de tubos enterrados"
- UNE-EN 60.423. "Tubos de protección de conductores. Diámetros exteriores de los tubos para instalación eléctrica y roscas para tubos y accesorios"



2.15.- Ejecución

2.15.1.- 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.
- Calidad de los materiales y equipos conforme a lo especificado.
- Realización de los replanteos previos a la ejecución de las unidades de obra.
- Ejecución de los trabajos conforme a procedimiento especificado.
- 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.
- 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.
- 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 Facultativa los materiales y equipos a instalar previamente a la ejecución de las obras y/o instalación de los equipos.
- Entrega a la Dirección Facultativa de la documentación de producto y certificados de



calidad de los materiales

- Cumplimiento preceptivo del plan de Seguridad y Salud integral de la obra.
- Cumplimiento del control medioambiental de la obra.
- Limpieza de la obra durante y el termino de los trabajos correspondiente a la misma.

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.
- Solicitar 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.

2.15.2.-Procedimiento de ejecución

FORMA DE SUMINISTRO

- 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 propiedad o a la Dirección Facultativa 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, kits, empalmes, herrajes, tornillería, auto perforadores, 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 Facultativa.

EJECUCIÓN

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 arquetas 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



Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://evisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>



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%) 100% del ensayo Próctor modificado.

En el caso de que no sea posible establecer las dimensiones prescritas en las zanjas por condicionantes o bien técnicos o 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.

CONTROL DE CALIDAD

La calidad de los materiales deberá respetar las especificaciones mínimas de este documento.

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Riesgos más frecuentes:

- Desprendimientos de bordes de taludes.
- Atropellos causados por maquinaria.
- Caídas del personal, vehículos, maquinaria o materiales al fondo de la excavación.
- Cortes en las manos.
- Pinchazos producidos por alambre de atar, hierros en espera, eslingas acodadas, puntas en el encofrado, etc.
- Caídas de objetos a distinto nivel (martillos, árido, etc.).
- Electrocuci3nes por contacto indirecto.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas de distinto nivel.
- Sobreesfuerzos.
- Desprendimiento de cargas-suspendidas.
- Golpes y cortes en las extremidades por objetos y herramientas.
- Los derivados del uso de medios auxiliares (andamios, escaleras, etc.).
- Proyección de partículas.
- Riesgos derivados de la utilización de máquinas eléctricas de mano.



Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ74PH1 verificable en <http://revisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>



- Atrapamientos contra objetos.

Medidas preventivas:

- Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de máquinas en movimiento.
- Señalizar adecuadamente el movimiento de transporte pesado y maquinaria de obra.
- Dictar normas de actuación a los operadores de la maquinaria utilizada.
- Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.
- Prohibir el paso a toda persona ajena a la obra.
- Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma.
- Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Emplear bolsas portaherramientas.
- Vigilar el izado de cargas para que sea estable, siguiendo su trayectoria.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará mediante clavijas adecuadas a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.
- Utilizar una plataforma de trabajo adecuada.
- Delimitar la zona señalizándola y evitando en lo posible el paso del personal por la vertical de los trabajos.
- Vigilar el orden y limpieza de cada uno de los tajos, estando las vías de tránsito libres de obstáculos (herramientas, materiales, escombros, etc.).
- Las zonas de trabajo tendrán una adecuada iluminación.
- Verificar que nadie se sitúe en la trayectoria de la carga.
- Revisar los ganchos, grilletes, etc., comprobando si son los idóneos para la carga a elevar.
- Comprobar el reparto correcto de las cargas en los distintos ramales del cable.
- Dirigir las operaciones por el jefe del equipo, dando claramente las instrucciones que serán acordes con el R.D.485/1997 de señalización.
- Señalizar la zona en la que se manipulen las cargas.



- Verificar el buen estado de los elementos siguientes:

- Cables, poleas y tambores.
- Mandos y sistemas de parada.
- Limitadores de carga y finales de carrera.
- Frenos.

NOTA: Se dispondrá en obra, en el vestuario o en la oficina, un botiquín que estará a cargo de una persona capacitada designada por la Empresa, con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente.

La Dirección Facultativa de la obra acreditará la adecuada formación y adiestramiento del personal de la Obra en materia de Prevención y Primeros Auxilios. Así mismo, comprobará que existe un plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales adecuados. La dirección de estos Servicios deberá ser colocada de forma visible en los sitios estratégicos de la obra, con indicación del número de teléfono.

CONTROL AMBIENTAL

En atención al previsible impacto que pueda causar al Medio Ambiente la actividad a desarrollar, en el terreno donde se ejecutará la instalación, se creará un plan de vigilancia ambiental, que defina todos los aspectos medioambientales que su actividad genere o pueda generar, así como la forma en que gestionará y controlará los mismos, identificando la estructura organizativa encargada de la gestión, la planificación de actividades, las responsabilidades, las prácticas, los procedimientos, los procesos y los recursos dedicados a la finalidad de eliminar o reducir los posibles impactos.

Cualquier incidente que pueda tener repercusión medioambiental ocasionando en el desarrollo del presente proyecto, será comunicado inmediatamente por cualquier medio que permita tener constancia de su recepción, con independencia de que la empresa adopte todas las medidas a su alcance que exija la normativa vigente y la gravedad de la situación.

- En el caso de que la actividad desarrollada por la empresa en virtud de la presente obra genere residuos de cualquier naturaleza en aquellas áreas que hayan sido cedidas o concesionadas para el desarrollo de la actividad de la empresa, cumplirá las siguientes obligaciones:

- La empresa, no abandonará residuos de cualquier naturaleza en las instalaciones,



terrenos, canalizaciones de agua, redes de drenaje ni formará vertederos.

- La empresa, almacenará los residuos en contenedores adecuados a la naturaleza de los mismos, no pudiendo almacenarlos sobre terrenos, canalizaciones de agua, redes de drenaje, etc., con el fin de evitar la contaminación del terreno, medio hídrico o las redes de aguas, la aparición de malos olores y el impacto visual.
- La empresa recogerá los derrames de residuos, para lo cual dispondrá de medios personales y materiales necesarios y adecuados.
- En el caso de que la actividad desarrollada por la empresa en virtud de la presente obra conlleve la necesidad de almacenar materiales o sustancias peligrosas de cualquier naturaleza en terreno cedido, cumplirá las siguientes obligaciones:
 - El acopio de materiales y el depósito temporal de material reutilizable (tierra vegetal, material inerte, etc.) deberá realizarse en zonas autorizadas, en cuyo caso se cumplirán las condiciones especificadas en dicha autorización.
 - La empresa no almacenará sustancias peligrosas sobre el terreno desnudo, o en las proximidades de arquetas o canalizaciones de agua, redes de drenaje, etc.
 - La empresa adoptará las medidas necesarias (cubetos, separadores, etc.) para evitar la incorporación de sustancias peligrosas al terreno, medio hídrico o las redes de aguas, tanto si están almacenadas en depósitos fijos como en depósitos móviles, zonas de almacenamiento, etc.
 - La empresa recogerá los derrames de materiales o sustancias peligrosas de cualquier naturaleza, ya sea en áreas pavimentadas o sobre terreno desnudo, para lo cual dispondrá de medios personales y materiales necesarios y oportunos. Posteriormente realizará la adecuada retirada y almacenamiento de los materiales o sustancias peligrosas recogidas.
- En el caso de que la actividad desarrollada por la empresa conlleve la necesidad de uso de vehículos, maquinaria o equipos de cualquier naturaleza, en las zonas adscritas, cumplirá las siguientes obligaciones:
 - 3.1. Los vehículos y maquinaria de la empresa serán objeto de los correspondientes controles de ITV, de cualesquiera inspecciones obligatorias, o en su defecto un mantenimiento planificado, en los plazos normativamente señalados o asumidos en virtud del mencionado mantenimiento planificado.



- 3.2. La empresa adoptará las medidas necesarias (cubetos, separadores, etc.) para evitar la incorporación de contaminantes al terreno, medio hídrico o las redes de aguas, durante las operaciones de mantenimiento y lavado de vehículos y equipos de cualquier naturaleza.
 - 3.3. La empresa estacionará sus vehículos y maquinaria en lugares habilitado para ello y siempre que fuera posible sobre terreno pavimentado o en otras áreas expresamente autorizadas, en cuyo caso deberá cumplir las condiciones especificadas en dicha autorización.
 - 3.4. La empresa recogerá los derrames que se produzcan durante el desarrollo de sus trabajos, ya sea en áreas pavimentadas o sobre terreno desnudo, para lo cual dispondrán de los medios materiales y humanos necesarios y oportunos. Posteriormente realizará la adecuada retirada y almacenamiento de los residuos que se pudieran producir.
 - 3.5. La empresa no abandonará y/o desguazará vehículos o equipos de cualquier naturaleza en el terreno cedido para el cumplimiento de sus fines salvo autorización expresa, en cuyo caso deberá cumplir las condiciones especificadas en dicha autorización.
- En el caso de que la actividad desarrollada por la empresa en virtud del presente contrato conlleve emisiones a la atmósfera de cualquier naturaleza, la empresa adoptará las medidas adecuadas para su minimización. Se les podrá solicitar los resultados de las medidas adoptadas, estando la empresa obligada a suministrar la información pertinente.
 - La empresa no realizará vertidos que previsiblemente contengan sustancias contaminantes, ya sea de forma directa o indirecta, a las redes de agua residuales, pluviales, terreno o medio hídrico del recinto adscritos, salvo que la empresa cuente con una autorización expresa, en cuyo caso deberá cumplir las condiciones especificadas en dicha autorización que incluirá, si es necesario, un tratamiento previo del vertido.
 - Antes de la finalización de la obra, las instalaciones y/o terrenos utilizados por la empresa quedarán libres de residuos, vertidos, materiales de construcción, maquinaria, etc., y de cualquier tipo de contaminación.
 - Al efecto de lo dispuesto en el apartado 8, la empresa elaborará a los estudios para la evaluación de los daños ambientales que su actividad hubiera podido causar en suelo,



subsuelo, acuífero, aguas superficiales u otro ámbito del entorno ambiental, y ello sin perjuicio de que la empresa realice cualquier estudio o informe que fueran requeridos por las administraciones competentes.

- Igualmente, y al efecto de lo dispuesto en el apartado 8, la empresa está obligada a reparar los daños, dando cuenta de dicha reparación a través de un estudio que demuestre la efectividad de las medidas adoptadas.
- La empresa responderá ante cualesquiera administraciones, europeas, estatales, autonómicas o locales de las infracciones de cualquier normativa con trascendencia medioambiental que le sean imputadas a la misma o a sus contratistas y/o subcontratistas, así como de los daños y perjuicios derivados de sus actividades o de las actividades de sus contratistas y/o subcontratistas, sean o no causados de forma dolosa, tanto por actuación como por omisión. En el caso de que, debido a actuaciones u omisiones de la empresa, de sus contratistas o subcontratistas, fuese sancionada bien en exclusiva o con carácter solidario, la empresa se obliga a abonar a la cantidad que resulte de la sanción, sin perjuicio de las acciones legales que posteriormente le pudieran corresponder.
- El incumplimiento de cualquiera de las obligaciones medioambientales establecidas en esta cláusula será considerado como infracción contractual, independientemente de las sanciones administrativas y de la indemnización por daños y perjuicios a que hubiere lugar. Estas infracciones llevarán aparejadas la imposición de las correspondientes sanciones en forma de penalizaciones contractuales, de conformidad con lo que se dispone en la siguiente clasificación:

Serán consideradas como infracciones LEVES, el incumplimiento de lo previsto en los apartados siguientes:

- Apartado 1 en todos sus aspectos, cuando el incumplimiento de lo previsto en dicho apartado se refiera a residuos urbanos e inertes.
- Apartado 3.1.
- Apartado 3.2, salvo que el incumplimiento de lo previsto en este apartado hubiera generado pérdida de sustancias contaminantes, en cuyo caso la infracción será considerada como GRAVE.
- Apartado 3.3, salvo que el incumplimiento de lo previsto en este apartado hubiera generado pérdida de sustancias contaminantes, en cuyo caso la infracción será



considerada como GRAVE.

- Apartado 4.
- Apartado 6, cuando el incumplimiento de lo establecido en este apartado esté referido a residuos urbanos e inertes, considerándose como GRAVE en el caso de residuos peligrosos, y MUY GRAVE en el caso de que existiese contaminación de suelos o aguas subterráneas.

Serán consideradas como infracciones GRAVES, el incumplimiento de lo previsto en los apartados siguientes:

- Apartado 1 en todos sus aspectos, cuando el incumplimiento de lo previsto en dicho apartado se refiera a residuos peligrosos.
 - Apartado 2.2, salvo que el incumplimiento de lo previsto en este apartado hubiera generado pérdida de sustancias peligrosas, en cuyo caso la infracción será considerada como MUY GRAVE.
 - Apartado 2.3, salvo que el incumplimiento de lo previsto en este apartado hubiera generado pérdida de sustancias peligrosas, en cuyo caso la infracción será considerada como MUY GRAVE.
 - Apartado 2.4, salvo que el incumplimiento de lo previsto en este apartado hubiera generado pérdida de sustancias peligrosas, en cuyo caso la infracción será considerada como MUY GRAVE.
 - Apartado 3.2, cuando el incumplimiento de lo previsto en este apartado hubiera generado pérdida de sustancias contaminantes.
 - Apartado 3.3, cuando el incumplimiento de lo previsto en este apartado hubiera generado pérdida de sustancias contaminantes.
 - Apartado 5, salvo que el incumplimiento de lo establecido en este apartado sea considerado como MUY GRAVE, en atención al volumen y tipo de sustancia vertida.
 - Apartado 6, cuando el incumplimiento de lo establecido en este apartado esté referido a residuos peligrosos.
- Además, será considerada como infracción GRAVE la comisión de una segunda infracción LEVE prevista en un mismo apartado de esta cláusula medioambiental, en el plazo de un año, contado de fecha a fecha desde la comisión de la primera infracción



LEVE, o la comisión de una tercera infracción LEVE, cuando éstas se refieran a distintos apartados de esta cláusula medioambiental, en el plazo de un año contado de fecha a fecha desde la comisión de la primera infracción LEVE.



Serán consideradas como infracciones MUY GRAVES, el incumplimiento de lo previsto en los apartados siguientes:

- Apartado 2.2, cuando el incumplimiento de lo previsto en este apartado hubiera generado pérdida de sustancias peligrosas.
 - Apartado 2.3, cuando el incumplimiento de lo previsto en este apartado hubiera generado pérdida de sustancias peligrosas.
 - Apartado 2.4, cuando el incumplimiento de lo previsto en este apartado hubiera generado pérdida de sustancias peligrosas.
 - Apartado 2.5.
 - Apartado 5 en atención al volumen y tipo de sustancia vertida.
 - Apartado 6 cuando el incumplimiento de lo establecido en este apartado hubiera generado contaminación de suelos o aguas subterráneas.
- Además, será considerada como infracción MUY GRAVE la comisión de una segunda infracción GRAVE prevista en un mismo apartado de esta cláusula medioambiental, en el plazo de un año contado de fecha a fecha desde la comisión de la primera infracción, o la comisión de una tercera infracción GRAVE, cuando éstas se refieran a distintos apartados de esta cláusula medioambiental, en el plazo de un año contado de fecha a fecha desde la comisión de la primera infracción GRAVE.
 - A las anteriores infracciones serán de aplicación las siguientes penalizaciones:
 - LEVES: apercibimiento o penalización económica de 150 euros.
 - GRAVES: de 151 euros a 300 euros.
 - MUY GRAVES: de 301 euros a 600 euros o rescisión del contrato.
 - Cuando se produzca una infracción de las previstas en el apartado diez, el Director del Centro del desarrollo de la actividad objeto de este contrato notificará por escrito a la empresa la infracción cometida y la penalización que llevaría aparejada, concediéndole un plazo de diez días naturales para la presentación de cuantas alegaciones y pruebas estime pertinentes. A la vista de las mismas, el Director del Centro procederá a la



imposición de la penalización a la que hubiere lugar o al archivo de las actuaciones y, en el caso de no ser competente en razón al presente contrato, efectuará propuesta de imposición de la penalización.

- La penalización impuesta surtirá efecto o se abonará por la empresa en un plazo de diez días naturales, contados desde el día siguiente a su notificación. Superado dicho plazo sin producirse el abono se descontará de las certificaciones pendientes o, en su defecto, se incautará de la fianza impuesta por la empresa para este contrato, en cuyo caso la empresa repondrá el aval en la cantidad incautada en el plazo de diez días naturales desde que se produzca la incautación. De no producirse la reposición de la fianza en su cuantía original en la forma expuesta, se podrá declarar resuelto el contrato con pérdida de la cantidad remanente de la fianza impuesta por la empresa.

2.16.- Anexos

2.16.1.- Documentación de producto. Ensayos

Con el fin de comprobar que cada una de las partidas de un determinado tipo y marca de cable que ha sido calificado mantiene las características de las muestras que se presentaron para la calificación, el suministrador entregará con cada partida las actas de prueba de los ensayos de rutina especificados en el apartado 3.1. A petición del comprador deberá entregar también las actas de prueba de los ensayos especiales especificados en el apartado 3.2.

En las actas de prueba figurarán además de los valores obtenidos, los especificados en la presente Norma.

El comprador se reserva el derecho de asistir, o no, a la realización de los ensayos especiales, así como de que se repitan en su presencia los ensayos de rutina sobre un 10%, como máximo de las piezas que componen la partida.

En las marcas y en las características dimensionales de los conductores no se admite ningún fallo. En el caso de que se presente alguno, se rechazará el lote.

Si en los restantes ensayos se presentan dos o más fallos, se rechazará el lote.

Si se presenta un solo fallo, se tomará una nueva muestra de doble tamaño. Si se produce un nuevo fallo se rechazará el lote.



2.16.2.-Programas de Puntos de Inspección

A la conclusión de los trabajos correspondientes a la ejecución de las canalizaciones, se realizará el control final de los resultados de la ejecución. El programa de puntos de inspección se desarrollará con el control de los siguientes elementos:

- Replanteo inicial zanja.
- Relleno de zanja.
- Arquetas: Dimensiones y cotas.
- Tubos: Dimensiones y certificados.
- Cable desnudo Pat.

PUNTO INSPECCION	INSTRUMENTO
Replanteo inicial zanja	
Desbroce, Control geométrico	Inspección visual
Excavación, Control geométrico	Regla, nivel digital
Relleno de zanja	Ensayo laboratorio
Clasificación suelos, granulometría	Ensayo laboratorio
Drenaje transversal: Dim; cotas; pte	
Arquetas: Dimensiones y cotas.	Regla, nivel digital
Tubos: Dimensiones y certificados.	Inspección visual
Placas protectoras: certificados.	Inspección visual
Cable desnudo PaT	Inspección visual

Tabla 38.- Puntos de inversión

2.17.-Conductores

2.17.1.-Objeto y alcance

Esta especificación tiene por objeto definir las características técnicas que deben cumplir y los ensayos que deben satisfacer los conductores previstos.

La presente especificación tiene por alcance los siguientes conductores:

- Cable unipolar RV con conductor de aluminio tensión asignada 0,6/1 kV
- Cable unipolar RV con conductor de cobre tensión asignada 0,6/1 kV
- Cable multiconductor RV con conductor de cobre tensión asignada 0,6/1 kV
- Cable unipolar E07Z1-K(AS) con conductor de cobre tensión asignada 450/750 V
- Conductores de cobre desnudo.

El ámbito de aplicación de los conductores objeto de esta especificación son los siguientes:



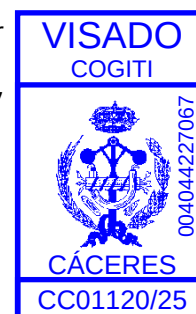
Campo de aplicación	Tipo de conductor
Red Generación subterránea/al aire. (Interconexión entre BESS, convertidor e inversor FV)	Cable unipolar XZ1 con conductor de Aluminio tensión asignada 0,9/1.8 kV
Red de distribución de SSAA	Cable unipolar RV con conductor de cobre tensión asignada 0,6/1 kV
Alimentación de SSAA a receptores	Multiconductor RV Cu 0,6/1kv
Instalaciones interiores de edificio para circuitos de SSAA	Cable unipolar E07Z1-K y multiconductor RV-K (AS)
Instalación de puesta a tierra	Cable unipolar RV con conductor de cobre tensión asignada 450/750 kV Conductores de cobre desnudo.

Tabla 39.- Conductores de la instalación BESS

2.17.2.-Normativa de consulta

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (Real Decreto 842/2002).
- Guía de 01/10/2005, guía técnica de aplicación del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión REBT02 (Real Decreto 842/2002).
- Además, los conductores, objeto de esta especificación, se ajustarán íntegramente a las normas cuya lista se adjunta:
- UNE 21 022: Conductores de cables aislados.
- UNE 211 435: Conductores de cables aislados para tensiones desde 06/1kV para distribución.
- UNE 21 460: Conductores de cables aislados para instalaciones interiores de BT.
- UNE 21 167-1: Bobinas de madera para cables aislados. Características generales.
- UNE HD 603-5N: Cables de distribución de tensión asignada 0,6/1 kV. Parte 5: Cables aislados con XLPE, no armados. Sección N: Cables sin conductor concéntrico (Tipo 5N).
- UNE 207 015: Conductores de cobre desnudos cableados para líneas eléctricas aéreas.

El fabricante y/o contratista deberá indicar aquellas normas de las que exista posterior edición a la señalada en esta especificación, considerándose válida y aplicable al contrato,



en caso de pedido, la edición vigente en la fecha del mismo.

2.17.3.- Definiciones

- Aislamiento de un cable: Conjunto de materiales aislantes que forman parte de un cable y cuya función específica es soportar la tensión.
- Aislamiento principal: Aislamiento de las partes activas, cuyo deterioro podría provocar riesgo de choque eléctrico.
- Aislamiento funcional: Aislamiento necesario para garantizar el funcionamiento normal y la protección fundamental contra los choques eléctricos.
- Aislamiento reforzado: Aislamiento cuyas características mecánicas y eléctricas hace que pueda considerarse equivalente a un doble aislamiento.
- Aislamiento suplementario: Aislamiento independiente, previsto además del aislamiento principal, a efectos de asegurar la protección contra choque eléctrico en caso de deterioro del aislamiento principal.
- Aislante: Sustancia o cuerpo cuya conductividad es nula o, en la práctica, muy débil.
- Cable: Conjunto constituido por:
 - Su eventual revestimiento individual.
 - La eventual protección del conjunto.
 - El o los eventuales revestimientos de protección que se dispongan.

Pueden tener, además, uno o varios conductores no aislados.

- Cable con cubierta estanca: Son aquellos cables que disponen de una cubierta interna o externa con protección eficaz contra la penetración de líquidos.
- Cable flexible: Cable diseñado para garantizar una conexión deformable en servicio y en el que la estructura y la elección de los materiales son tales que cumplen las exigencias correspondientes.
- Cable flexible fijado permanentemente: Cable flexible de alimentación a un aparato, unido a éste de manera que solo se pueda desconectar de él con ayuda de un útil.
- Cable multiconductor: Cable que incluye más de un conductor, algunos de los cuales puede no estar aislado.



- Cable unipolar: Cable que tiene un solo conductor aislado.
- Cable con neutro concéntrico: Cable con un conductor concéntrico destinado a utilizarse como conductor de neutro.
- Conductor de un cable: Parte de un cable que tiene la función específica de conducir corriente.
- Conductor aislado: Conjunto que incluye el conductor, su aislamiento y sus eventuales pantallas.
- Conductor flexible: Conductor constituido por alambres suficientemente finos y reunidos de forma que puedan utilizarse como un cable flexible.
- Cubierta de un cable: Revestimiento tubular continuo y uniforme de material metálico o no metálico generalmente extruido.
- Tensión nominal, U_0/U : 0,6/1 kV, siendo U_0 y U , respectivamente, la tensión nominal a frecuencia industrial entre el conductor y tierra y entre conductores, para la que ha sido diseñado el cable.
- Tensión asignada de un cable: Es la tensión máxima del sistema al que el cable puede estar conectado.



2.18.-Productos

2.18.1.- Criterios de diseño

Los conductores de los cables utilizados en las líneas subterráneas serán de cobre o aluminio y estarán aislados con mezclas apropiadas de compuestos poliméricos. Estarán debidamente protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen y tendrán la resistencia mecánica suficientes para soportar los esfuerzos a los que puedan estar sometidos.

Las secciones de los conductores serán la adecuada a las intensidades y caídas de tensión previstas y en todo caso, esta sección no será inferior a 6 mm² en los conductores de cobre y 16 mm² en aluminio, y en instalaciones interiores serán de cobre no inferiores a 1,5mm².

2.18.2.- Etiquetado del cableado

Los conductores irán marcados con etiquetas serigrafiadas (no manual), ambos (etiqueta y tinta/marcado) con un material especial para exterior.

El marcado se realizará en los cuadros, indicando donde conecta el otro extremo del cable.



La codificación del cableado será la siguiente:

- Cableado de Continua: [CC]- [nº de identificación]-[polo]- [nº cuadro agrupación/si procede]- [nº inversor/si procede]
- Cableado de Alterna: [AC]- [nº de identificación]- [nº polos/si procede]- [nº fase/si procede]- [nº cuadro de agrupación/protección/según proceda]- [nº inversor/si procede]
- Conductor de Puesta a Tierra: [PaT]

Siendo:

- CC: Corriente Continua.
- CA: Corriente Alterna.
- PaT: Puesta a Tierra.
- Nº polos: II-III-IV → 2 polos-3 polos-4 polos para multiconductores.
- Nº Fase: R, S, T o N.
- Nº identificación: número de circuito identificado con 2 dígitos del 0 al 9.
- Polo: negativo (-) o positivo (+).

2.18.3.- Materiales y equipos

CABLE UNIPOLAR CON CONDUCTOR ALUMINIO/COBRE RV-K 0,6/1 KV

Denominación: Cable unipolar RV-K con conductor de Aluminio/Cobre 0,6/1 kV
Designación: RV-K 0,6/1 kV Al o Cu
Unidad de medida: ml
Características técnicas: Aislamiento: mezcla aislante a base de polietileno reticulado químicamente (XLPE), según UNE 21.123-2, válido para una temperatura máxima asignada al conductor de 90°C, en servicio normal, y de 250°C para cortocircuito de duración máxima 5 segundos. Cubierta: constituida por una mezcla termoplástica a base de PVC, del tipo DMV-18, según UNE 21.123-2, de color negro Tensión nominal U_0/U: 0,6/1 kV Conductor: aluminio o cobre de varios alambres cableados, de sección circular compacta, clase 2, según norma UNE 21.022 En lo referente a otras características, tales como el número mínimo de alambres del conductor, diámetros mínimo y máximo de la cuerda, resistencia máxima a 20°C (Ω/km), espesores nominales del aislamiento y la cubierta, se ajustarán a los valores correspondientes que asigna la norma UNE 21.123-2.
Marca sobre la cubierta:





Nombre del fabricante.
Designación completa.
N x S: (N) número de conductores (S) y sección S mm ² .
Año de fabricación (dos últimas cifras).
La separación entre marcas no será superior a 30 cm.
Ejemplo para cable de Al de 95 mm ² fabricado 2.008: FABRICANTE RV-K 0,6/1 kV 1x95 mm ² Al 08
Ensayos de calidad según norma: Características constructivas: UNE 21.123-2, realizándose los mismos en el laboratorio del fabricante.
Uso al que va destinado: Red de distribución subterránea/al aire canalizada

Tabla 40.- Conductores de BT de Al

CABLE MULTICONDUCTOR RV-K CON CONDUCTOR COBRE 0,6/1 KV

Denominación: Cable RV con conductor de Cobre 0,6/1 kV
Designación: RV 0,6/1 kV Cu
Unidad de medida: ml
Características técnicas: Aislamiento: mezcla aislante a base de polietileno reticulado químicamente (XLPE), según UNE 21.123-2, válido para una temperatura máxima asignada al conductor de 90°C, en servicio normal, y de 250°C para cortocircuito de duración máxima 5 segundos.) Cubierta: constituida por una mezcla termoplástica a base de PVC, del tipo DMV-18, según UNE 21.123-2, de color negro Tensión nominal U₀/U: 0,6/1 kV Conductor: cobre de varios alambres cableados, de sección circular compacta, clase 5, según norma UNE 21.022 En lo referente a otras características, tales como el número mínimo de alambres del conductor, diámetros mínimo y máximo de la cuerda, resistencia máxima a 20°C (Ω/km), espesores nominales del aislamiento y la cubierta, se ajustarán a los valores correspondientes que asigna la norma UNE 21.123-2.
Marca sobre la cubierta: Nombre del fabricante. Designación completa. N x S: (N) número de conductores (S) y sección S mm ² . Año de fabricación (dos últimas cifras). La separación entre marcas no será superior a 30 cm. Ejemplo para cable de bipolar Cu de 50 mm ² fabricado 2.008: FABRICANTE RV 0,6/1 kV 2x50 mm ² Cu
Ensayos de calidad según norma:



Características constructivas: UNE 21.123-2, realizándose los mismos en el laboratorio del fabricante.
Uso al que va destinado: Red de distribución subterránea/al aire canalizada

Tabla 41.- Conductores de BT de Cu



2.18.4.- Homologaciones y presentaciones

CABLE UNIPOLAR/MULTICONDUCTOR RV DE TENSIÓN ASIGNADA 0,6/1 KV

Estos cables se someterán, para su homologación y posterior recepción, a los tipos de ensayos prescritos en la norma UNE 21.123-2, realizándose los mismos en el laboratorio del fabricante. Además, deberán satisfacer las especificaciones descritas en las siguientes normas:

- UNE 211.435. "Guía para la elección de cables de Alta Tensión"
- UNE-HD 603. "Cables de distribución de tensión asignada 0,6/1 kV"

Estos cables se suministran en bobinas de acuerdo a la norma UNE 21.167-1. Los extremos de los cables irán protegidos contra la penetración de agua.

CONDUCTOR XZ1

Al no existir norma UNE aprobada se listan los ensayos a requerir al fabricante de este tipo de cable.

Ref. No.	Ensayo	Requisitos	Categoría ensayo	Procedimiento de ensayo descrito en:	
				Norma	cap. / apdo.
1	Eléctricos				
1.1	Resistencia eléctrica de los conductores		T, S	EN 50.395	5
1.2	Ensayo de tensión sobre cable completo		T, S	EN 50.395	6
	Tensión, corriente alterna, kV	3,5			
	Tensión, corriente continua, kV	8,5			
		20			
	Longitud de la muestra, m	5			
	Duración del ensayo, min	20 ± 5			
	Temperatura del agua, °C				
1.3	Ausencia de fallos sobre cable completo				
	tensión, corriente alterna, kV	10	R	EN 50.395	10



1.4	Resistencia de aislamiento superficial de la cubierta valor mínimo, Ω	10^9	T	EN 50.395	11
1.5	Resistencia de aislamiento longitud de la muestra, m duración del ensayo, h temperatura del agua, °C valor mínimo a 90 °C, $\Omega \cdot \text{cm}$	5 2 20 ± 5 10^{11}	T	EN 50.395	8
1.6	Larga duración de resistencia del aislamiento a la corriente continua		T		Anexo A
2	Construcción y dimensionales				
2.1	Comprobación de los requisitos constructivos				
2.2	Medida del espesor de aislamiento, mínimo, mm	apdo. 3.4.3 ó apdo. 4.4.3	T, S	EN 50.396	4.1
2.3	Armadura	apdo. 4.4.5	T, S		
2.4	Medida del espesor de cubierta, mínimo mm	apdo. 3.4.6 ó apdo. 4.4.6	T, S	EN 50.396	4.2
2.5	Medida del diámetro exterior				
2.5.1	valor medio	--	T, S	EN 50.396	4.4
2.5.2	ovalidad, %	≤ 15	T, S	EN 50.396	4.4
3	Ensayos sobre aislamiento		T		
3.1	reticulado libre de halógenos, Z basado en silicona, S			EN 50.363-1 EN 50.363-1 HD 603-1	tabla 2A
4	Ensayos sobre cubierta reticulado libre de halógenos, Z basado en silicona, S		T	EN 50.363-2-1 EN 50.363-6	
5	Compatibilidad de aislamiento y cubierta		T	EN 60.811-1-2	8.1
5.1	Condiciones de envejecimiento temperatura, °C duración del tratamiento, h	135 7 x 24			
5.2	Requisitos del aislamiento resistencia a la tracción, variación, % alargamiento a la rotura, variación, %	± 30 ± 30			
5.3	Requisitos de la cubierta resistencia a la tracción, variación, % -alargamiento a la rotura, variación, %	± 30 ± 30			



6	Ensayos a muy baja temperatura (- 40 °C)		T		
6.1	Impacto en frío				Anexo B
6.2	Doblado en frío (diámetro del cable < 12,5 mm)			EN 60.811-1-4	8.2
6.2.1	Condiciones - temperatura, °C - duración, h	- 40 ± 2 16			
6.2.2	Requisitos	Ausencia de fisuras			
6.3	Alargamiento en frío (diámetro del cable ≥ 12,5 mm)		T	EN 60.811-1-4	8.4
6.3.1	Condiciones: - temperatura, °C - duración, h	-40 ± 2			
6.3.2	Requisitos de ensayo - alargamiento a la rotura, mínimo, %				
7	Propiedades de resistencia térmica (solamente aplicable a cables del capítulo 3)			EN 60.216-2	
7.1	Condiciones: Debe realizarse o bien el ensayo de doblado o bien el ensayo de alargamiento a la rotura - índice de temperatura - alargamiento a la rotura, % - doblado	120 50 2D		EN 50.305	7.2
8	Resistencia al ozono (cualquiera de los dos métodos se considera válido)		T		
8.1	Método A			EN 60.811-2-1	8
8.1.1	Condiciones - temperatura, °C - duración, h - concentración de ozono, (en volumen), %	25 ± 2 72 (250-300) × 10 ⁻⁶			
8.1.2	Requisitos	Ausencia de fisuras.			
8.2	Método B			EN 50.396	8.1.3
8.2.1	Condiciones - temperatura, °C - duración, h	40 ± 2 72			





8.2.2	- concentración de ozono, (por volumen) % Requisitos	(200 ± 50) × 10 ⁻⁶ Ausencia de fisuras.			
9 9.1	Intemperie Condiciones: - duración, h - temperatura, °C (temperatura de cuerpo negro) - humedad relativa, % - irradiación mínima, W/m ² - longitud de onda, nm - duración ciclo rociado/secado, min Requisitos	720 63 65 0,35 340 18/102	T	HD 605/A1	2.4.20
9.2	Alargamiento a la rotura, variación %	± 30			
10 10.1	Contracción sobre cable completo Condiciones: -temperatura, °C - duración, h - longitud de muestra, mm	120 1 300	T	UNE-EN 60.811-1-3	11 (cubierta)
10.2	Resultado a obtener: - contracción máxima, %	2			
11 11.1 11.2 11.3 11.4 11.5	Ensayos en condiciones de fuego No propagación de la llama No propagación del incendio Emisión de humos - transmitancia lumínica superior a, % Determinación de halógenos Acidez y corrosividad de los gases - pH mín. - Conductividad máx. (µS/cm)	EN 60332-2-1 EN 50266-2-4 60 UNE 211 002 Anexo A 4,3 10	T	EN 60.332-2-1 EN 50.266-2-4 EN 61.034-2 UNE 211.002 EN 50.267-2-3	Anexo A

Tabla 42.- Conductores XZ1

Estos cables se suministran en bobinas de acuerdo a la norma UNE 21.167-1. Los extremos de los cables irán protegidos contra la penetración de agua.



2.19.-Ejecución

2.19.1.- 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.

DE LA DIRECCIÓN TÉCNICA



Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://evisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>



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.

2.20.- 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 dirección facultativa.
- 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



Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://evisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>



montaje tales como terminales, kits, empalmes, herrajes, tornillería, auto perforadores, 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.

CONDUCTOR RV-K o RZ1-K

- El conductor penetrará dentro de las cajas de derivación y de las de mecanismos.
- El cable tendrá una identificación sujeta mediante anillas o bridas para exteriores del circuito al cual pertenece, a la salida del cuadro de protección.
- No tendrá empalmes entre las cajas de derivación ni entre éstas y los mecanismos.
- En todos los lugares donde el cable sea susceptible de estar sometido a daños, se protegerá mecánicamente mediante tubo o bandeja de acero galvanizado dentro del



cual permanecerá estanco.

- Las conexiones del cableado con los distintos partes de la instalación eléctrica (cuadros de protecciones, control y maniobra, inversores, etc) se realizarán mediante terminales, de punta o correspondientes a la sección del cable.
- En las conexiones del cableado con los elementos de la instalación eléctrica, no quedarán hilos de cable fuera de las conexiones
- Radio de curvatura mínimo admisible durante el tendido:
 - Cables unipolares: Radio mínimo de quince veces el diámetro del cable.
 - Cables multiconductores: Radio mínimo de doce veces el diámetro del cable.
- Penetración del conductor dentro de las cajas: ≥ 10 cm, no sería más adecuado que apareciera en el capítulo de envoltentes y protecciones.
- Tolerancias de instalación:
 - Penetración del conductor dentro de las cajas: ± 10 mm
- Cuando se coloque montado superficialmente, quedará fijado al paramento y alineado paralelamente al techo o al pavimento. Su posición será la fijada en el proyecto.
 - Distancia horizontal entre fijaciones: ≤ 80 cm
 - Distancia vertical entre fijaciones: ≤ 150 cm

2.20.1.- Identificación y evaluación de riesgos

- Riesgos más frecuentes:
 - Desprendimientos de bordes de taludes.
 - Atropellos causados por maquinaria.
 - Caídas del personal, vehículos, maquinaria o materiales al fondo de la excavación.
 - Cortes en las manos.
 - Pinchazos producidos por alambre de atar, hierros en espera, eslingas acodadas, puntas en el encofrado, etc.
 - Caídas de objetos a distinto nivel (martillos, árido, etc.).
 - Electrocuaciones por contacto indirecto.
 - Caídas al mismo nivel.



- Caídas de distinto nivel.
- Sobreesfuerzos.
- Desprendimiento de cargas-suspendidas.
- Golpes y cortes en las extremidades por objetos y herramientas.
- Los derivados del uso de medios auxiliares (andamios, escaleras, etc.).
- Proyección de partículas.
- Riesgos derivados de la utilización de máquinas eléctricas de mano.
- Atrapamientos contra objetos.
- Medidas preventivas:
 - Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de máquinas en movimiento.
 - Señalizar adecuadamente el movimiento de transporte pesado y maquinaria de obra.
 - Dictar normas de actuación a los operadores de la maquinaria utilizada.
 - Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.
 - Prohibir el paso a toda persona ajena a la obra.
 - Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma.
 - Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
 - Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
 - Emplear bolsas portaherramientas.
 - Vigilar el izado de cargas para que sea estable, siguiendo su trayectoria.
 - Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará mediante clavijas adecuadas a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.
 - Utilizar una plataforma de trabajo adecuada.
 - Delimitar la zona señalizándola y evitando en lo posible el paso del personal por la vertical de los trabajos.
 - Vigilar el orden y limpieza de cada uno de los tajos, estando las vías de tránsito libres



de obstáculos (herramientas, materiales, escombros, etc.).

- Las zonas de trabajo tendrán una adecuada iluminación.
- Verificar que nadie se sitúe en la trayectoria de la carga.
- Revisar los ganchos, grilletes, etc., comprobando si son los idóneos para la carga a elevar.
- Comprobar el reparto correcto de las cargas en los distintos ramales del cable.
- Dirigir las operaciones por el jefe del equipo, dando claramente las instrucciones que serán acordes con el R.D.485/1997 de señalización.
- Señalizar la zona en la que se manipulen las cargas.
- Verificar el buen estado de los elementos siguientes:

Cables, poleas y tambores.

Mandos y sistemas de parada.

Limitadores de carga y finales de carrera.

Frenos.

2.20.2.- Control Ambiental

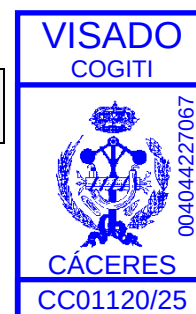
El contratista estará obligado al cumplimiento del Plan de gestión de residuos de construcción y demolición.

Los equipos objeto de esta especificación, son conjuntos de elementos inertes durante el servicio normal de funcionamiento. Estos elementos están constituidos principalmente por:

- Cobre
- Cobre recocido
- Aluminio
- Polietileno
- PVC

De acuerdo al R.D. 105/2008 que regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición los residuos generados durante la obra quedan clasificados como:

Tipo	Material	Separación en fracciones	CER
------	----------	--------------------------	-----



Conductores	Cobre Cobre recocido Aluminio Polietileno PVC	No peligrosos (no especiales)	170411 Cables que no contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla u otras sustancias peligrosas) 170904 (residuos mezclados de construcción y demolición que no contienen, mercurio, PCB ni sustancias peligrosas)
Residuos de embalaje		Plástico Papel y cartón	150101 Envases de papel y cartón

Tabla 43.- Control ambiental



2.21.- Anexos

2.21.1.-Documentación de Producto

Con el fin de comprobar que cada una de las partidas de un determinado tipo y marca de cable que ha sido calificado mantiene las características de las muestras que se presentaron para la calificación, el suministrador entregará con cada partida las actas de prueba de los ensayos de rutina especificados en el apartado 2.3.

La Dirección Técnica se reserva el derecho de asistir, o no, a la realización de los ensayos especiales, así como de que se repitan en su presencia los ensayos de rutina sobre un 10%, como máximo de las piezas que componen la partida.

En las marcas y en las características dimensionales de los conductores no se admite ningún fallo. En el caso de que se presente alguno, se rechazará el lote.

Si en los restantes ensayos se presentan dos o más fallos, se rechazará el lote.

Si se presenta un solo fallo, se tomará una nueva muestra de doble tamaño. Si se produce un nuevo fallo se rechazará el lote.

2.21.2.-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.

2.21.2.-Programas de puntos de inspección.

A la conclusión de los trabajos correspondientes a la ejecución de la instalación de conductores, se realizará el control final de los resultados de la ejecución. El programa de puntos de inspección se desarrollará con el control de los siguientes elementos:

- Replanteo inicial cableado.
- Cable AC.
- Cable DC.
- Cable Pat.

Programa de Puntos de Inspección (PPI) para la presente especificación.

PUNTO INSPECCION	INSTRUMENTO
Replanteo inicial cableado	
Cable AC: Dim. y certificados	Inspección visual
Cable DC: Dim. y certificados	Inspección visual
Cable PaT: Dim. y certificados	Inspección visual
Etiquetado cableado	Inspección visual

Tabla 44.- Programa de puntos de inspección



Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://revisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>



2.22.-Protecciones

2.22.1.- Objeto y alcance

Esta especificación tiene por objeto definir las características técnicas que deben cumplir las protecciones previstas para la utilización en la instalación eléctrica de baja tensión del parque de baterías.

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

Tabla 45.- Protecciones de la instalación BESS

2.22.2.- Normativa de consulta

- Normas UNE. R.D. 842/2002 por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión REBT02 (Real Decreto 842/2.002), así como las recomendaciones de su Guía técnica de aplicación del 01/10/2.005,



- Normas e Instrucciones del M.I.
- Normas UNE y UNE-EN. Incluida UNE-EN-211435:5 que sustituye a UNE-EN-21435:5 en la que se basa el RD 482/2002
- Normas UNE-EN 60079-10-1 sobre clasificación de zonas de características especiales.

El fabricante y/o contratista deberá indicar aquellas normas de las que exista posterior edición a la señalada en esta especificación, considerándose válida y aplicable al contrato, en caso de pedido, la edición vigente en la fecha del mismo.

2.22.3.- Definiciones

- Aislamiento de un cable: Conjunto de materiales aislantes que forman parte de un cable y cuya función específica es soportar la tensión.
- Aislamiento principal: Aislamiento de las partes activas, cuyo deterioro podría provocar riesgo de choque eléctrico.
- Aislamiento funcional: Aislamiento necesario para garantizar el funcionamiento normal y la protección fundamental contra los choques eléctricos.
- Aislamiento reforzado: Aislamiento cuyas características mecánicas y eléctricas hace que pueda considerarse equivalente a un doble aislamiento.
- Aislamiento suplementario: Aislamiento independiente, previsto además del aislamiento principal, a efectos de asegurar la protección contra choque eléctrico en caso de deterioro del aislamiento principal.
- Aislante: Sustancia o cuerpo cuya conductividad es nula o, en la práctica, muy débil.
- Alta sensibilidad: Se consideran los interruptores diferenciales como de alta sensibilidad cuando el valor de esta es igual o inferior a 30 mA.
- Aparamenta: Equipo, aparato o material previsto para ser conectado a un circuito eléctrico con el fin de asegurar una o varias de las siguientes funciones: protección, control, seccionamiento, conexión.
- Base: Parte fija de un fusible, provista de contactos, de bornes y de envoltentes, cuando éstas, sean aplicables.
- Cartucho fusible: (elemento recambiable): Parte de un fusible que comprende el o los elementos fusibles y destinado a ser reemplazado, después del funcionamiento del fusible.



- Cartucho fusible limitador de corriente: Cartucho fusible que durante y debido a su funcionamiento dentro de una determinada zona de corrientes especificadas, limita la intensidad de corriente a un valor sensiblemente inferior al valor de cresta de la corriente prevista.
- Cartucho fusible “g” (anteriormente de usos generales): Cartucho fusible limitador de la corriente que, bajo condiciones especificadas, es capaz de cortar todas las corrientes que provoquen la fusión del elemento fusible hasta su poder de corte asignado.
- Conductores activos: Se consideran como conductores activos en toda instalación los destinados normalmente a la transmisión de la energía eléctrica. Esta consideración se aplica a los conductores de fase y al conductor neutro en Corriente Alterna y a los conductores polares y al compensador en Corriente Continua.
- Conjunto portador: Combinación de una base y su porta fusible. (cuando en esta especificación se utiliza el término “conjunto portador” éste designa la base y/o la porta fusible, si no es necesario el hacer una distinción neta entre los dos).
- Contacto del fusible: Dos o varias partes conductoras, destinadas a asegurar la continuidad eléctricamente un cartucho fusible y el conjunto portador correspondiente.
- Contacto directo: Contacto de personas o animales con partes activas de los materiales y equipos.
- Contacto indirecto: Contacto de personas o animales domésticos con partes que se han puesto bajo tensión como resultado de un fallo de aislamiento.
- Corriente de contacto: Corriente que pasa a través del cuerpo humano o de un animal cuando está sometido a una tensión eléctrica.
- Corriente de cortocircuito franco: Sobreintensidad producida por un fallo de impedancia despreciable, entre dos conductores activos que presentan una diferencia de potencial en condiciones normales de servicio.
- Corriente de choque: Corriente de contacto que podría provocar efectos fisiopatológicos.
- Corriente de defecto o falta: Corriente que circula debido a un defecto de aislamiento.
- Corriente de fuga en una instalación: corriente que, en ausencia de fallos, se transmite a la tierra o a elementos conductores del circuito.



- Corriente de sobrecarga de un circuito: Sobreintensidad que se produce en un circuito, en ausencia de un fallo eléctrico.
- Corriente diferencial residual: Suma algebraica de los valores instantáneos de las corrientes que circulan a través de todos los conductores activos de un circuito, en un punto de una instalación eléctrica.
- Corriente diferencial residual de funcionamiento: Valor de la corriente diferencial residual que provoca el funcionamiento de un dispositivo de protección.
- Cortocircuito fusible: Aparato cuyo cometido es el de interrumpir el circuito en que está intercalado, por fusión de uno de sus elementos, cuando la intensidad que recorre el elemento sobrepasa, durante un tiempo determinado, un cierto valor.
- Corte omnipolar: Corte de todos los conductores activos. Puede ser:
 - Simultáneo, cuando la conexión y desconexión se efectúa al mismo tiempo en el conductor neutro o compensador y en las fases o polares.
 - No simultáneo, cuando la conexión del neutro o compensador se establece antes que las de las fases o polares y se desconectan éstas antes que el neutro o compensador.
- Cubierta de un cable: Revestimiento tubular continuo y uniforme de material metálico o no metálico generalmente extruido.
- Choque eléctrico: Efecto fisiopatológico resultante del paso de corriente eléctrica a través del cuerpo humano o de un animal.
- Defecto franco: Defecto de aislamiento cuya impedancia puede considerarse nula.
- Defecto monofásico a tierra: Defecto de aislamiento entre un conductor y tierra.
- Doble aislamiento: Aislamiento que comprende, a la vez, un aislamiento principal y un aislamiento suplementario.
- Elementos conductores: Todos aquellos que pueden encontrarse en un edificio, aparato, etc. y que son susceptibles de transferir una tensión, tales como: estructuras metálicas o de hormigón armado utilizadas en la construcción de edificios (p.e. armaduras, paneles, carpintería metálica, etc.) canalizaciones metálicas de agua, gas, calefacción, etc. y los aparatos no eléctricos conectados a ellas, si la unión constituye una conexión eléctrica (p.e. radiadores, cocinas, fregaderos metálicos, etc.), suelos y paredes



conductores.

- Elemento fusible: Parte de un cartucho fusible destinada a fundir, en el caso de funcionamiento del fusible, el cartucho fusible y el conjunto portador correspondiente.
- Envolvente: Elemento que asegura la protección de los materiales contra ciertas influencias externas y la protección, en cualquier dirección, ante contactos directos.
- Fusible: Dispositivo que tiene como misión el abrir el circuito en el que está instalado por la fusión de uno o varios elementos, destinados o diseñados para este fin, cortando la corriente cuando sobrepasa un determinado valor durante un tiempo suficiente. El fusible comprende todas las partes que componen el dispositivo.
- Indicador de fusión: Dispositivo previsto para indicar si el fusible ha funcionado.
- Intensidad de defecto: Valor que alcanza una corriente de defecto.
- Interruptor automático: Interruptor capaz de establecer, mantener e interrumpir las intensidades de corriente de servicio, o de establecer e interrumpir automáticamente, en condiciones predeterminadas, intensidades de corriente anormalmente elevadas, tales como las corrientes de cortocircuito.
- Interruptor de control de potencia y magnetotérmico: Aparato de conexión que integra todos los dispositivos necesarios para asegurar de forma coordinada:
 - Mando.
 - Protección contra sobrecargas.
 - Protección contra cortocircuitos.
- Interruptor diferencial: Aparato electromecánico o asociación de aparatos destinados a provocar la apertura de los contactos cuando la corriente diferencial alcanza un valor dado.
- Material de clase 0: Material en el cual la protección contra el choque eléctrico se basa en el aislamiento principal; lo que implica que no existe ninguna disposición prevista para la conexión de las partes activas accesibles, si las hay, a un conductor de protección que forme parte del cableado fijo de la instalación. La protección en caso de defecto en el aislamiento principal depende del entorno.
- Material de clase I: Material en el cual la protección contra el choque eléctrico no se basa únicamente en el aislamiento principal, sino que comporta una medida de seguridad



complementaria en forma de medios de conexión de las partes conductoras accesibles a un conductor de protección puesto a tierra, que forma parte del cableado fijo de la instalación, de forma tal que las partes conductoras accesibles no puedan presentar tensiones peligrosas.

- Material de clase II: Material en el cual la protección contra el choque eléctrico no se basa únicamente en el aislamiento principal, sino que comporta medidas de seguridad complementarias, tales como el doble aislamiento o aislamiento reforzado. Estas medidas no suponen la utilización de puesta a tierra para la protección y no dependen de las condiciones de la instalación.
- Este material debe estar alimentado por cables con doble aislamiento o con aislamiento reforzado.
- Material de clase III: Material en el cual la protección contra el choque eléctrico no se basa en la alimentación a muy Baja Tensión y en el cual no se producen tensiones superiores a 50 V en c.a. ó a 75 V en c.c.
- Nivel de protección (de un dispositivo de protección contra sobretensiones): Son los valores de cresta de las tensiones más elevadas admisibles en los bornes de un dispositivo de protección cuando está sometido a sobretensiones de formas normalizadas y valores asignados bajo condiciones especificadas.
- Partes accesibles simultáneamente: Conductores o partes conductoras que pueden ser tocadas simultáneamente por una persona o, en su caso, por animales domésticos o ganado.
- NOTA: Las partes simultáneamente accesibles pueden ser: Partes activas, masas, elementos conductores, conductores de protección, tomas de tierra).
- Partes activas: Conductores y piezas conductoras bajo tensión en servicio normal. Incluyen el conductor neutro o compensador y las partes a ellos conectadas. Excepcionalmente, las masas no se considerarán como partes activas cuando estén unidas al neutro con finalidad de protección contra contactos indirectos.
- Poder de cierre: El poder de cierre de un dispositivo, se expresa por la intensidad de corriente que este aparato es capaz de establecer, bajo una tensión dada, en las condiciones prescritas de empleo y de funcionamiento.
- Poder de corte: El poder de corte de un aparato, se expresa por la intensidad de corriente



que este dispositivo es capaz de cortar, bajo una tensión de restablecimiento determinada, y en las condiciones prescritas de funcionamiento.

- Porta fusible: Parte móvil de un fusible, destinado a recibir el cartucho fusible.
- Protección contra choques eléctricos en servicio normal: Prevención de contactos peligrosos, de personas o animales, con las partes activas.
- Protección contra choques eléctricos en caso de defecto: Prevención de contactos peligrosos de personas o de animales con:
 - Masas
 - Elementos conductores susceptibles de ser puestos bajo tensión en caso de defecto.
- Resistencia limitadora: Resistencia que se intercala en un circuito para limitar la corriente circulante.
- Sobreintensidad: Toda corriente superior a un valor asignado. En los conductores, el valor asignado es la corriente admisible.
- Tensión de contacto: Tensión que aparece entre partes accesibles simultáneamente, al ocurrir un fallo de aislamiento.

NOTAS:

- Por convenio este término solo se utiliza en relación con la protección contra contactos indirectos.
- En ciertos casos el valor de la tensión de contacto puede resultar influido notablemente por la impedancia que presenta la persona en contacto con esas partes.
- Tensión de defecto: Tensión que aparece a causa de un defecto de aislamiento, entre dos masas, entre una masa y un elemento conductor, o entre una masa y una toma de tierra de referencia, es decir, un punto en el que el potencial no se modifica al quedar la masa en tensión.

2.23.- Productos

2.32.1.- Criterios de diseño

DISPOSITIVOS PARA LA PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES

Los dispositivos de protección deben estar previstos para interrumpir cualquier corriente de sobrecarga en los conductores del circuito antes de ésta pueda provocar un calentamiento



perjudicial para el aislamiento, las conexiones, las terminaciones o para el entorno de las canalizaciones.

Las características de funcionamiento de un dispositivo que protege una canalización contra las sobrecargas deben satisfacer la siguiente condición:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

Donde:

I_b = Corriente de diseño del circuito.

I_z = Corriente admisible.

I_n = Corriente nominal del dispositivo de protección.

Los dispositivos de protección contra sobreintensidades serán:

Fusible cortacircuitos

Interruptor automático magnetotérmico

DISPOSITIVOS PARA LA PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES

Atendiendo a la ITC-BT-23 apartado 2.2, catalogamos a la instalación como categoría I, por lo que se tomará como medida de protección la inclusión de un dispositivo contra sobretensiones.

El dispositivo de protección a emplear contra las sobretensiones será un descargador de sobretensiones transitorias.

MEDIOS PARA LA PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS

Se tomarán medidas destinadas a proteger las personas contra los peligros que pueden derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos.

Los medios a utilizar vienen expuestos y definidos en la norma UNE 20.460-4-41, y son:

Protección por aislamiento de las partes activas

- Las partes activas deben estar completamente recubiertas por un aislamiento que solo pueda quitarse por destrucción.
- Pinturas, barnices, lacas y productos análogos, no se considerarán como un aislamiento suficiente para el marco de la protección contra contactos directos en servicio normal.

Protección por medio de barreras o envolventes



- Las partes activas deben colocarse en el interior de envolventes o detrás de barreras que posean al menos un grado de protección de IP XXB (UNE 20.324).
- Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales tendrán al menos un grado de protección de IP 4x o IP XXD.
- Para abrir las envolventes o suprimir las barreras será necesario con la ayuda de una llave o una herramienta.



Protección por medio de obstáculos

- Los obstáculos podrán ser desmontables sin la ayuda de una llave, sin embargo, deberán sujetarse de manera que se impida todo desmontaje involuntario.

Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento

- Cuando el espacio en la cual se encuentran y circulan habitualmente las personas esté limitado en una posición horizontal por un obstáculo con un grado de protección inferior a IP 2X o IP XXB, el volumen de accesibilidad comenzará en ese obstáculo.
- En posición vertical, el volumen de accesibilidad comienza a 2,5 m de altura respecto a la superficie en la cual se encuentran o circulan las personas, sin tener en cuenta los obstáculos intermedios que presentan un grado de protección inferior a IP 2X.

Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual diferenciales.

- Este tipo de protección se toma como medida complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o imprudencia de los usuarios.

Interruptor seccionador

- Estos aparatos están definidos para establecer y cortar en las condiciones normales de carga y sobrecarga.

MEDIOS PARA LA PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

Se empleará el esquema TT como medio de protección para la protección contra contactos indirectos en los parques de baterías.

Se emplea sistema de barrera física con doble nivel de aislamiento para eliminación de



contactos indirectos de la instalación de CC

Con este sistema, se emplearán los dispositivos de protección siguientes:

- Interruptor diferencial.
- Fusibles.
- Interruptores automáticos.

ETIQUETADO DE LAS PROTECCIONES

Las protecciones irán marcadas con etiquetas serigrafiadas (no manual), ambos (etiqueta y tinta/marcado) con un material especial para exterior. Esta identificación estará marcada sobre la protección, y sobre la base donde debe ir montado. De esta forma si se sustituye un equipo siempre se conocerá su ubicación en el bastidor.

El marcado se realizará en los cuadros, indicando la siguiente codificación en cada elemento protector: [CC/AC]- [nº identificación].

- CC/AC: Corriente Continua o Corriente Alterna.
- Nº identificación: abreviatura del elemento protector y numeración de doble dígito del 0 al 9.
 - F-nn: fusible número nn.
 - S-nn: seccionador número nn.
 - Qnn: interruptor magnetotérmico número nn.
 - QDnn: interruptor diferencial número nn.

2.23.2.- Materiales y equipos

DISPOSITIVOS PARA LA PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES

Denominación: Fusible cortacircuitos				
Designación: Fusible cilíndrico de fusión lenta-rápida gPV.				
Unidad de medida: Amperio (A).				
Características asignadas:				
	Designación	Tamaño (ϕ x L mm)	Intensidad nominal (A)	Capacidad ruptura (kA)¹
	T0	10x38	1, 2, 4, 6, 10, 12, 16, 20, 25, 32	120
	T1	14x51	1, 2, 4, 6, 10, 12, 16, 20, 25, 32,50	80 – 120

¹ En función de la tensión asignada 80 kA @ 690 V, 120 kA @ 500 V



T2	22x58	4, 6, 10, 12, 16, 20, 25, 32,50, 63, 80, 100, 125	80 -120
Tensión asignada: 900-1500 V (la tensión de red será como máximo un 110% de la tensión asignada del fusible) Capacidad de ruptura: > 50 kA Característica fusión: gPV Características tiempo-corriente: según especificaciones del diseño del cartucho fusible.			
Marca sobre la cubierta: Nombre del fabricante o marca comercial. Referencia de identificación del fabricante. Tensión asignada (V). Corriente asignada (A). Poder de corte (kA). Año de fabricación. Las marcas que deben llevar los cartuchos fusibles deberán ser indelebles y fácilmente legibles, exceptuando los casos en el que el tamaño de fusible sea muy reducido donde el marcado sea materialmente imposible.			
Ensayos de calidad según norma: UNE-HD 60269-2, IEC 269-1-2			
Uso al que va destinado: protección contra sobrecorrientes en la parte de instalación de corriente continua y/o alterna.			

Tabla 46.- Protecciones contra sobretensiones

Denominación: Fusible cortacircuitos de cuchilla		
Designación: Fusible cuchilla tipo NH		
Unidad de medida: Amperio (A).		
Características asignadas:		
Designación	Intensidad nominal (A)	Capacidad ruptura (kA)
T00	6-8-10-12-16-20-25-32-40-50-63-80-100-125-160	120
T0	6-8-10-12-16-20-25-32-40-50-63-80-100-125-160	120
T1	80-100-125-160-200-250	120
T2	125-160-200-250-315-400	120
T3	315-400-500-630	120
T4	500-630-800-1000-1250	120
Tensión asignada²: 500 V (la tensión de red será como máximo un 110% de la tensión asignada del fusible)		

² Nota:

1.- El indicador de fusión de un fusible puede no funcionar si el mismo abre el circuito bajo una tensión considerablemente inferior a su tensión nominal.



Característica fusión: gPV -gL-gG

Frecuencia asignada (para fusible AC): 50 Hz.

Capacidad de ruptura: > 100 kA

Características tiempo-corriente: según especificaciones del diseño del cartucho fusible.

Señalización:

Marca sobre la cubierta:

Nombre del fabricante o marca comercial.

Referencia de identificación del fabricante.

Tensión asignada (V).

Corriente asignada (A).

Poder de corte (kA).

Año de fabricación.

Las marcas que deben llevar los cartuchos fusibles deberán ser indelebles y fácilmente legibles, exceptuando los casos en el que el tamaño de fusible sea muy reducido donde el marcado sea materialmente imposible.

Calentamiento y potencia disipada:

El cartucho fusible debe poder soportar continuamente, en las condiciones normales de servicio, la corriente nominal sin exceder la potencia nominal disipada por dicho cartucho fusible indicado en la siguiente tabla:

Tamaño	T00	T0	T1	T2	T3	T4a
Imax nominal (A)	160	160	250	400	630	1.250
Potencia máxima disipada (w)	12	16	23	34	48	110

La potencia disipable nominal para el conjunto portador no debe superar los valores especificados en la tabla siguiente.

Tamaño	T00	T0	T1	T2	T3	T4a
Imax nominal (A)	160	160	250	400	630	1.250
Potencia máxima disipada (w)	12	25	32	50	60	110

Ensayos de calidad según norma: UNE 60.269-1, IEC 269-1, IEC 296-2-1

Uso al que va destinado: protección contra sobreintensidades en la parte de instalación de corriente alterna (interconexión entre inversor de corriente continua a alterna y Centro de Transformación).

Tabla 47.- Protecciones Fusibles de cuchilla

Denominación: Base portafusibles cilíndricos (corriente continua/alterna).

2.- La tensión nominal del cartucho fusible puede diferir de la tensión nominal del conjunto portador para el cual está previsto el cartucho fusible. La tensión nominal del fusible es el valor más bajo de las tensiones nominales de sus partes (conjunto portador, cartucho fusible).



Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://revisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>

VISADO
COGITI



CÁCERES

CC01120/25

004044227067

Designación: Base para fusible cilíndrico.			
Características asignadas:			
Tamaño Fusible	Corriente máxima fusible (A)		
	400 V	500 V	690 V
10x38	32	25	
14x51	50	40	25
22x58	125	100	80
Tensión asignada: 400 -500 -690 V			
Número de polos: 1p, 2p,3p o 4p según especificación de proyecto.			
Diseño según norma: UNE-HD 60269-2; IEC 269-3-1			
Características generales: Material poliéster autoextinguible de alta resistencia a la temperatura Contactos de cobre electrolítico plateado Provistas de espacios para adherir etiquetas de señalización Montaje en riel DIN, simétrico con anclaje posterior para facilitar el montaje con posibilidad de fijación con tornillo. Indicador de fusión (iluminado si el fusible está fundido)			
Uso al que va destinado: parte fija del fusible cilíndrico provista de contactos, bornes y envoltorio.			

Tabla 48.- Protecciones Fusibles cilíndricos

Denominación: Base portafusibles de cuchilla															
Designación: Base para fusible de cuchilla NH.															
Unidad de medida: Amperio (A).															
Características asignadas:															
	<table> <tr> <th>Tamaño</th><th>Corriente nominal (A)</th></tr> <tr> <td>T00</td><td>160</td></tr> <tr> <td>T0</td><td>160</td></tr> <tr> <td>T1</td><td>250</td></tr> <tr> <td>T2</td><td>400</td></tr> <tr> <td>T3</td><td>630</td></tr> <tr> <td>T4a</td><td>1.250</td></tr> </table>	Tamaño	Corriente nominal (A)	T00	160	T0	160	T1	250	T2	400	T3	630	T4a	1.250
Tamaño	Corriente nominal (A)														
T00	160														
T0	160														
T1	250														
T2	400														
T3	630														
T4a	1.250														
Tensión asignada: 500 -690 V															
Número de polos: 1p o 3p (según especificaciones del proyecto).															
Marca sobre la cubierta: Atendiendo a la norma UNE-HD 60269-2: Nombre del fabricante o marca comercial. Referencia de identificación del fabricante. Tensión asignada (V). Corriente asignada (A). Poder de corte (kA). Año de fabricación.															
Ensayos de calidad según norma: UNE 60.269-1															
Características generales: Material poliéster autoextinguible de alta resistencia a la temperatura Contactos de cobre electrolítico plateado, 2 resortes por contacto.															



Provistas de espacios para adherir etiquetas de señalización Montaje en riel DIN o fijación con tornillo.
Uso al que va destinado: parte fija del fusible de cuchilla provista de contactos, bornes y envolvente.
Denominación: Interruptor automático
Designación: Interruptor magnetotérmico de corte omnipolar.
Unidad de medida: Amperio (A).
Características asignadas: Tensión asignada: 230/400 V. Clase aislamiento: 600 V. Número de polos: 2p ó 4p (según especificaciones del proyecto). Corriente asignada: 10, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 630, 800, 1.000, 1.250, 1.600 (según especificaciones del proyecto). Frecuencia asignada: 50 Hz. Poder de corte: según especificaciones del proyecto y producto. Curva: B, C, D (según especificaciones del proyecto). Características tiempo-corriente: según especificaciones del producto.
Marca sobre la cubierta: Nombre del fabricante o marca comercial. Referencia de identificación del fabricante. Tensión asignada (V). Corriente asignada (A) –los regulables deberán tener indicación para las posiciones máximas y mínimas–. Poder de corte (kA). Año de fabricación. Las marcas que deben llevar los cartuchos fusibles deberán ser indelebles y fácilmente legibles.
Fabricados según norma: UNE-EN 60.898/A1
Características generales: Sistema de fijación: montados sobre una envolvente aislante Para corrientes nominales menores o iguales a 100A deberán permitir montarse mediante riel DIN. Para corrientes nominales mayores a 100A, deberán permitir montarse mediante tornillos. Grado de protección: al menos IP 20 Indicador de posición: abierto (ON) y cerrado (OFF) a la vista
Uso al que va destinado: protección contra sobretensiones en la parte de instalación de corriente alterna (interconexión entre inversor de corriente continua a alterna y Centro de Transformación).

Tabla 49.- Protecciones Fusibles de cuchilla

DISPOSITIVOS PARA LA PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES

Denominación: Descargador de sobretensión transitoria
Características asignadas: Tipo: Clase II Capacidad de descarga: Media o elevada Tipo de conexión: en paralelo



Tensión máxima de servicio: 230/400 V Número de polos: 1p o 3p según especificaciones proyecto. Corriente máx. de descarga: según especificaciones del producto (kA).
Marca sobre la cubierta: Nombre del fabricante o marca comercial. Referencia de identificación del fabricante. Tensión asignada (V). Corriente máx. de descarga (kA) Año de fabricación. Visualización de fin de vida. Las marcas que deben llevar los descargadores de sobretensión deberán ser indelebles y fácilmente legibles.
Fabricado según norma: IEC 61643
Otras consideraciones: Puesta a tierra: 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 mm ² y un máximo de 50 mm ² . Grado de protección: al menos IP 20
Uso al que va destinado: protección contra sobretensiones en la parte de instalación de corriente continua o alterna.

Tabla 50.- Descargador de sobretensiones

DISPOSITIVOS PARA LA PROTECCIÓN CONTRA CONTATOS INDIRECTOS

Denominación: Interruptor diferencial
Unidad de medida: Amperio (A; mA).
Características asignadas: Tensión asignada: 230/400 V. Sensibilidad: 30mA, 300, regulable-500 mA. Número de polos: 2p, 3p o 4p según especificaciones del proyecto. Corriente asignada: 25, 40, 63, 80 y 100 A Frecuencia asignada: 50 Hz.
Marca sobre la cubierta: Nombre del fabricante o marca comercial. Referencia de identificación del fabricante. Tensión asignada (V). Corriente asignada (A). Sensibilidad diferencial (A; mA) Año de fabricación. Visualización de fin de vida. Las marcas que deben llevar los diferenciales deberán ser indelebles y fácilmente legibles.
Ensayos de calidad según norma: IEC 61008; IEC 61009
Uso al que va destinado: protección contra contactos directos en la parte de instalación de corriente alterna (interconexión entre inversor de corriente continua a alterna y Centro de Transformación).

Tabla 50.- Protección con interruptor diferencial



Denominación: Interruptor seccionador
Unidad de medida: Amperio (A)
Características asignadas: Tensión asignada: 500 – 1. 000V 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.
Marca sobre la cubierta: Nombre del fabricante o marca comercial. Referencia de identificación del fabricante. Tensión asignada (V). Corriente asignada (A). Año de fabricación. Las marcas que deben llevar los diferenciales deberán ser indelebles y fácilmente legibles (norma UNE 60.947-3).
Diseñado conforme: UNE 60.947-1-3
Uso al que va destinado: Interruptor de corte en carga.

Tabla 51.- Protección con interruptor seccionador

2.23.4.-Homologaciones y presentaciones

Los elementos de protección descritos en la presente especificación técnica deberán cumplir con los ensayos de acuerdo con las siguientes normas.

Tipo Protección	Ensayos según norma	Homologaciones
Fusibles	UNE 60269	Certificado CE
Interruptor automático magnetotérmico	UNE 20317 UNE 60.898/A1 UNE 60.947-1 UNE 60.947-2	Certificado CE
Interruptor diferencial	UNE 61.008 UNE 61.009	Certificado CE
Interruptor seccionador	UNE 60.947-3	Certificado CE
Descargador sobretensión	UNE 61.643-11/IEC 61.642-1	Certificado CE

Tabla 52.- Protección Homologaciones

El material eléctrico debe acondicionarse en cajas de cartón corrugado o material resistente a impactos, construidas de forma tal que el material no sufra desperfectos por las solicitudes a las que es sometido durante su transporte o manipulación.

Las cajas deben disponerse sobre pallets de madera normalizados.



2.24.- Ejecución

2.24.1.-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



Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://evisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>



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.

2.23.2.-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.
- Endurance se 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.



Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ74PH1 verificable en <http://evisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>



- 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 porta fusible deben ser de cobre electrolítico plateado cuyo espesor debe ser como mínimo de 5µm.
- Los bornes de conexión de la base porta fusible deben plateados con un espesor mínimo de 2µ 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:
- La base y la porta fusible;
- La porta fusible y el cartucho fusible;
- 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:
- después de operaciones de extracción e inserción repetidas;
- 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 juntamente 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 magnetotérmicos, y para trabajar juntamente 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.
 - 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.
 - Cuando se coloca adosado al interruptor automático, la unión entre ambos se hará con los bornes de conexión que incorpora el mismo bloque diferencial.

2.23.3.-Identificación y evaluación de riesgos

- Riesgos más frecuentes:
 - Desprendimientos de bordes de taludes.
 - Atropellos causados por maquinaria.
 - Caídas del personal, vehículos, maquinaria o materiales al fondo de la excavación.
 - Cortes en las manos.
 - Electroclusiones por contacto indirecto.



- Caídas al mismo nivel.
- Caídas de distinto nivel.
- Sobreesfuerzos.
- Golpes y cortes en las extremidades por objetos y herramientas.
- Los derivados del uso de medios auxiliares (andamios, escaleras, etc.).
- Proyección de partículas.
- Riesgos derivados de la utilización de máquinas eléctricas de mano.
- Atrapamientos contra objetos.
- Medidas preventivas
 - Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de máquinas en movimiento.
 - Señalizar adecuadamente el movimiento de transporte pesado y maquinaria de obra.
 - Dictar normas de actuación a los operadores de la maquinaria utilizada.
 - Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.
 - Prohibir el paso a toda persona ajena a la obra.
 - Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma.
 - Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
 - Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
 - Emplear bolsas portaherramientas.
 - Vigilar el izado de cargas para que sea estable, siguiendo su trayectoria.
 - Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará mediante clavijas adecuadas a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.
 - Utilizar una plataforma de trabajo adecuada.
 - Delimitar la zona señalizándola y evitando en lo posible el paso del personal por la vertical de los trabajos.
 - Vigilar el orden y limpieza de cada uno de los tajos, estando las vías de tránsito libres



de obstáculos (herramientas, materiales, escombros, etc.).

- Las zonas de trabajo tendrán una adecuada iluminación.
- Verificar que nadie se sitúe en la trayectoria de la carga.
- Comprobar el reparto correcto de las cargas en los distintos ramales del cable.
- Dirigir las operaciones por el jefe del equipo, dando claramente las instrucciones que serán acordes con el R.D.485/1997 de señalización.

2.23.4.- Control Ambiental

El contratista estará obligado al cumplimiento del Plan de gestión de residuos de construcción y demolición.

Los equipos de protección, objeto de esta especificación, son conjuntos de elementos inertes durante el servicio normal de funcionamiento.

Los elementos constitutivos generales de las protecciones descritas son:

- Acero galvanizado
- Acero inoxidable
- PVC
- Plástico ABS

Los fabricantes deberán proporcionar la información concerniente a su tratamiento al final de su vida útil, recuperación, reciclado, eliminación, etc.

De acuerdo al R.D. 105/2008 que regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición los residuos generados durante la obra quedan clasificados como:

Tipo	Separación en fracciones	CERTIFICADO
Residuos de embalaje	Plástico Papel y cartón	150101 Envases de papel y cartón

Tabla 53.- Control ambiental de embalajes

2.25.- Anexo

2.25.1.- Documentación de producto

Se exigirá:

- Ficha técnica del producto



- Certificado por entidad acreditada del cumplimiento de las normas UNE de aplicación para cada uno de los elementos de acuerdo al apartado 2.3 Homologaciones y presentaciones de la presente especificación.



2.25.2.-Criterio de no aceptación

Será causa justificada para la no aceptación de equipo o instalación de protecciones:

- Material no aceptado previamente por la Dirección Facultativa.
- Equipos de características inferiores a la recogida en el proyecto como nivel de aislamiento de envolvente, material de la envolvente, grado de protección IP, poderes de corte o tarada de protecciones de la aparamenta.
- Falta de equitación en cuadros. Bornas, sección de cableado interior deficiente, ausencia de terminales-punteras en conductores.
- Los conductores del cableado interior del cuadro estarán identificados con los equipos que conecta y los bornes de conexión. La ausencia de esta identificación será motivo de rechazo.
- Para circuitos de SSAA, falta de corte del neutro en las protecciones.
- Falta de documentación y/o certificación del equipo o algún componente

2.25.3.- Programas de puntos de inspección

El Programa de Puntos de Inspección (PPI) para la presente especificación:

PUNTO INSPECCIÓN	INSTRUMENTO
Replanteo inicial protecciones	
Fusibles (DC): Carac. y certificados	Inspección visual
Fusibles (AC): Carac. y certificados	Inspección visual
B. portafus. (DC): Carac. y certificados	Inspección visual
B. portafus. (AC): Carac. y certificados	Inspección visual
Int. Automático: Carac. y certificados	Inspección visual
Descar. sobretensión: Carac. y certif.	Inspección visual
Int. Diferencial: Carac. y certificados	Inspección visual
Protección por aislamiento de las partes activas	Inspección visual
Protección por medio de barreras o envolventes	Inspección visual
Protección por medio de obstáculos.	Inspección visual
Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento	Inspección visual
Interruptor de corte en carga	Inspección visual



Tabla 54.- Programa de puntos de inspección



Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://revisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS
TÉCNICOS INDUSTRIALES DE CÁCERES

AENOR



Empresa Registrada

UNE-EN ISO 9001
ER-12777/2005

Nº.Colegiado.: 946
DEL AMO PINO, FRANCISCO
VISADO Nº.: CC01120/25
DE FECHA: 30/10/2025
Autenticación: 004044227067







VISADO
COGITI



004044227067

CÁCERES
CC01120/25



HIBRIDACIÓN MEDIANTE ALMACENAMIENTO CON BATERIAS DC-DC EN PLANTA SOLAR EXISTENTE “LA PIZARRA” (TORREMOCHA)

**DOC. N°8: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y
SALUD**

Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://revisado.cogitaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>



DOCUMENTO 8: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD



1.- Objeto

El presente Estudio de Seguridad y Salud Laboral tiene como objeto establecer las directrices generales encaminadas a disminuir, en lo posible, los riesgos de accidentes laborales y enfermedades profesionales, así como a la minimización de las consecuencias de los accidentes que se produzcan, mediante la planificación de la medicina asistencial y de primeros auxilios, durante la ejecución de los trabajos de INSTALACION para el parque de baterías de 15 MWh en el término Municipal de Torremocha.

Este Estudio se ha elaborado en cumplimiento del Real Decreto 1627/97, de 24 de Octubre, por el que se establecen las Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en la Obras de Construcción" en el marco de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, que establece los criterios de planificación control y desarrollo de los medios y medidas de Seguridad e Higiene que deben de tenerse presentes en la ejecución de los Proyectos de Construcción.

También se ha dado cumplimiento al 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.

Se redacta el presente Estudio de Seguridad & Salud por el ingeniero técnico industrial José Miguel Cejalvo Toledo.

1.1.- Alcance

Las medidas contempladas en este Estudio alcanzan a todos los trabajos a realizar por el contratista principal y subcontratas y aplica la obligación de su cumplimiento a todas las personas de las distintas organizaciones que intervengan en la ejecución de los mismos.

No obstante, de acuerdo con el artículo 3 del R.D. 1627/1997, si en la obra interviene más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, o más de un trabajador autónomo, el Promotor deberá designar un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Esta designación deberá ser objeto de un contrato expreso.

1.2.- Documentos

El presente Estudio está integrado por los siguientes Documentos:

- MEMORIA
- PLIEGO DE CONDICIONES
- PLANOS
- MEDICIÓN Y PRESUPUESTO





2.- Datos generales de la obra BESS

Los datos generales de la BESS La Pizarra I, Torremocha se indican a continuación:

- Promotor: Oeste Solar, S.L. CIF: B10497899
- Autor del proyecto de ejecución: Jose Miguel Cejalvo Toledo
- Autor del Estudio de Seguridad y Salud: Jose Miguel Cejalvo Toledo
- Presupuesto: 12.922,44 €

Las figuras del coordinador de seguridad y salud en fase de ejecución, la dirección facultativa y del contratista, se conocerán en el momento de adjudicación de la obra.

2.1.- Descripción de los trabajos

La descripción de las instalaciones objeto del estudio están indicadas en la memoria de este proyecto.

2.2.- Actividades principales

Las actividades principales a ejecutar en el desarrollo de los trabajos detallados son, básicamente, las siguientes:

- Replanteo y estaquillado.
- Implantación de obra y Señalización.
- Acopio y Manipulación de materiales.
- Transporte de materiales y equipos dentro de la obra.
- Obras de excavación.
- Encofrados.
- Obras de hormigón.
- Tendido, regulado, engrapado, conexionado de conductores.
- Desmontaje de estructuras y equipos.
- Desescombro y retirada de residuos.
- Retirada de materiales y equipos existentes dentro de la obra.
- Puesta en marcha de la instalación.

Más adelante se analizarán los riesgos previsibles inherentes a los mismos, y describiremos las medidas de protección previstas en cada caso.

2.3.- Situación y climatología

La BESS, en proyecto, se ubicará en el término municipal de Torremocha, en la provincia de



Cáceres. Cáceres posee un clima cálido y templado.

2.4.- Características del entorno de trabajo

La ocupación del parque se encuentra en la memoria y la planimetría del proyecto.

2.5.- Plazo de ejecución

El plazo total de ejecución de las obras se estima en 2 meses.

2.6.- Personal previsto

El personal necesario para el conjunto de las obras nos da una previsión máxima de hasta 15 personas.

2.7.- Oficios

La mano de obra directa prevista la compondrán trabajadores de los siguientes oficios:

- Jefes de Equipo, Mandos de Brigada.
- Constructores de losas
- Gruistas y maquinistas.
- Ayudantes.

La mano de obra indirecta estará compuesta por:

- Jefes de Obra.
- Técnicos de Ejecución / Control de Calidad / Seguridad / Medio Ambiente.
- Encargados.
- Administrativos.



Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://revisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>



3.- Datos generales de la línea de evacuación

La línea de evacuación se comparte con el parque fotovoltaico de “La Pizarra I, Torremocha” por lo tanto no es objeto de este proyecto.



Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://revisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>





4.- Memoria de seguridad

Esta memoria tiene por objeto describir las condiciones generales del trabajo y las actividades concretas a realizar, así como analizar los riesgos previsibles y las actuaciones encaminadas a evitarlos y establecer los medios asistenciales necesarios para minimizar las consecuencias de los accidentes que pudieran producirse

4.1.-Control de la prevención

4.1.1.-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.

4.1.2.-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.

4.1.3.-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.



4.1.4.-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:

4.1.5.-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.

4.1.6.-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.

- 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.

1.4.7.-Control de la prevención

La documentación disponible en obra y que estará a disposición del Coordinador de Seguridad y Salud será:

1. Estudio de Seguridad aprobado.
2. RLC (Relación de Liquidación de Cotizaciones) y RNT (Relación Nominal de Trabajadores).
3. Comunicación Apertura de Centro de Trabajo.
4. Seguro de Responsabilidad Civil.
5. Reconocimientos Médicos.
6. Certificados de maquinaria.



7. Nombramiento y aceptación de Vigilante de Seguridad.
8. Acreditación de formación e información.
9. Registro de entrega de EPI' S.



4.2.-Instalaciones en obra

Se preverá en la obra utilizar las instalaciones de Higiene y Bienestar del promotor o las facilitadas por el contratista. Se adaptará un lugar en la factoría para el acopio de materiales, así como entradas y salidas del personal en obra.

Se empleará cuadro provisional de obra que se alimentará del cuadro de servicios auxiliares del Cliente, este estará provisto de protecciones eléctricas y mecánicas para su uso, no empleándose cuadro alguno que no reúna las condiciones de seguridad y salud.

4.3.-Aplicación de la prevención en la obra

Se establece como uso obligatorio los siguientes equipos de protección para la realización de los trabajos. Tanto el equipo colectivo como la dotación personal deben conservarse en lugares secos y al abrigo de la intemperie y deben transportarse en bolsas, cajas o compartimentos especialmente previstos para ello.

4.3.1.-Equipos de protección personal

PROTECCIONES PARA LA CABEZA

- Cascos. Para trabajadores y visitantes. Estarán designados con la señal CE y el grado de aislamiento eléctrico.
- Protecciones auditivas. Cuando se trabaje en zonas con exposición a alto nivel de ruido
- Gafas en trabajos con riesgo de accidente ocular, tal como: trabajos en galerías donde existe peligro de desprendimiento de pequeño material, montajes eléctricos con riesgos de proyecciones, etc.
- Mascaras filtrantes: Se recomienda para todos los trabajos que provoquen nubes de polvo.

PROTECCIONES PARA LAS EXTREMIDADES

- Guantes según el tipo de riesgo, anticorte para el manipulado de equipos y transportes o en manipulación de equipos con aristas agudas, etc., dieléctricos para trabajos en tensión según la norma técnica MT-4, para protección contra el ataque de productos químicos si se localizaran zonas de riesgo, según el agente químico.
- Herramientas homologadas para el trabajo en baja y media tensión según la norma técnica MT-26.
- Calzado de seguridad de clase III homologado.

PROTECCIONES PARA EL CUERPO

Arnés de seguridad para trabajos con riesgo de caída en altura, hundimientos y



desprendimientos. Siempre será obligatorio para trabajos a más de 2m de altura y exista riesgo de accidente.

4.3.2.-Equipos de protección colectiva

Deberán tenerse en cuenta las interferencias con otros grupos de trabajo, sobre todo en lo referente a maniobras con aparatos eléctricos. La apertura de zanjas o socavones y cimentaciones para las estructuras que deberán estar convenientemente balizadas.

Cada operario cuidará la conservación de su dotación personal y del equipo colectivo.

Los equipos colectivos que se utilizarán en los trabajos con riesgo eléctrico son los siguientes:

- Banquetas y/o alfombras aislantes.
- Telas aislantes.
- Pantallas de separación aislantes.
- Protectores rígidos aislantes.
- Protectores flexibles aislantes.
- Pértigas aislantes.

4.4.-Descargos

En la operación de conexión en los inversores fotovoltaicos, se realizará un descargo en A.T. del MT Skid dejando sin tensión el secundario de los transformadores de los centros de transformación, para realizar los trabajos en los centros de transformación para las conexiones de acometidas eléctricas en Baja Tensión. 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.

No se prevén en obra interferencias con terceros para el desarrollo de las distintas fases de la obra.

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 tele controlados 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”:

- Abrir con corte visible todas las fuentes de tensión. Enclavar o bloquear, si es posible, los aparatos de corte.
- Comprobar, con equipo adecuado, la ausencia de tensión.
- Poner a tierra y en cortocircuito todas las fuentes de tensión.
- Colocar las señales de seguridad adecuadas, delimitando la zona de trabajo.
- 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.

4.5.-Medidas básicas de prevención en los trabajos no eléctricos

Con referencias a las operaciones no eléctricas o interferencia con otros grupos de trabajos debe observarse las siguientes indicaciones:

De acuerdo con la información de la conducción, el trazado exacto debe marcarse sobre el terreno antes de comenzar la excavación; aquél debe indicar, asimismo, las medidas de seguridad que se deberán respetar. Se recomienda que se confirme por escrito todas las condiciones y especificaciones efectuadas.

En el caso de encontrarse con una conducción no prevista, se deben, en principio, tomar las siguientes medidas:

- Suspender los trabajos de excavaciones próximos a la conducción.
- Descubrir la conducción sin deteriorarla y con suma precaución.
- Proteger la conducción para evitar deterioros.
- No desplazar los cables fuera de su posición, ni tocar, apoyarse o pasar sobre ellos al verificar la excavación.
- Impedir el acceso de personal a la zona e informar al propietario.

4.6.-Zanjas

En la apertura de zanjas para canalizaciones, se solicitará la consignación o descargo de los cables con los que se pudiera entrar en contacto en los siguientes casos:



- Para trabajos realizados con herramientas o útiles manuales, cuando la distancia sea inferior a 0,5 m.
- Para trabajos realizados con útiles mecánicos, cuando la distancia sea inferior a 1m.



4.7.-Trabajos en escaleras y andamios

Antes de utilizar una escalera de mano en el montaje de estructuras del seguidor, el operario deberá comprobar que está en buen estado, retirándola en caso contrario, así como deberá observar las siguientes normas:

- No se utilizarán nunca escaleras empalmadas, salvo que estén preparadas para ello.
- Cuando se tenga que usar escaleras en las proximidades de instalaciones en tensión, su manejo será vigilado directamente por el Jefe de Trabajo, delimitando la zona de trabajo e indicando la prohibición de desplazar la escalera.
- No se debe subir una carga de más de 30 Kg. sobre una escalera no reforzada.
- Las escaleras de mano se deben apoyar en los largueros (nunca los peldaños) y de modo que el pie quede retirado de la vertical del punto superior de apoyo, a una distancia equivalente a la cuarta parte de la altura.
- Tendrán una longitud suficiente para rebasar en un metro el punto superior del apoyo y se sujetarán en la parte superior para evitar que basculen. El ascenso y descenso se hará dando de frente a la escalera.
- Cuando no se empleen las escaleras, se deben guardar al abrigo del sol y de la lluvia. No deben dejarse nunca tumbadas en el suelo. Se barnizarán, pero nunca se pintarán.
- Cuando los trabajos se realicen en andamios deberán tenerse presentes las siguientes normas:
- La plataforma de trabajo tendrá siempre un ancho de 60 cm y estará construido con tablas de 5 cm de grueso como mínimo.
- Los andamios con plataforma de trabajo a más de 2 m de altura o con riesgo de caída de alturas superiores, tendrán el perímetro protegido con barandillas metálicas de 90 cm de altura y rodapié de 15 cm instalado en la vertical del extremo de la plataforma de trabajo, debiéndose sujetar el operario a un punto fijo del mismo mediante arnés de seguridad
- La plataforma de trabajo en andamios ya sea de madera o metálica, deberá ir perfectamente sujeta al resto de la estructura.
- Todo andamio debe reposar en suelo firme y resistente. Queda prohibido utilizar cualquier otro elemento que no sea un pie de andamio regulable para la nivelación del mismo.



4.8.-Señalizaciones

Las obras deben estar señalizadas mediante vallas. En particular, toda obra o material en la ruta, será anunciado por una señalización instalada a 150 metros como mínimo de sus extremos y conforme a lo establecido en el Código de la circulación.



SEÑALIZACIÓN DE POSICIÓN

Si debe ser interrumpida la circulación se colocará una persona provista de una banderola o disco rojo, en las cercanías de las vallas de señalización con el fin de indicar los puntos peligrosos. Durante la noche las banderolas rojas serán sustituidas por señales luminosas, las vallas serán bien visibles.

Estas instalaciones provisionales cumplirán con todas las prescripciones de general aplicación, así como los particulares siguientes:

- Los conductores aislados utilizados tanto para acometidas como para las instalaciones interiores serán de 1.000 voltios de tensión nominal como mínimo.
- En el origen de toda instalación interior a la llegada de los conductores de acometida, se dispondrá un interruptor diferencial de sensibilidad mínima de 300 miliamperios. Este interruptor podrá estar, además, provisto de los dispositivos de protección contra cortocircuitos y sobrecargas.
- En las instalaciones destinadas a obras, los interruptores diferenciales serán de la sensibilidad anteriormente citada cuando las masas de toda la maquinaria estén puesta a tierra y los valores de resistencia de ésta satisfagan lo señalado en la Norma MIE-BT-042. En caso contrario los interruptores diferenciales serán de alta sensibilidad Esta protección puede establecerse para la totalidad de la instalación o individualmente para cada una de las máquinas o aparatos utilizados.
- Las partes activas de toda la instalación, así como las partes metálicas de los mecanismos interruptores, fusibles, tomas de corriente, etc., no serán accesibles sin el empleo de útiles especiales o estarán incluidas bajo cubiertas o armarios que proporcionen un grado similar de inaccesibilidad
- Las tomas de corriente irán previstas de interruptor de corte omnipolar que permita dejarla sin tensión cuando no hayan de ser utilizadas.
- La aparamenta y material utilizado presentarán el grado de protección que corresponda a sus condiciones de instalación. Los aparatos de alumbrado portátiles, excepto los utilizados con pequeñas tensiones, serán del tipo protegido contra los chorros de agua.

4.9.-Útiles y herramientas

Los útiles y herramientas eléctricas son equipos muy peligrosos dado el estrecho contacto que existe entre el hombre y la máquina y más teniendo en cuenta que los trabajos son realizados en las obras, en la mayoría de las ocasiones, sobre emplazamientos conductores. Las



herramientas portátiles de accionamiento manual serán de clase III o de doble aislamiento. Cuando estas herramientas se utilicen en lugares húmedos o conductores serán alimentadas a través de transformadores de separación de circuitos.

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.

Los cables de conexión y los bornes de ésta, situados en las herramientas, deberán estar debidamente protegidos de forma que las partes activas permanezcan en todo momento accesibles. Para las herramientas de clase I, el conductor de conexión incluirá el conductor de protección, disponiendo la clavija destinada a la toma de corriente, para este conductor.

Cuando la herramienta está prevista para diferentes tensiones nominales, se distinguirá fácil y claramente la tensión para la cual está ajustada.

Las herramientas destinadas a servicio intermitente deben llevar indicada la duración prevista para las paradas funcionamiento.

Las herramientas previstas para ser alimentadas por más de dos conductores activos llevarán el esquema correspondiente a las conexiones a realizar, salvo que la correcta conexión sea evidente y no sea precisa esta aclaración

Las lámparas eléctricas portátiles deben responder a las normas UNE 20-417 Y UNE 20-419 y estar provistas de una reja de protección para evitar choques y tendrán una tulipa estanca que garantice la protección contra proyecciones de agua. Serán de la clase II y la tensión de utilización no será superior de 250 V; siendo como máximo de 245 V cuando se trabaje en lugares mojados o superficies conductoras, si no son alimentados por medio de transformadores de separación de circuitos.

Queda terminantemente prohibido usar la cortadora radial sin protección o con discos no diseñados para esa máquina. Siempre se deberá usar gafas de protección para evitar posibles impactos en los ojos.

Queda prohibida toda operación de corte o soldadura en las proximidades de materias



combustibles almacenadas, y en la de materiales susceptibles de desprender vapores o gases inflamables y explosivos, a no ser que se hayan tomado precauciones especiales.

Todas las partes conductoras de los motores generadores, los rectificadores y los transformadores de las máquinas, estarán protegidas para evitar contactos accidentales con partes en tensión. Se conectarán los armazones a tierra.

4.10.-Medidas básicas de prevención en los trabajos no eléctricos

Con referencias a las operaciones no eléctricas o interferencia con otros grupos de trabajos debe observarse las siguientes indicaciones:

De acuerdo con la información de la conducción, el trazado exacto debe marcarse sobre el terreno antes de comenzar la excavación; aquél debe indicar, asimismo, las medidas de seguridad que se deberán respetar. Se recomienda que se confirme por escrito todas las condiciones y especificaciones efectuadas.

En el caso de encontrarse con una conducción no prevista, se deben, en principio, tomar las siguientes medidas:

- Suspender los trabajos de excavaciones próximos a la conducción.
- Descubrir la conducción sin deteriorarla y con suma precaución.
- Proteger la conducción para evitar deterioros.
- No desplazar los cables fuera de su posición, ni tocar, apoyarse o pasar sobre ellos al verificar la excavación.
- Impedir el acceso de personal a la zona e informar al propietario.

4.10.1.-Trasporte y acopio de materiales

Los materiales se colocarán en la caja del vehículo en forma apilada y estable. No se transportarán personas en la caja. El peso de la carga no superará el autorizado para el vehículo. Las cargas no sobresaldrán por los laterales, las que sobresalgan por la parte posterior serán señalizadas conforme al Código de Circulación.

La carga y descarga de materiales se realizará por medios mecánicos, siempre que sea posible. La carga y descarga se realizarán, previa inmovilización del vehículo, con la grúa del camión o grúa auxiliar. Ninguna persona ha de permanecer en la cabina o en la caja de vehículo excepto para conectar la carga.

El gruista en todo momento debe estar observando el movimiento de la carga. Si los laterales del camión le impidieran la visión de la carga, debe auxiliarse de una persona que le indique los movimientos, esta persona debe encontrarse en todo momento a la vista del gruista. El tiro, especialmente en el arranque, será siempre vertical. La carga se elevará lentamente hasta que quede suspendida.

El gruista observará que los movimientos de la grúa son suaves y continuos, tras cualquier



brusquedad o movimiento incontrolado debe procederse a una revisión inmediata. El acopio de materiales no debe interferir con la zona de evolución y paso de personal. Todas las puntas o grapas de embalaje se arrancarán inmediatamente.



4.10.2.-Trabajos en zanjas

En la apertura de zanjas para canalizaciones, se solicitará la consignación o descargo de los cables con los que se pudiera entrar en contacto en los siguientes casos:

- Para trabajos realizados con herramientas o útiles manuales, cuando la distancia sea inferior a 0,5 m.
- Para trabajos realizados con útiles mecánicos, cuando la distancia sea inferior a 1m.

4.10.3.-Trabajos de encofrado y desencofrado

Los encofrados se colocan y retiran con plumas o grúas adecuadas, todos los componentes usados son estructurales de la máquina utilizada, las eslingas y estrobos se encuentran en buen estado y no se utilizarán elementos fabricados en Obra.

La limpieza y el orden en las plantas de trabajo es indispensable:

- Se retirarán después del encofrado, todos los clavos desperdigados por el suelo.
- Se limpiará la madera de puntas una vez desencofrada y apilada correctamente.
- Se colocarán tabloneros en los forjados, antes del hormigonado, para facilitar desplazamientos.

4.10.4.-Trabajos en escaleras y andamios

Antes de utilizar una escalera de mano, el operario deberá comprobar que está en buen estado, retirándola en caso contrario, así como deberá observar las siguientes normas:

- No se utilizarán nunca escaleras empalmadas, salvo que estén preparadas para ello.
- Cuando se tenga que usar escaleras en las proximidades de instalaciones en tensión, su manejo será vigilado directamente por el Jefe de Trabajo, delimitando la zona de trabajo e indicando la prohibición de desplazar la escalera.
- No se debe subir una carga de más de 30 Kg. sobre una escalera no reforzada.
- Las escaleras de mano se deben apoyar en los largueros (nunca los peldaños) y de modo que el pie quede retirado de la vertical del punto superior de apoyo, a una distancia equivalente a la cuarta parte de la altura.
- Tendrán una longitud suficiente para rebasar en un metro el punto superior del apoyo y se sujetarán en la parte superior para evitar que basculen. El ascenso y descenso se hará dando de frente a la escalera.
- Cuando no se empleen las escaleras, se deben guardar al abrigo del sol y de la lluvia. No deben dejarse nunca tumbadas en el suelo. Se barnizarán, pero nunca se pintarán.

Cuando los trabajos se realicen en andamios deberán tenerse presentes las siguientes normas:



- La plataforma de trabajo tendrá siempre un ancho de 60 cm y estará construido con tablas de 5 cm de grueso como mínimo.
- Los andamios con plataforma de trabajo a más de 2 m de altura o con riesgo de caída de alturas superiores, tendrán el perímetro protegido con barandillas metálicas de 90 cm de altura y rodapié de 15 cm instalado en la vertical del extremo de la plataforma de trabajo, debiéndose sujetar el operario a un punto fijo del mismo mediante arnés de seguridad
- La plataforma de trabajo en andamios ya sea de madera o metálica, deberá ir perfectamente sujeta al resto de la estructura.
- Todo andamio debe reposar en suelo firme y resistente. Queda prohibido utilizar cualquier otro elemento que no sea un pie de andamio regulable para la nivelación del mismo.



4.11.-Medidas básicas de prevención en los trabajos eléctricos

Se atenderá a lo establecido en el RD 614/2001. Las maniobras la realizarán trabajadores autorizados.

No se podrá trabajar con elementos en tensión sin la correspondiente protección personal. Cuando se realicen trabajos sin tensión, se comprobará que se han aislado las partes donde se desarrollen (mediante aparatos de seccionamiento) de cualquier posible alimentación. Únicamente se podrá comprobar la ausencia de tensión con verificadores de tensión. No se restablecerá el servicio hasta finalizar los trabajos, comprobando que no exista peligro alguno.

Cuando se realicen tendidos de cables provisionales, se tendrá en cuenta que no sean un riesgo de caídas y electrocuciones para terceros, para lo cual las partes en tensión deben quedar convenientemente protegidas y señalizadas.

No será necesaria la puesta a tierra y en cortocircuito cuando los dispositivos de desconexión a ambos del elemento de seccionamiento estén a la vista del trabajador, el corte sea visible o el dispositivo proporcione garantías de seguridad equivalentes, y no exista posibilidad de cierre intempestivo.

Cuando los elementos de seccionamientos estén conectados directamente al primario de un transformador, será suficiente con la puesta a tierra y en cortocircuito del lado de alta tensión, entre los elementos de seccionamiento y el transformador.

En instalaciones de baja tensión, no será necesario que la reposición de elementos de seccionamiento la efectúe un trabajador cualificado, pudiendo realizarla un trabajador autorizado, cuando la maniobra del dispositivo conlleve la desconexión y el material de aquél ofrezca una protección completa contra los contactos directos y los efectos de un posible arco eléctrico.

En instalaciones de alta tensión, cuando la maniobra del dispositivo porta fusible se realice a distancia, se utilizarán pértigas que garanticen un adecuado nivel de aislamiento y se tomarán medidas de protección frente a los efectos de un posible cortocircuito o contacto eléctrico directo.



Los trabajos en las instalaciones eléctricas deberán realizarse siempre en cumplimiento del anexo II del RD 614/2001. El inicio y finalización de los trabajos debe ser comunicado, por escrito, al responsable de los trabajos.

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 contenidos en ellas. Se prohíbe dar tensión a los conductores y aparatos situados en una celda, sin cerrar la previamente con el resguardo de protección.

Para trabajar sin tensión en un transformador de intensidad, o sobre los circuitos que alimenta, se dejará previamente sin tensión al primario. Se prohíbe la apertura de los circuitos conectados al secundario estando el primario en tensión, salvo que sea necesario por alguna causa, en cuyo caso deberán cortocircuitarse los bornes del secundario.

4.12.-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, envoltentes, 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.

4.13.-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 Carné 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 AT, 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.

4.14.-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 y procedimientos de la compañía.

4.15.-Evaluación de riesgos

Se analiza a continuación los riesgos previsibles de las diferentes actividades de ejecución previstas, así como las medidas correctoras.



4.15.1.-Identificación de Riesgos

MANIPULACIÓN DE MATERIALES, A MANO Y CON MEDIOS MECÁNICOS

- Caída del personal al mismo nivel
- Caída del personal a distinto nivel
- Caída de objetos
- Choques, golpes.
- Maquinaria automotriz y vehículos.
- Atrapamientos.
- Cortes.
- Sobreesfuerzos
- Ventilación
- Iluminación
- Carga Física

TRANSPORTE DE MATERIALES EN OBRA

- Caída del personal al mismo nivel
- Caída de objetos
- Choques, golpes.
- Maquinaria automotriz y vehículos.
- Atrapamientos.
- Cortes.
- Ruidos
- Vibraciones
- Iluminación
- Condiciones ambientales del puesto de trabajo

PREFABRICACIÓN Y MONTAJES MECANICOS

- Caída del personal al mismo nivel
- Caída del personal a distinto nivel
- Caída de objetos
- Choques, golpes.
- Maquinaria automotriz y vehículos.



Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://revisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>



- Atrapamientos.
- Cortes.
- Proyecciones
- Sobreesfuerzos
- Ruidos
- Vibraciones
- Radiaciones no ionizantes
- Iluminación
- Carga Física
- Carga Mental
- Condiciones ambientales del puesto de trabajo.



Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://revisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>

TRABAJOS ELÉCTRICOS. TENDIDO DE CIRCUITOS Y CONEXIONES

- Caída del personal al mismo nivel
- Caída del personal a distinto nivel
- Caída de objetos
- Choques, golpes.
- Atrapamientos.
- Cortes.
- Proyecciones.
- Contactos eléctricos.
- Sobrecarga térmica
- Ruido
- Sobreesfuerzos
- Ventilación
- Iluminación
- Agentes químicos
- Carga Mental
- Condiciones ambientales del puesto de trabajo.

4.15.2.-Prevención y protección frente al riesgo

A continuación, se exponen las medidas correctoras y/o preventivas que deberán tomarse para



cada riesgo identificado para las actividades que se desarrollen:

CAIDA DE PERSONAL AL MISMO NIVEL

Caída por deficiencia del suelo:

- Respetar y cumplir señalización
- Utilizar vías y pasos habilitados para los trabajos
- Comunicar, corregir deficiencias
- Utilización de calzado adecuado
- Mantener limpieza del lugar de trabajo.

Caída por objetos, obstáculos:

- Respetar y cumplir señalización
- Utilizar vías y pasos habilitados para los trabajos
- Comunicar, corregir deficiencias
- Utilización de calzado adecuado
- Mantener limpieza del lugar de trabajo.

Caída por existencia de vertidos líquidos:

- Respetar y cumplir señalización
- Utilizar vías y pasos habilitados para los trabajos
- Comunicar, corregir deficiencias
- Utilización de calzado adecuado
- Mantener limpieza del lugar de trabajo.
- Contener el vertido de forma correcta.

Caída por superficie deteriorada por agentes atmosféricos:

- Respetar y cumplir señalización
- Utilizar vías y pasos habilitados para los trabajos
- Comunicar, corregir deficiencias
- Utilización de calzado adecuado
- Extremar las precauciones al trabajar en estas condiciones atmosféricas.
- Posponer, si es posible, la realización del trabajo.

Caída resbalones y tropezones por malos apoyos del pie:

- Respetar y cumplir señalización



Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://revisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>



- Utilizar vías y pasos habilitados para los trabajos
- Comunicar, corregir deficiencias
- Utilización de calzado adecuado.



CAIDA DE PERSONAL A DISTINTO NIVEL

Caída por huecos:

- Colocación de barandillas adecuadas
- Comunicar, corregir deficiencias
- Señalización de la zona.
- Tener la iluminación adecuada
- Utilizar los medios previstos para el paso o acceso a otras instalaciones.

Caída desde escaleras portátiles:

- Elección de la escalera adecuada al trabajo a efectuar
- Verificación del buen estado de conservación y resistencia de todos los componentes.
- Nunca serán prefabricadas provisionales en obra
- No estarán pintadas, para ver mejor si sufren roturas parciales
- Solo podrá estar subido en la escalera un operario
- Mientras se encuentra un operario subido en la misma, otro aguantará la escalera por la base; este operario se puede sustituir si se amarra la escalera firmemente
- A la hora de bajar no se saltará, se bajará hasta el último escalón.
- La escalera sobresaldrá 1 metro aproximadamente sobre el plano a donde se debe ascender.
- Si tiene más de 12 metros se amarrará por los 2 extremos.
- El ascenso se hará de frente a la escalera y con las manos libres de objetos y agarrándose a los peldaños.
- Si se trabaja por encima de 2 metros se utilizará arnés de seguridad, que se deberá anclar a un sitio diferente de la escalera.
- Colocación correcta y estable de la escalera, regla de 1:4; 4 m de altura --> 1 m de separación.

Caída desde escaleras fijas:

- Mantener orden y limpieza
- Tener iluminación adecuada
- Comunicar, corregir deficiencias



- Utilización de calzado adecuado.

Caída desde andamios:

- Todos los andamios y plataformas se construirán de estructura firme y sólida.
- El suelo será plano y adecuado al peso que deba soportar, la anchura mínima será de 0,6 m y estará libre de obstáculos.
- No se depositarán cargas innecesarias en los mismos.
- Todos los andamios de más de 2 m de altura tendrán barandilla a 0,9 m con la suficiente rigidez, así como una barra intermedia y rodapiés a 0,15 m.
- Si los andamios son móviles se deben poder frenar firmemente.
- Utilizar los medios previstos para el paso o acceso a otras instalaciones.
- Comunica y/o corregir las deficiencias detectadas

Caída desde estructuras, pórticos de naves, puentes grúas:

- Ascenso y descenso con medios y métodos seguros: escaleras adecuadas, etc.
- Estancia en el apoyo utilizando el cinturón de seguridad.
- Evitar posturas inestables.
- Utilización de sistema anticaídas.
- Inspección del estado de la torre, estructura, etc.
- Utilización del arnés de seguridad.
- Evitar posturas inestables.
- Utilizar escaleras en buen estado.
- Utilizar elementos de sujeción.

CAIDA DE OBJETOS

Caída por manipulación manual de objetos y herramientas:

- Respetar y cumplir las señalizaciones.
- Utilizar el casco de seguridad y calzado adecuado.
- Señalización de la zona de trabajo.
- No trabajar a diferentes niveles en el mismo vertical, si es necesario se utilizarán medios sólidos de separación.
- Tener los materiales necesarios para el trabajo dentro de recipientes adecuados.
- Usar cuerda de servicio o poleas para subir o bajar materiales.

Caída de elementos apilado:



- Respetar y cumplir las señalizaciones.
- Utilizar el casco de seguridad y calzado adecuado.
- Pequeños materiales en cajas.
- Retirar materiales sin alterar estabilidad de los restantes.
- Dispositivos de retención si fueran necesarios (redes, fundas, etc.).
- No abusar en exceso del espacio existente.

Caída de elementos manipulados con aparatos elevadores:

- Respetar y cumplir las señalizaciones.
- Utilizar el casco de seguridad y calzado adecuado.
- Señalización de la zona de trabajo.
- Solo se utilizarán aparatos elevadores por personal especializado.
- Nunca se permanecerá debajo de la carga.
- Adecuar los accesorios (eslingas, ganchos, etc.) a las características de la carga.

Choques y golpes:

Choque contra objetos móviles y fijos:

- Utilizar la ropa de trabajo adecuada.
- Utilizar el casco de seguridad.
- Utilizar el calzado adecuado.
- Mantener la zona de trabajo limpia y ordenada.
- Tener iluminación adecuada.
- Respetar la señalización.

Choque contra herramientas u otros objetos:

- Utilizar la ropa de trabajo adecuada.
- Utilizar el casco de seguridad.
- Utilizar el calzado adecuado.
- Mantener la zona de trabajo limpia y ordenada.
- Tener iluminación adecuada.
- Utilizar guantes de protección.

Maquinaria automotriz y vehículos:

Atropello a peatones:



Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://revisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>



- Solo conducción por personal con el permiso adecuado.
- Respetar y cumplir las señalizaciones.
- Tener iluminación adecuada.
- Comunicar y/o corregir las deficiencias detectadas.
- Atención a circunstancias extraordinarias (obras, trabajos, zonas oscuras, lluvia,).
- Revisar periódicamente el estado del vehículo/maquinaria automotriz.
- Desplazarse por lugares indicados para ello.
- Precaución con pasos y accesos a garajes, naves, oficinas, etc.

Golpes y choques entre vehículos:

- Solo conducción por personal con el permiso adecuado.
- Respetar y cumplir las señalizaciones.
- Tener iluminación adecuada.
- Comunicar y/o corregir las deficiencias detectadas.
- Atención a circunstancias extraordinarias (obras, trabajos, zonas oscuras, lluvia,).
- Revisar periódicamente el estado del vehículo/maquinaria automotriz.
- Utilizar el cinturón de seguridad del vehículo.
- Evitar la fatiga y el sueño.
- Adoptar la velocidad adecuada.

Golpes y choques contra elementos fijos:

- Solo conducción por personal con el permiso adecuado.
- Respetar y cumplir las señalizaciones.
- Tener iluminación adecuada.
- Comunicar y/o corregir las deficiencias detectadas.
- Atención a circunstancias extraordinarias (obras, trabajos, zonas oscuras, lluvia,).
- Revisar periódicamente el estado del vehículo/maquinaria automotriz.
- Utilizar el cinturón de seguridad del vehículo.
- Evitar la fatiga y el sueño.
- Adoptar la velocidad adecuada.

Vuelco de vehículos:

- Solo conducción por personal con el permiso adecuado.



- Respetar y cumplir las señalizaciones.
- Tener iluminación adecuada.
- Comunicar y/o corregir las deficiencias detectadas.
- Atención a circunstancias extraordinarias (obras, trabajos, zonas oscuras, lluvia,).
- Revisar periódicamente el estado del vehículo/maquinaria automotriz.
- Utilizar el cinturón de seguridad del vehículo.
- Evitar la fatiga y el sueño.
- Adoptar la velocidad adecuada.

Caída de cargas

- Solo conducción por personal con el permiso adecuado.
- Respetar y cumplir las señalizaciones.
- Tener iluminación adecuada.
- Comunicar y/o corregir las deficiencias detectadas.
- Atención a circunstancias extraordinarias (obras, trabajos, zonas oscuras, lluvia,).
- Revisar periódicamente el estado del vehículo/maquinaria automotriz.
- Colocar adecuadamente la carga (no sobrecargar, bien sujeta, estable y centrada).

Atrapamientos:

Atrapamientos por herramientas manuales:

- Respetar y cumplir las señalizaciones.
- Tener la iluminación adecuada.
- Comunicar y/o corregir deficiencias detectadas.
- Utilizar el casco adecuado.
- Formación de los operarios en la utilización de la maquinaria.
- No emplear prendas holgadas, anillos, pulseras, pelo suelto, ...
- No tocar partes en movimiento.

Atrapamientos por herramientas portátiles eléctricas

- Respetar y cumplir las señalizaciones.
- Tener la iluminación adecuada.
- Comunicar y/o corregir deficiencias detectadas.
- Utilizar el casco adecuado.



- Formación de los operarios en la utilización de la maquinaria.
- No emplear prendas holgadas, anillos, pulseras, pelo suelto, ...
- No tocar partes en movimiento.
- Transportar la herramienta desconectada hasta el lugar de trabajo.
- Los elementos móviles estarán protegidos.

Atrapamientos por objetos:

- Respetar y cumplir las señalizaciones.
- Tener la iluminación adecuada.
- Comunicar y/o corregir deficiencias detectadas.
- Utilizar el casco adecuado.
- Formación de los operarios en la utilización de la maquinaria.
- No emplear prendas holgadas, anillos, pulseras, pelo suelto, ...
- No tocar partes en movimiento.
- Nunca trabajar debajo de objetos que no estén estables.

Atrapamientos por mecanismos móviles:

- Respetar y cumplir las señalizaciones.
- Tener la iluminación adecuada.
- Comunicar y/o corregir deficiencias detectadas.
- Utilizar el casco adecuado.
- Formación de los operarios en la utilización de la maquinaria.
- No emplear prendas holgadas, anillos, pulseras, pelo suelto, ...
- No tocar partes en movimiento.
- Los elementos móviles estarán protegidos.
- Respetar distancias entre máquina y zonas de paso.
- Procurar trabajar en espacios amplios.

Cortes:

Corte por herramientas portátiles eléctricas:

- Evitar la existencia de puntas o superficies cortantes o elementos incisivos.
- Proteger y señalizar las superficies cortantes que no se pueden eliminar.
- Utilizar las herramientas adecuadas a cada trabajo y en buenas condiciones.



- Utilizar guantes de protección mecánica.
- Utilizar casco de seguridad.
- Utilizar ropa adecuada de manga larga.
- Utilizar calzado especial.



Corte por herramientas manuales:

- Evitar la existencia de puntas o superficies cortantes o elementos incisivos.
- Proteger y señalizar las superficies cortantes que no se pueden eliminar.
- Utilizar las herramientas adecuadas a cada trabajo y en buenas condiciones.
- Utilizar guantes de protección mecánica.
- Utilizar casco de seguridad.
- Utilizar ropa adecuada de manga larga.
- Utilizar calzado especial.

Corte por máquinas fijas:

- Evitar la existencia de puntas o superficies cortantes o elementos incisivos.
- Proteger y señalizar las superficies cortantes que no se pueden eliminar.
- Utilizar las herramientas adecuadas a cada trabajo y en buenas condiciones.
- Utilizar guantes de protección mecánica.
- Utilizar casco de seguridad.
- Utilizar ropa adecuada de manga larga.
- Utilizar calzado especial.

Corte por objetos superficiales:

- Evitar la existencia de puntas o superficies cortantes o elementos incisivos.
- Proteger y señalizar las superficies cortantes que no se pueden eliminar.
- Utilizar las herramientas adecuadas a cada trabajo y en buenas condiciones.
- Utilizar guantes de protección mecánica.
- Utilizar casco de seguridad.
- Utilizar ropa adecuada de manga larga.
- Utilizar calzado especial.

Corte por objetos punzantes:

- Evitar la existencia de puntas o superficies cortantes o elementos incisivos.



- Proteger y señalizar las superficies cortantes que no se pueden eliminar.
- Utilizar las herramientas adecuadas a cada trabajo y en buenas condiciones.
- Utilizar guantes de protección mecánica.
- Utilizar casco de seguridad.
- Utilizar ropa adecuada de manga larga.
- Utilizar calzado especial.



Proyecciones:

Impactos por fragmentos o partículas sólidas:

- Instalar si es posible las máquinas que puedan originar proyecciones en lugares apartados o compartimentos cerrados.
- Instalar pantallas de separación o mantas para evitar la dispersión de proyecciones.
- Delimitar o señalizar la zona donde se puedan producir proyecciones
- Utilizar gafas o pantalla facial.
- Utilizar ropa de trabajo adecuada con manga larga
- Utilizar casco de protección.

Proyecciones líquidas:

- Instalar si es posible las máquinas que puedan originar proyecciones en lugares apartados o compartimentos cerrados.
- Instalar pantallas de separación o mantas para evitar la dispersión de proyecciones.
- Delimitar o señalizar la zona donde se puedan producir proyecciones
- Utilizar gafas o pantalla facial.
- Utilizar ropa de trabajo adecuada con manga larga
- Utilizar casco de protección.

Contactos térmicos:

Contactos con fluidos, proyecciones o sustancias calientes/frías:

- Aislar térmicamente las partes susceptibles de producir quemaduras por contacto, delimitar o señalizar estas partes, de no ser posible su aislamiento térmico. Utilizar guantes de protección térmica o mecánica.
- Utilizar casco de protección.
- Utilizar ropa de trabajo de características térmicas u otras características adecuadas.
- Contactos químicos:



- Disponer los productos químicos en recipientes adecuados y etiquetados en lugares separados.
- Delimitar y separar las zonas donde pueda existir productos químicos.
- Utilizar guantes, ropa de trabajo, calzado, casco, protección ocular o facial y protección respiratoria, según proceda, de características adecuadas.



Contactos eléctricos

Contactos directos:

- Formación e información a los trabajadores. Mantener los elementos en tensión alejados de las zonas accesibles o bajos envoltentes cerrados y señalizados.
- Revisar periódicamente el estado de las instalaciones y equipos.
- Disponer de protecciones en todas las líneas en derivación con baja tensión
- Disponer de los equipos de protección individual precisos, tales como guantes aislantes, protección facial u ocular, casco aislante, ropa de trabajo, calzado de protección.
- Deberán estar fabricados, montados y mantenidas de acuerdo con los reglamentos y normas aplicables.
- Los equipos portátiles de alumbrado serán de tensión de seguridad o estarán alimentados a través de transformadores de separación de circuitos.
- Todos los equipos eléctricos portátiles serán de doble aislamiento reforzado o estarán provistos de toma de tierra y protegidos por interruptores diferenciales de alta sensibilidad (0.03 A).
- Los cables de alimentación a equipos provisionales deberán mantenerse en buen estado y se evitara que constituyan un riesgo por razón de su disposición.
- Se evitará entrar en instalaciones eléctricas o accionar en los equipos eléctricos si no se está cualificado y expresamente autorizado para ello.
- En el interior de las instalaciones eléctricas o en proximidad de ellas no se utilizarán escaleras o elementos metálicos largos.
- Desarrollar un procedimiento para el descargo de las instalaciones.
- Colocar equipos de puesta a tierra y en cortocircuito adecuados.
- Verificar la ausencia de tensión previa a los trabajos.
- Disponer e instalar equipos de protección colectiva tales como: banquetas y/o alfombras aislantes, protectores rígidos aislantes, protectores flexibles aislantes.
- Disponer y utilizar los equipos de bloqueo y de señalización y delimitación.

Contactos indirectos:



- Formación e información a los trabajadores. Mantener los elementos en tensión alejados de las zonas accesibles o bajos envolventes cerrados y señalizados.
- Revisar periódicamente el estado de las instalaciones y equipos.
- Disponer de protecciones en todas las líneas en derivación con baja tensión
- Disponer de los equipos de protección individual precisos, tales como guantes aislantes, protección facial u ocular, casco aislante, ropa de trabajo, calzado de protección.
- Deberán estar fabricados, montados y mantenidas de acuerdo con los reglamentos y normas aplicables.
- Los equipos portátiles de alumbrado serán de tensión de seguridad o estarán alimentados a través de transformadores de separación de circuitos.
- Todos los equipos eléctricos portátiles serán de doble aislamiento reforzado o estarán provistos de toma de tierra y protegidos por interruptores diferenciales de alta sensibilidad (0.03 A).
- Los cables de alimentación a equipos provisionales deberán mantenerse en buen estado y se evitara que constituyan un riesgo por razón de su disposición.
- Se evitará entrar en instalaciones eléctricas o accionar en los equipos eléctricos si no se está cualificado y expresamente autorizado para ello.
- En el interior de las instalaciones eléctricas o en proximidad de ellas no se utilizarán escaleras o elementos metálicos largos.
- Formar e informar a los trabajadores.
- Desarrollar un procedimiento para el descargo de las instalaciones.
- Colocar equipos de puesta a tierra y en cortocircuito adecuados.
- Verificar la ausencia de tensión previa a los trabajos.
- Disponer e instalar equipos de protección colectiva tales como: banquetas y/o alfombras aislantes, protectores rígidos aislantes, protectores flexibles aislantes.
- Disponer y utilizar los equipos de bloqueo y de señalización y delimitación.

Sobreesfuerzos:

Sobreesfuerzos al tirar o empujar objetos:

- Utilizar los medios adecuados siguiendo las instrucciones del fabricante
- Potenciar los hábitos correctos de trabajo.
- Formar en los métodos y procedimientos de trabajo seguro en la manipulación de cargas.
- Sobreesfuerzos por uso de herramientas:



- Utilizar los medios adecuados siguiendo las instrucciones del fabricante
- Potenciar los hábitos correctos de trabajo.
- Formar en los métodos y procedimientos de trabajo seguro en la manipulación de cargas.



Sobreesfuerzos al levantar, manipular o sostener cargas:

- Utilizar los medios adecuados siguiendo las instrucciones del fabricante
- Potenciar los hábitos correctos de trabajo.
- Formar en los métodos y procedimientos de trabajo seguro en la manipulación de cargas.

Sobrecarga térmica

Exposiciones prolongadas al calor:

- Planificar el trabajo para no trabajar en las horas de mayor insolación.
- Utilizar ropa de trabajo correcta.
- Tener la cabeza cubierta.
- Beber agua regularmente.
- Si fuese necesario trabajar a turno.

Estrés térmico:

- Cuando se deba trabajar en estas condiciones se debe controlar la sudoración.
- Beber agua frecuentemente.
- Tener previsto el consumo de pastillas de sal.
- Se deberán utilizar procedimientos de trabajo, controlando si es necesario el tiempo de exposición.

Ruido:

- Utilización de los elementos de protección si se sobrepasan los límites reglamentarios (orejeras, tapones etc.).
- Utilizar maquinaria de bajo nivel sonoro.
- En caso necesario reducir el tiempo de exposición.

Vibraciones:

- Utilizar maquinaria de bajo nivel de vibración.
- Utilizar manguitos anti vibratorios o "silent-blocks" en máquinas.
- Utilizar protecciones personales en brazos y piernas.

Ventilación

Ventilación Ambiental insuficiente:



- Los trabajos en recintos cerrados deben procedimentarse.
- Prever la necesidad de ventilación forzada.
- Siempre que se dude de la calidad del aire, utilizar equipos de respiración autónomos.
- Organizar el trabajo teniendo en cuenta la posibilidad de actuar sobre la alimentación de aire (colocar pantallas).
- Se tendrá un método previsto para cada trabajo.
- Se trabajará con equipos autónomos de respiración.

Ventilación excesiva:

- Los trabajos en recintos cerrados deben procedimentarse.
- Prever la necesidad de ventilación forzada.
- Siempre que se dude de la calidad del aire, utilizar equipos de respiración autónomos.
- Organizar el trabajo teniendo en cuenta la posibilidad de actuar sobre la alimentación de aire (colocar pantallas).
- Se tendrá un método previsto para cada trabajo.
- Se trabajará con equipos autónomos de respiración.

Condiciones de ventilación especial:

- Los trabajos en recintos cerrados deben procedimentarse.
- Prever la necesidad de ventilación forzada.
- Siempre que se dude de la calidad del aire, utilizar equipos de respiración autónomos.
- Organizar el trabajo teniendo en cuenta la posibilidad de actuar sobre la alimentación de aire (colocar pantallas).
- Se tendrá un método previsto para cada trabajo.
- Se trabajará con equipos autónomos de respiración.

Atmósferas bajas en oxígeno:

- Los trabajos en recintos cerrados deben procedimentarse.
- Prever la necesidad de ventilación forzada.
- Siempre que se dude de la calidad del aire, utilizar equipos de respiración autónomos.
- Organizar el trabajo teniendo en cuenta la posibilidad de actuar sobre la alimentación de aire (colocar pantallas).
- Se tendrá un método previsto para cada trabajo.
- Se trabajará con equipos autónomos de respiración.



Iluminación

Iluminación insuficiente:

- Tener prevista la iluminación adicional de socorro en función de la zona
- Modificar el tipo de lámparas.
- Actuar sobre la superficie reflejante.

Deslumbramientos y reflejos:

- Tener prevista la iluminación adicional o de socorro, en función de la zona (24 V, antideflagrante, etc.).
- Modificar el tipo de lámparas.
- Actuar sobre la superficie reflejante

Agentes químicos:

Exposiciones a sustancias asfixiantes:

- Comprobar la cantidad de oxígeno del aire de la zona de trabajo.
- Utilizar los equipos de respiración autónomos.
- Utilizar ropa de protección para riesgos químicos.
- Utilizar guantes protectores para riesgos químicos.
- Comprobar calidad del aire.
- Utilizar equipos de protección de las vías respiratorias y si existen dudas, equipos de respiración autónoma.

Exposición a atmósferas contaminantes:

- Comprobar la cantidad de oxígeno del aire de la zona de trabajo.
- Utilizar los equipos de respiración autónomos.
- Utilizar ropa de protección para riesgos químicos.
- Utilizar guantes protectores para riesgos químicos.
- Comprobar calidad del aire.
- Utilizar equipos de protección de las vías respiratorias y si existen dudas, equipos de respiración autónoma.

Exposición a sustancias tóxicas:

- Comprobar la cantidad de oxígeno del aire de la zona de trabajo.
- Utilizar los equipos de respiración autónomos.
- Utilizar ropa de protección para riesgos químicos.



- Utilizar guantes protectores para riesgos químicos.
- Comprobar calidad del aire.
- Utilizar equipos de protección de las vías respiratorias y si existen dudas, equipos de respiración autónoma.



Carga física:

Movimiento repetitivo:

- Se organizará el trabajo de forma que estos movimientos seden lo menos posible; si no fuera posible se adoptaran pausas o cambios de actividad, dentro de la jornada.
- Se mantendrán limpios y ordenados los lugares de trabajo.
- Se mantendrá la zona de trabajo libre de materiales o equipos no necesarios.

Carga estática y postural:

- Se organizará el trabajo de forma que estos movimientos seden lo menos posible; si no fuera posible se adoptaran pausas o cambios de actividad, dentro de la jornada.
- Se mantendrán limpios y ordenados los lugares de trabajo.
- Se mantendrá la zona de trabajo libre de materiales o equipos no necesarios.

Carga dinámica:

- Se organizará el trabajo de forma que estos movimientos seden lo menos posible; si no fuera posible se adoptaran pausas o cambios de actividad, dentro de la jornada.
- Se mantendrán limpios y ordenados los lugares de trabajo.
- Se mantendrá la zona de trabajo libre de materiales o equipos no necesarios.

Cargas climáticas exteriores:

- Se utilizarán las prendas de trabajo adecuadas en función del clima.

Carga mental:

Distribución del tiempo:

- Se organizará el trabajo previendo la necesidad de pausas o paralizaciones.
- Destinar al personal con la cualificación necesaria para la tarea encomendada.
- En trabajos monótonos o repetitivos, organizar el trabajo de modo a establecer la variación de funciones máxima posible.
- Establecer medidas que permitan comunicarse a trabajadores aislados.
- Organización del trabajo adecuado a las horas y turnos.

Condiciones ambientales

Iluminación del puesto de trabajo:



- Tener provista la iluminación adicional en función de la zona

Ventilación/Calidad del aire

- En caso de mala ventilación, se debe trabajar con ventilación forzada

Humedad/Temperatura:

- Se mantendrá una buena ventilación de la zona de trabajo

Ruido molesto:

- Si es posible, aislar la fuente productora de ruido.

Configuración del puesto

Espacios de trabajo:

- Se tendrá en cuenta las influencias provocadas por trabajos próximos.
- Las zonas de trabajo se mantendrán siempre limpias y ordenadas.
- Retirar los equipos innecesarios.

Distribución de equipos:

- Se tendrá en cuenta las influencias provocadas por trabajos próximos.
- Las zonas de trabajo se mantendrán siempre limpias y ordenadas.
- Retirar los equipos innecesarios.

4.16.-Máquinas y equipos

Relación de maquinaria y medios que presentan una atención especial:

- Camión grúa.
- Camión
- Buldócer.
- Retroexcavadora.
- Pilotadora/Hincadora.
- Motovolquetes y carretillas elevadoras.
- Herramientas manuales en general.
- Equipos y herramientas eléctricas.
- Andamios y escaleras.

4.16.1.-Camión grúa

Rasgos más frecuentes:



- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos.
- Golpes en movimientos de giro.
- Atrapamientos.
- Sobreesfuerzos.

Actuaciones preventivas:

- Serán revisados antes de su uso, las eslingas, bragas, estrobos, etc., para comprobar su perfecto estado.
- Los ganchos de cuelgues estarán dotados de pestillo de seguridad.
- Con anterioridad al izado se conocerá con exactitud, en su defecto de calcular, el peso de la carga que se deba levantar.
- Sé prohíbe expresamente sobrepasar la carga máxima admisible fijada por el fabricante en función de la extensión del brazo.
- El gruista mantendrá siempre la carga a la vista, en el caso de maniobras sin visibilidad serán dirigidas por un señalista.
- Queda prohibido levantar más de una carga a la vez.
- Se prohíbe realizar tirones sesgados y arrastrar cargas con la grúa.
- Los materiales que deban ser elevados por la grúa, no estarán sometidos a otro esfuerzo que sea el de su propio peso.
- El operador no desplazará la carga por encima del personal.
- El operador evitará oscilaciones pendulares de la carga para lo cual la carga será guiada mediante cuerdas atadas a la misma.
- Se prohíbe la permanencia de personas en el radio de acción de la grúa.
- Queda prohibido que el operador abandone la grúa con cargas suspendidas

Protecciones individuales

El personal llevará en todo momento:

- Casco homologado.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Botas antideslizantes.
- Limpiará el barro adherido a los pedales.
- Calzado para que no se resbalen los pies sobre los pedales.



Protecciones colectivas

- No permanecerá nadie en el radio de acción de la máquina.
- La carga será guiada mediante cuerdas, en ningún momento se sujetará la carga con las manos mientras esta izada.



4.16.2.-Camión

Riesgos más frecuentes:

- Caídas de personas al mismo nivel.
- Golpes en movimientos de giro.
- Atrapamientos.
- Atropellos.

Actuaciones preventivas:

- Se prohíbe expresamente sobrepasar la carga máxima admisible fijada por el fabricante.
- Se prohíbe realizar tirones sesgados y arrastrar cargas con el camión.
- Se prohíbe la permanencia de personas en el radio de giro del ángulo muerto del camión.
- Queda prohibido que el operador abandone el camión con llaves

Protecciones personales:

El personal llevará en todo momento

- Casco homologado.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Botas antideslizantes.
- Limpiará el barro adherido a pedales.
- Calzado para que no se resbalen los pies sobre los pedales.

Protecciones colectivas

- No permanecerá nadie en el radio de acción de la máquina ni en la línea de desplazamiento.

4.16.3.-Máquinas de movimiento de tierras

Riesgos más frecuentes.

- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos.
- Golpes en movimientos de giro.
- Atrapamientos.



- Sobreesfuerzos.
- Atropello
- Aplastamientos
- Ruidos
- Vibraciones
- Golpes por la manivela de puesta en marcha.
- Vuelco de vehículo.

Actuaciones Preventivas.

- Se combinarán los trabajos con personal señalista.
- Se señalizarán las zonas de trabajo de máquinas.
- Se señalizará y se establecerá un fuerte tope de fin de recorrido ante el borde de taludes o cortes en los que el dumpers debe verter su contenido (rollo de cables, tubos, etc.).
- Se señalizarán los caminos y direcciones que deban ser recorridos por las máquinas de movimiento de tierras o carretillas elevadoras.
- Es obligatorio no exceder la velocidad de 20 km/h, tanto en el interior como en el exterior de la obra.
- Se prohíbe sobrepasar la carga máxima inscrita en el PMA de la máquina.
- Se prohíbe el "colmo" de las cargas que impida la correcta visión del conductor.
- Queda prohibido el transporte de personas sobre el dumpers o carretillas elevadoras (para esta norma, se establece la excepción debida a aquellos dumpers o carretillas elevadoras dotados de transportín para estos menesteres).
- El remonte de pendientes bajo carga se efectuará siempre en marcha atrás, en evitación de pérdidas de equilibrio y vuelco.
- El operador no desplazará la carga por encima del personal con la carretilla elevadora.

Protecciones individuales.

- Botas de seguridad.
- Casco de polietileno.
- Cinturón de seguridad.
- Mono de trabajo.
- Traje impermeable.

Protecciones colectivas.



- No permanecerá nadie en el radio de acción de la máquina.
- Al descargar el cajón, pala, volquete siempre estarán bloqueadas las ruedas delanteras, mediante tablón, calzos hidráulicos o similar y con la marcha atrás.
- No soportará cargas mayores de lo establecido en su P.M.A.



4.16.4.-Medios Auxiliares. Herramientas de mano y eléctricas

Los medios auxiliares son los siguientes:

- Herramientas manuales en general
- Pistola fija-clavos
- Taladradora portátil

Herramientas manuales en general

Características generales que se deben cumplir

- Tienen que estar construidas con materiales resistentes, serán las más apropiadas por sus características y tamaño a la operación a realizar y no tendrán defectos ni desgaste que dificulten su correcta utilización.
- La unión entre sus elementos será firme, para evitar cualquier rotura o proyección de los mismos.
- Los mangos o empuñaduras serán de dimensión adecuada, no tendrán bordes agudos ni superficies resbaladizas y serán aislantes en caso necesario. Las cabezas metálicas deberán carecer de rebabas.
- Se adaptarán protectores adecuados a aquellas herramientas que lo admitan.

Instrucciones generales para su manejo:

- Seleccionar y realizar un uso de las herramientas manuales adecuado al tipo de tarea, (utilizarlas en aquellas operaciones para las que fueron diseñadas). De ser posible, evitar movimientos repetitivos o continuados.
- Mantener el codo a un costado del cuerpo con el antebrazo semidoblado y la muñeca en posición recta.
- Usar herramientas livianas, bien equilibradas, fáciles de sostener y de ser posible, de accionamiento mecánico.
- Usar herramientas diseñadas de forma tal que den apoyo a la mano de la guía y cuya forma permita el mayor contacto posible con la mano. Usar también herramientas que ofrezcan una distancia de empuñadura menor de 10 cm entre los dedos pulgar e índice.
- Usar herramientas con esquinas y bordes redondeados.
- Cuando se usan guantes, asegurarse de que ayuden a la actividad manual pero que no



impidan los movimientos de la muñeca a que obliguen a hacer una fuerza en posición incómoda.

- Usar herramientas diseñadas de forma tal, que eviten los puntos de pellizco y que reduzca la vibración.
- Durante su uso estarán libres de grasas, aceites y otras sustancias deslizantes.

Riesgos más frecuentes:

- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Pisadas sobre objetos.
- Trastornos musculo esqueléticos.

Actuaciones preventivas:

- Antes de usarlas, inspeccionar cuidadosamente mangos, filos, zonas de ajuste, partes móviles, cortantes y susceptibles de proyección.
- Cualquier defecto o anomalía será comunicado lo antes posible.
- Se utilizarán exclusivamente para la función que fueron diseñados.

Medidas preventivas específicas:

Cinceles y punzones

- Se comprobará el estado de las cabezas, desechando aquellos que presenten rebabas o fisuras.
- Se transportarán guardados en fundas portaherramientas.
- El filo se mantendrá en buen uso, y no se afilarán salvo que la casa suministradora indique tal posibilidad.
- Cuando se hayan de usar sobre objetos pequeños, éstos se sujetarán adecuadamente con otra herramienta.
- Se evitará su uso como palanca.
- Las operaciones de cincelado se harán siempre con el filo en la dirección opuesta al operario.

Martillos:

- Se inspeccionará antes de su uso, rechazando aquellos que tengan el mango defectuoso.
- Se usarán exclusivamente para golpear y sólo con la cabeza. No se intentarán componer los mangos rajados.
- Las cabezas estarán bien fijadas a los mangos, sin holgura alguna. No se aflojarán tuercas con el martillo.



- Cuando se tenga que dar a otro trabajador, se hará cogido por la cabeza. Nunca se lanzará.
- No se usarán martillos cuyas cabezas tengan rebabas.
- Cuando se golpeen piezas que tengan materiales que puedan salir proyectados, el operario empleará gafas contra impacto.
- En ambientes explosivos o inflamables, se utilizarán martillos cuya cabeza sea de bronce, madera o poliéster.

Alicates:

- Para cortar alambres gruesos, se girará la herramienta en un plano perpendicular al alambre, sujetando uno de los extremos del mismo; emplear gafas contra impactos.
- No se usarán para aflojar o soltar tornillos.
- Nunca se usarán para sujetar piezas pequeñas a taladrar. Se evitará su uso como martillo.

Limas:

- Se mantendrán siempre limpias y sin grasa. Tendrán el mango bien sujeto.
- Las piezas pequeñas se fijarán antes de limarlas.
- Nunca se sujetará la lima para trabajar por el extremo libre.
- Se evitarán los golpes para limpiarlas.

Llaves:

- Se mantendrán siempre limpias y sin grasa.
- Se utilizarán únicamente para las operaciones que fueron diseñadas. Nunca se usarán para martillar, remachar o como palanca.
- Para apretar o aflojar con llave inglesa, hacerlo de forma que la quijada que soporte el esfuerzo sea la fija.
- No empujar nunca la llave, sino tirar de ella.
- Evitar emplear cuñas. Se usarán las llaves adecuadas a cada tuerca. Evitar el uso de tubos para prolongar el brazo de la llave.

Pistola fija de clavos

Riesgos más frecuentes:

- Golpes en las manos y los pies.
- Proyección de partículas.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas al mismo nivel.
- Descargas eléctricas.



- Exposiciones al ruido.

Actuaciones 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.
- En ningún caso debe dispararse sobre superficies irregulares, puede perder el control de la pistola y sufrir accidentes.
- En ningún caso debe intentarse realizar disparos inclinados, puede perder el control de la pistola y sufrir accidentes.
- Antes de dar un disparo, cerciórese de que no hay nadie al otro lado del objeto donde dispare.
- Antes de disparar debe comprobarse que el protector está en posición correcta.
- No debe intentarse realizar disparos cerca de las aristas.
- No debe dispararse apoyado sobre objetos inestables.
- El operario que utilice la pistola fija-clavos deberá usar casco de seguridad, guantes de cuero y lona (tipo americano), mono de trabajo, botas de cuero de seguridad, auriculares, gafas antiimpactos y cinturón de seguridad si lo precisarán.

Protecciones personales:

- Casco de seguridad homologado.
- Botas de seguridad.
- Protectores auditivos.
- Cinturón de seguridad.
- Gafas de protección contra impactos.
- Guantes de seguridad.

Taladradora portátil

Riesgos más frecuentes:

- Golpes en las manos y los pies.
- Proyección de partículas.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas al mismo nivel.
- Descargas eléctricas.
- Exposiciones al ruido.

Actuaciones preventivas:



Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://evisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>



- El personal dedicado al uso de la taladradora portátil será conocedor del manejo correcto de la herramienta, para evitar los accidentes por pericia. Debe comprobarse que el aparato no carezca de alguna de las piezas de su carcasa de protección, en caso de deficiencia no debe utilizarse hasta que esté completamente restituido.
- Antes de su utilización debe comprobarse el buen estado del cable y de la clavija de conexión, en caso de observar alguna deficiencia debe devolverse la máquina para que sea reparada.
- Deben evitarse los recalentamientos del motor y las brocas.
- No debe intentarse realizar taladros inclinados, puede fracturar la broca y producir lesiones.
- No intente agrandar el orificio oscilando alrededor de la broca, puede fracturarse la broca y producir serias lesiones.
- No intente realizar un taladro en una sola maniobra. Primero marque el punto a horadar con un puntero, segundo aplique la broca y emboquille.
- La conexión y el suministro eléctrico a los taladros portátiles se realizará mediante manguera antihumedad a partir del cuadro de planta, dotado de las correspondientes protecciones.
- Se prohíbe expresamente depositar en el suelo o dejar abandonado conectado a la red eléctrica el taladro portátil.

Protecciones personales:

- Mono de trabajo.
- Casco de seguridad homologado.
- Botas de seguridad.
- Gafas de protección contra impactos.
- Guantes de seguridad.

4.17.-Actuaciones de emergencia

Las contratas que trabajen en la obra dispondrán en la misma de un botiquín suficientemente equipado para el personal que tengan con material medicinal básico listo siempre para su uso.

El personal de obra deberá estar informado de los diferentes Centros Médicos, ambulatorios y Mutualidades Laborales donde deben trasladarse los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento. Estas direcciones y teléfonos deberán figurar en lugar o lugares visibles en la obra.

4.17.1.-En caso de evacuación

Cuando el responsable del centro de trabajo determine la evacuación del local ante una situación de emergencia, debe hacerse lo antes posible, manteniendo la calma y siguiendo las instrucciones del personal encargado de dirigir la evacuación.

Si no se conoce la zona hay que guiarse por la señalización de evacuación y salidas de



emergencia.

No hay que detenerse inmediatamente después de salir del edificio, especialmente en aquellos centros de trabajo de gran ocupación. Se bloquearía la salida y se dificultaría la evacuación del resto de los ocupantes.

Si en el momento en que se produce la emergencia se encontrase con algún trabajador de la Empresa principal debe realizar la evacuación junto a él ya que posee un mayor conocimiento de la instalación.

En aquellas instalaciones que cuenten con un Estudio de emergencia y evacuación, existen puntos de encuentro donde deben concentrarse todos los ocupantes.

Durante la evacuación de una zona de trabajo se debe acudir al punto de encuentro; debiendo concentrarse los empleados en un punto que permita el recuento y la confirmación de que nadie se ha quedado dentro. En caso de no conocer este punto de encuentro, se deberá elegir el "lugar suficientemente seguro" más cercano a la entrada principal de la instalación.

"Como lugar suficientemente seguro se debe considerar, en general el espacio abierto exterior público o privado, capaz de garantizar el libre desplazamiento de las personas y la recepción de ayudas exteriores. "

Si Vd. descubre un fuego use un extintor si sabe manejarlo. Avise antes a otras personas. Nunca actúe sólo. En caso de que siga el fuego abandone el lugar.

Si no se encuentra solo, comunique la situación de emergencia al responsable del centro de trabajo. En caso de que se ordene la evacuación:

- No pierda tiempo en recoger objetos ni prendas de valor.
- Salga de la instalación por la salida más próxima
- Evite la propagación del humo y de las llamas cerrando puertas y ventanas (sin llave), apartando los combustibles.
- No utilice el ascensor
- Sin correr diríjase a la calle o al punto de encuentro establecido
- Siga en todo momento las instrucciones de la persona que está al mando.
- No abandone nunca el punto de encuentro hasta que los responsables de la emergencia sepan que se encuentra a salvo. Evitará que le busquen peligrosamente en el interior del edificio incendiado

4.17.2.-En caso de accidente

Evite que el accidente se propague y que alcance a otras personas (incluidos usted mismo). Proteja al accidentado, sin perder de vista el entorno que rodea el lugar de accidente.

Ha de retirarse al accidentado ante peligro de derrumbamientos o en calzadas con paso de



vehículos, procure señalizar el lugar del accidente.

En función de la gravedad y distancia:

- Acudir al Servicio Médico de su Empresa
- Al Centro asistencial más cercano
- Al Hospital más próximo
- Posible petición de ayuda a los Servicios de Urgencia Especializados, ambulancias, bomberos, policía, protección civil:
 - La llamada telefónica debe realizarse conforme a unas normas previamente preparadas revisadas periódicamente.
 - Ha de disponerse de una lista actualizada con los teléfonos de los Servicio de emergencia.
- En la llamada indique:
 - La gravedad del accidente, cuántas personas están implicadas y cuando se ha producido.
 - La situación exacta del accidente y la mejor vía de acceso.

Adecuar el terreno para una posible cura de urgencia, si es posible sin mover al accidentado, disponer a mano de un botiquín de urgencias.

Procurar comodidad al accidentado y una postura correcta para que respire de forma cómoda. Atención especial a las llamadas CONSTANTES VITALES, respiración y pulso, auxiliando a los diversos accidentados por orden de gravedad.

Si la situación se ha estacionado arrojar al accidentado, procurarle compañía y afecto y esperar la llegada de los equipos sanitarios

Awise a los responsables de la instalación y/o al Servicio de Vigilancia, si lo hubiere, de todas las anomalías que detecte y que, a su Juicio, puedan originar un incendio, o cualquier otra situación de emergencia.

4.17.3.-Frente al riesgo eléctrico

Mantenga limpio y en orden el puesto de trabajo.

No acumular materiales, papeles, prendas de vestir, u otros objetos, sobre las máquinas en funcionamiento o sobre los radiadores.

No sobrecargar las líneas eléctricas. Atención al empleo de derivaciones y enchufes múltiples. Comprobar la tensión de los nuevos receptores antes de conectarse a la red.

Evitar las conexiones y la situación de aparatos eléctricos junto a las cortinas, u otros elementos combustibles.

No puentear los diferenciales.



Desconectar los aparatos a su cargo al abandonar el puesto de trabajo.

Todas las personas que intervienen en la ejecución de trabajos deben ser informadas de los riesgos existentes por la proximidad a circuitos eléctricos y las formas de eliminarlos o protegerse. Se darán a conocer las distancias de seguridad a respetar y las medidas adecuadas de protección, así como la conducta que debe seguirse en el caso de producirse un accidente.

El contacto con un circuito eléctrico provoca, generalmente, el disparo de los dispositivos de corte de corriente y si así ocurre, la tensión automáticamente será restablecida en un período de tiempo muy breve. Por ello, debe avisarse inmediatamente al personal de mantenimiento cuando ocurra un contacto.

No se deben tocar a las personas en contacto con un circuito eléctrico. Se intentará separar a la víctima mediante elementos no conductores, sin tocarla directamente.

La instalación eléctrica y los equipos deberán ser conformes con las prescripciones particulares para las instalaciones de locales con riesgo de incendio o explosión indicadas en la reglamentación electrotécnica.

TRABAJOS EN EMPLAZAMIENTOS CON RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN

1. Los trabajos en instalaciones eléctricas en emplazamientos con riesgo de incendio o explosión se realizarán siguiendo un procedimiento que reduzca al mínimo estos riesgos; para el/o se limitará y controlará, en lo posible, la presencia de sustancias inflamables en la zona de trabajo y Se evitará la aparición de focos de ignición, en particular, en caso de que exista, o pueda formarse, una atmósfera explosiva. En tal caso queda prohibida la realización de trabajos u operaciones (cambio de lámparas, fusibles, etc.) en tensión, salvo si se efectúan en instalaciones y con equipos concebidos para operar en esas condiciones, que cumplan con la normativa específica aplicable.
2. Antes de realizar el trabajo, se verificará la disponibilidad, adecuación al tipo de fuego previsible y buen estado de los medios y equipos de extinción. Si se produce un incendio, se desconectarán las partes de la instalación que puedan verse afectadas, salvo que sea necesario dejarlas en tensión para actuar contra el incendio, o que la desconexión conlleve peligros potencialmente más graves que los que pueden derivarse del propio incendio.
3. Los trabajos los llevarán a cabo trabajadores autorizados; cuando deban realizarse en una atmósfera explosiva, los realizarán trabajadores cualificados y deberán seguir un procedimiento previamente estudiado.

ELECTRICIDAD ESTÁTICA

1. En todo lugar o proceso donde pueda producirse una acumulación de cargas electrostáticas deberán tomarse las medidas preventivas necesarias para evitar las descargas peligrosas y particularmente, la producción de chispas en emplazamientos con riesgo de incendio o explosión. A tal efecto, deberán ser objeto de una especial atención:



- i. -Los procesos donde se produzca una fricción continuada de materiales aislantes o aislados.
 - ii. -Los procesos donde se produzca una vaporización o pulverización y el almacenamiento, transporte o trasvase de líquidos o materiales en forma de polvo, en particular, cuando se trate de sustancias inflamables.
2. Para evitar la acumulación de cargas electrostáticas deberá tomarse alguna de las siguientes medidas, o combinación de las mismas, según las posibilidades y circunstancias específicas de cada caso:
- i. -Eliminación o reducción de los procesos de fricción.
 - ii. -Evitar, en lo posible, los procesos que produzcan pulverización, aspersión o caída libre.
 - iii. -Utilización de materiales antiestáticos (poleas, moquetas, calzado, etc.) o aumento de su conductividad (por incremento de la humedad relativa, uso de aditivos o cualquier otro medio).
 - iv. -Conexión a tierra, y entre sí cuando sea necesario, de los materiales susceptibles de adquirir carga, en especial, de los conductores o elementos metálicos aislados.
 - v. -Utilización de dispositivos específicos para la eliminación de cargas electrostáticas. En este caso la instalación no deberá exponer a los trabajadores a radiaciones peligrosas.
 - vi. -Cualquier otra medida para un proceso concreto que garantice la no acumulación de cargas electrostáticas.

4.18.-Libro de incidencias

Durante la realización de las obras se hará uso del LIBRO DE INCIDENCIAS, según lo dispuesto en el artículo 13 del R.D. 1627/1998.





5.-Pliego de condiciones de S&S

5.1.-Objeto

El objeto del siguiente Pliego de Condiciones es especificar las características y condiciones técnicas correspondientes a los medios de protección colectiva e individual previstos en el documento MEMORIA del presente Estudio, así como las normas necesarias para su correcto mantenimiento, atendiendo a la Reglamentación Vigente.

5.2.-Disposiciones leales reglamentarias

Será de obligado cumplimiento, por parte de los contratistas, la normativa reseñada a continuación:

- ORDEN de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Partes no derogadas.
- LEY 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención
- R.D 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- R.D. 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- R.D. 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- R.D. 780/1998, de 30 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención.
- REAL DECRETO 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- LEY 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- R.D. 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- R.D. 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- R.D. 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de



enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención

- R.D. 330/2009, de 13 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.



5.3.-Condiciones generales

El presente Pliego de Condiciones técnicas particulares de seguridad y salud, es un documento contractual de esta obra que tiene por objeto:

- Exponer todas las obligaciones en materia de SEGURIDAD Y SALUD en el TRABAJO, de la Empresa como Contratista adjudicatario del proyecto de, con respecto a este ESTUDIO de SEGURIDAD y SALUD.
- Concretar la calidad de la PREVENCIÓN decidida.
- Exponer las NORMAS PREVENTIVAS de obligado cumplimiento en los casos determinados por el PROYECTO constructivo y exponer las NORMAS PREVENTIVAS que son propias de la Empresa
- Fijar unos determinados niveles de calidad de toda la PREVENCIÓN que se prevé utilizar con el fin de garantizar su éxito.
- Definir las formas de efectuar el control de la puesta en obra de la PREVENCIÓN decidida y su administración.
- Establecer un determinado programa formativo en materia de SEGURIDAD Y SALUD que sirva para implantar con éxito la PREVENCIÓN diseñada.

Todo eso con el objetivo global de conseguir la obra sin accidentes ni enfermedades profesionales, al cumplir los objetivos fijados en la memoria de SEGURIDAD Y SALUD, y que han de entenderse como a transcritos a norma fundamental de este documento contractual.

5.4.-Obligaciones en materia de seguridad y salud

- El de 24 de octubre se ocupa de las obligaciones del Promotor, reflejadas en los Artículos 3 y 4; Contratista, en los Artículos 7, 11, 15 y 16; Subcontratistas, en el Artículo 11, 15 y 16 y Trabajadores Autónomos en el Artículo 12.
- El autor del encargo adoptará las medidas necesarias para que el Estudio de Seguridad y Salud quede incluido como documento integrante del Proyecto de Ejecución de Obra. Dicho Estudio de Seguridad y Salud será visado en el Colegio profesional correspondiente.
- Asimismo, se abonará a la Empresa Constructora, previa certificación del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, las partidas incluidas en el documento Presupuesto del Plan de Seguridad y Salud. Si se implantasen elementos de seguridad no incluidos en el Presupuesto, durante la realización de la obra, éstos se abonarán igualmente a la Empresa Constructora, previa autorización del Coordinador en



materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

- El Promotor vendrá obligado a abonar al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra los honorarios devengados en concepto de aprobación del Plan de Seguridad y Salud, así como los de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud.
- El indica que cada contratista debe elaborar un Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- El Plan de Seguridad y Salud que analice, estudie, desarrolle y complemente este Estudio de Seguridad y Salud constará de los mismos apartados, así como la adopción expresa de los sistemas de producción previstos por el constructor, respetando fielmente el Pliego de Condiciones. Las propuestas de medidas alternativas de prevención incluirán la valoración económica de las mismas, que no podrán implicar disminución del importe total ni de los niveles de protección. La aprobación expresa del Plan quedará plasmada en acta firmada por el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra y el representante de la empresa constructora con facultades legales suficientes o por el propietario con idéntica calificación legal.
- La Empresa Constructora cumplirá las estipulaciones preventivas del Plan de Seguridad y Salud, respondiendo solidariamente de los daños que se deriven de la infracción del mismo por su parte o de los posibles subcontratistas o empleados.
- Parar aplicar los principios de la acción preventiva, el empresario designará uno o varios trabajadores para ocuparse de dicha actividad, constituirá un Servicio de Prevención o concertará dicho servicio a una entidad especializada ajena a la Empresa.
- La definición de estos Servicios, así como la dependencia de determinar una de las opciones que hemos indicado para su desarrollo, está regulado en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales 31/95 en sus artículos 30 y 31, así como en la Orden del 27 de junio de 1997 y Real Decreto 39/1997 de 17 de enero.
- El incumplimiento por los empresarios de sus obligaciones en materia de prevención de riesgos laborales dará lugar a las responsabilidades que están reguladas en el artículo 42 de dicha Ley.
- El empresario deberá elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la documentación establecida en el Artículo 23 de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales.
- El empresario deberá consultar a los trabajadores la adopción de las decisiones relacionadas en el Artículo 33 de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales.
- La obligación de los trabajadores en materia de prevención de riesgos está regulada en el Artículo 29 de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Los trabajadores estarán representados por los Delegados de Prevención ateniéndose a los



Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://revisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>



Artículos 35 y 36 de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales.

- Se deberá constituir un Comité de Seguridad y Salud según se dispone en los Artículos 38 y 39 de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales.



5.5.-Seguros

5.5.1.-Seguro de responsabilidad civil y todo riesgo de construcción y montaje

Será preceptivo en la obra, que los técnicos responsables dispongan de cobertura de responsabilidad civil profesional; asimismo el contratista debe disponer de cobertura de responsabilidad civil en el ejercicio de su actividad industrial, cubriendo el riesgo inherente a su actividad como constructor por los daños a terceras personas de los que pueda resultar responsabilidad civil extracontractual a su cargo, por hechos nacidos de culpa o negligencia; imputables al mismo o a personas de las que debe responder; se entiende que esta responsabilidad civil debe quedar ampliada al campo de la responsabilidad civil patronal.

El Contratista viene obligado a la contratación de su cargo en la modalidad de todo riesgo a la construcción durante el plazo de ejecución de la obra con ampliación de un período de mantenimiento de un año, contado a partir de la fecha de terminación definitiva de la obra.

5.6.-Disposiciones facultativas

5.6.1.-Coordinador de S&S

Esta figura de la seguridad y salud fue creada mediante los Artículos 3, 4, 5 y 6 de la Directiva 92/57 C.E.E. -Disposiciones mínimas de seguridad y salud que deben aplicarse a las obras de construcciones temporales o móviles-. El Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre transpone a nuestro Derecho Nacional esta normativa incluyendo en su ámbito de aplicación cualquier obra pública o privada en la que se realicen trabajos de construcción o ingeniería civil.

En el Artículo 3 del Real Decreto 1627/1997 se regula la figura de los Coordinadores en materia de seguridad y salud.

En el artículo 8 del Real Decreto 1627/1997 refleja los principios generales aplicables al proyecto de obra.

5.6.2.-Obligaciones en relación con la seguridad

La Empresa contratista con la ayuda de colaboradores, deberá cumplir y hacer cumplir las obligaciones de Seguridad y Salud, y que son de señalar las siguientes:

- Cumplir y hacer cumplir en la obra, todas las obligaciones exigidas por la legislación vigente.
- Transmitir las consideraciones en materia de seguridad y prevención a todos los trabajadores propios, a las empresas subcontratistas y los trabajadores autónomos de la obra, y hacerla cumplir con las condiciones expresadas en los documentos de la Memoria y Pliego.
- Entregar a todos los trabajadores de la obra independientemente de su afiliación empresarial, subcontratada o autónoma, los equipos de protección individual especificados en la Memoria, para que puedan utilizarse de forma inmediata y eficaz.



- Montar a su debido tiempo todas las protecciones colectivas establecidas, mantenerlas en buen estado, cambiarlas de posición y retirarlas solo cuando no sea necesaria.
- Montar a tiempo las instalaciones provisionales para los trabajadores, mantenerles en buen estado de confort y limpieza, hacer las reposiciones de material fungible y la retirada definitiva. Estas instalaciones podrán ser utilizadas por todos los trabajadores de la obra, independientemente de si son trabajadores propios, subcontratistas o autónomos.
- Establecer un riguroso control y seguimiento en obra de aquellos trabajadores menores de 18 años.
- Observar una vigilancia especial con aquellas mujeres embarazadas que trabajen en obra.
- Cumplir lo expresado en el apartado actuaciones en caso de accidente laboral.
- Informar inmediatamente a la Dirección de Obra de los accidentes, tal como se indica en el apartado comunicaciones en caso de accidente laboral.
- Disponer en la obra de un acopio suficiente de todos los artículos de prevención nombrados en la Memoria y en las condiciones expresadas en la misma.
- Establecer los itinerarios de tránsito de mercancías y señalizarlos debidamente.
- Colaborar con la Dirección de Obra para encontrar la solución técnico-preventiva de los posibles imprevistos del Proyecto o bien sea motivados por los cambios de ejecución o bien debidos a causas climatológicas adversas, y decididos sobre la marcha durante las obras.

5.6.3.-Estudio y Estudio Básico

Los Artículos 5 y 6 del Real Decreto 1627/1997 regulan el contenido mínimo de los documentos que forman parte de dichos estudios, así como por quién deben de ser elaborados.

5.6.4.-Información y formación

La Empresa contratista queda obligada a transmitir las informaciones necesarias a todo el personal que intervenga en la obra, con el objetivo de que todos los trabajadores de la misma tengan un conocimiento de los riesgos propios de su actividad laboral, así como de las conductas a adoptar en determinadas maniobras, y del uso correcto de las protecciones colectivas y de los equipos de protección individual necesarios.

Independientemente de la información de tipo convencional que reciban los trabajadores, la Empresa les transmitirá la información específica necesaria, mediante cursos de formación que tendrán los siguientes objetivos:

- Conocer los contenidos preventivos del Plan de Seguridad y Salud.
- Comprender y aceptar su aplicación.
- Crear entre los trabajadores, un auténtico ambiente de prevención de riesgos laborales.



5.6.5.-Accidente laboral

Actuaciones

En caso de accidente laboral:

- El accidente laboral debe ser identificado como un fracaso de la prevención de riesgos. Estos fracasos pueden ser debidos a multitud de causas, entre las que destacan las de difícil o nulo control, por estar influidas de manera importante por el factor humano.
- El accidentado es lo más importante y por tanto se le atenderá inmediatamente para evitar la progresión o empeoramiento de las lesiones.
- En las caídas a diferente nivel se inmovilizará al accidentado.
- En los accidentes eléctricos, se extremará la atención primaria en la obra, aplicando las técnicas especiales de reanimación hasta la llegada de la ambulancia.
- Se evitará, siempre que la gravedad del accidentado lo permita según el buen criterio de las personas que le atienden, el traslado con transportes particulares por la incomodidad y riesgo que implica.

Comunicaciones

Accidente leve:

- Al Coordinador de Seguridad y Salud.
- A la Dirección de Obra, para investigar las causas y adoptar las medidas correctoras adecuadas.
- A la Autoridad Laboral según la legislación vigente.

Accidente grave

- Al Coordinador de seguridad y salud.
- A la Dirección de Obra, para investigar las causas y adoptar las medidas correctoras adecuadas.
- A la Autoridad Laboral según la legislación vigente.

Accidente mortal

- Al Juzgado de Guardia.
- Al Coordinador de Seguridad y Salud.
- A la Dirección de Obra, para investigar las causas y adoptar las medidas correctoras adecuadas.
- A la Autoridad Laboral según la legislación vigente.

Actuaciones administrativas



Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://revisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>



El Jefe de Obra, en caso de accidente laboral, realizará las siguientes actuaciones administrativas:

- Accidente sin baja laboral.
 - Se redactará la hoja oficial de accidentes de trabajo sin baja médica, que se presentará a la entidad gestora o colaboradora dentro del Plazo de los 5 primeros días del mes siguiente.
- Accidente con baja laboral.
 - Se redactará un parte oficial de accidente de trabajo, que se presentará a la entidad gestora o colaboradora dentro del Plazo de 5 días hábiles, contados a partir de la fecha del accidente.
- Accidente grave, muy grave o mortal.
 - Se comunicará a la Autoridad Laboral, por teléfono o fax, dentro del Plazo de 24 horas contadas a partir de la fecha del accidente.

5.6.6.-Aprobación de certificaciones

- El coordinador en materia de seguridad y salud o la Dirección Facultativa en su caso, serán los encargados de revisar y aprobar las certificaciones correspondientes al Plan de Seguridad y Salud y serán presentadas a la Propiedad para su abono.
- Una vez al mes la Constructora extenderá la valoración de las partidas que, en materia de Seguridad y Salud se hubiesen realizado en la obra. La valoración se hará conforme al Plan de Seguridad y Salud y de acuerdo con los precios contratados por la Propiedad. Esta valoración será visada y aprobada por la Dirección Facultativa y sin este requisito no podrá ser abonada por la propiedad.
- El abono de las certificaciones expuestas en el párrafo anterior se hará conforme se estipule en el contrato de obra.
- Se tendrá en cuenta a la hora de redactar el presupuesto del apartado de seguridad, sólo las partidas que intervienen como medidas de seguridad y salud, haciendo omisión de medios auxiliares, sin los cuales la obra no se podría realizar.
- En caso de plantearse una revisión de precios, el Contratista comunicará esta proposición a la Propiedad por escrito, habiendo obtenido la aprobación previa del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

5.6.7.-Precios contradictorios

En el supuesto de aparición de riesgos no evaluados previamente en el Estudio o Plan de Seguridad y Salud que precisarán medidas de prevención con precios contradictorios, para su puesta en la obra, deberán previamente ser autorizados por parte del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o por la Dirección Facultativa en su caso.



5.6.8.-Libro de incidencias

El Artículo 13 del Real Decreto 1627/97 regula las funciones de este documento.

Dicho libro será habilitado y facilitado al efecto por el Colegio Profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud o en su caso del Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Las hojas deberán ser presentadas en la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra por el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, por la Dirección Facultativa en el plazo de veinticuatro horas desde la fecha de la anotación. Las anotaciones podrán ser efectuadas por la Dirección Facultativa de la obra, el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las Administraciones Públicas competentes.

Las anotaciones estarán, únicamente relacionadas con el control y seguimiento y especialmente con la inobservancia de las medidas, instrucciones y recomendaciones preventivas recogidas en los Planes de Seguridad y Salud respectivos.

5.6.9.-Libro de órdenes

Las órdenes de Seguridad y Salud se recibirán de la Dirección de Obra, a través de la utilización del Libro de Órdenes y Asistencias de la obra. Las anotaciones aquí expuestas, tienen categoría de órdenes o comentarios necesarios para la ejecución de la obra.

5.9.10.-Paralización de trabajos

Sin perjuicio de lo previsto en los apartados 2 y 3 del artículo 21 y en el artículo 44 de la ley de prevención de riesgos laborales, cuando el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o cualquier otra persona integrada en la dirección facultativa observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista de ello, dejando constancia de tal incumplimiento en el libro de incidencias, cuando éste exista de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 13, apartado 1º del real decreto 1627/1997, y quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de los tajos o, en su caso, de la totalidad de la obra.

En el supuesto previsto anteriormente, la persona que hubiera ordenado la paralización deberá dar cuenta a los efectos oportunos a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social correspondiente, a los contratistas y, en su caso, a los subcontratistas afectados por la paralización, así como a los representantes de los trabajadores de éstos.



5.7.-Disposiciones técnicas

5.7.1.-Servicios de Higiene y Bienestar

La Empresa pondrá conforme se especifica en la Memoria, una caseta a pie de obra que dispondrá de lo siguiente:

- No se prevé la colocación los servicios de comedor, vestuarios y duchas, debido a que el edificio objeto de estudio está dotado de éstos. A su vez se exime de la obligación de dichas dotaciones, pudiendo en todo momento ser atendido los operarios de las obras por los servicios de hostelería propios de la citada ciudad.
- La empresa se compromete a que estas instalaciones estarán en funcionamiento antes de empezar la obra.
- Para la limpieza y conservación de las instalaciones se dispondrá de un trabajador con la dedicación necesaria.
- No se prevé la colocación en la obra de contenedores para recogida de las basuras y desperdicios que periódicamente se llevarán a un basurero controlado.
- La conexión de estas Casetas de Obra al servicio eléctrico se realizará al iniciar la obra, pero antes que se realice la oportuna conexión del servicio eléctrico de la misma, se conseguirá mediante la puesta en funcionamiento de un grupo electrógeno generador trifásico, accionado por un motor de gasoil.
- La conexión del servicio de agua potable se realizará a la cañería del suministro provisional de Obras.

5.7.2.-Equipos de protección individual

- El R.D. 773/1997, de 30 de mayo, establece en el marco de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos laborales, en sus Artículos 5, 6 y 7, las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la elección, utilización por los trabajadores en el trabajo y mantenimiento de los equipos de protección individual (EPI's).
- Los EPI's deberán utilizarse cuando existen riesgos para la seguridad o salud de los trabajadores que no hayan podido evitarse o limitarse suficientemente por medios técnicos de protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo.
- El Anexo III del R.D. 773/1997 relaciona una -Lista indicativa y no exhaustiva de actividades y sectores de actividades que pueden requerir la utilización de equipos de protección individual-.

El Anexo I del R.D. 773/1997 detalla una Lista indicativa y no exhaustiva de equipos de protección individual-.



En el Anexo IV del R.D. 773/1997 se relaciona las -Indicaciones no exhaustivas para la evaluación de equipos de protección individual-.

El R.D. 1407/1992, de 20 de noviembre, establece las condiciones mínimas que deben cumplir los equipos de protección individual (EPI's), el procedimiento mediante el cual el Organismo de Control comprueba y certifica que el modelo tipo de EPI cumple las exigencias esenciales de seguridad requeridas en este Real Decreto, y el control por el fabricante de los EPI's fabricados, todo ello en los Capítulos II, V y VI de este Real Decreto.

El R.D. 159/1995, de 3 de febrero, del Ministerio de Presidencia. Seguridad e Higiene en el Trabajo - Comunidad Europea, modifica algunos artículos del R.D. 1407/1992.

Respecto a los medios de protección individual que se utilizarán para la prevención de los riesgos detectados, se deberán de cumplir las siguientes condiciones:

A.) Las protecciones individuales deberán estar homologadas.

Tendrán la marca CE.

Si no existe en el mercado un determinado equipo de protección individual que tenga la marca CE, se admitirán los siguientes supuestos:

- Que tenga la homologación MT.
- Que tenga una homologación equivalente, de cualquiera de los Estados Miembros de la Unión Europea.
- Si no existe la homologación descrita en el punto anterior, será admitida una homologación equivalente existente en los Estados Unidos de Norte América.

De no cumplirse en cadena, ninguno de los tres supuestos anteriores, se entenderá que el equipo de protección individual está expresamente prohibido para su uso en esta obra.

B.) Los equipos de protección individual que cumplan las indicaciones del apartado anterior, tienen autorizado su uso durante el periodo de vigencia.

De entre los equipos autorizados, se utilizarán los más cómodos y operativos, con la finalidad de evitar las negativas a su uso por parte de los trabajadores.

Se investigarán los abandonos de los equipos de protección, con la finalidad de razonar con el usuario y hacer que se den cuenta de la importancia que realmente tienen para ellos.

Cualquier equipo de protección individual en uso que esté deteriorado o roto, será sustituido inmediatamente, quedando constancia en la oficina de obra del motivo del cambio, así como el Nombre de la Empresa y de la persona que recibe el nuevo equipo, con el fin de dar la máxima seriedad posible a la utilización de estas protecciones.

Una vez los equipos hayan llegado a su fecha de caducidad se dejarán en un acopio ordenado, que será revisado por la Dirección de obra para que autorice su eliminación de la obra.



5.7.3.-Equipos de protección colectiva

El, de 24 de octubre, en su Anexo IV regula las disposiciones mínimas de seguridad y salud que deberán aplicarse en las obras, dentro de tres apartados.

- Disposiciones mínimas generales relativas a los lugares de trabajo en las obras.
- Disposiciones mínimas específicas a los puestos de trabajo en las obras en el interior de los locales.
- Disposiciones mínimas específicas relativas a los puestos de trabajo en las obras en el exterior de los locales.

Redes perimetrales

Si hiciera falta la protección del riesgo de caída al vacío por el borde perimetral sobre el montaje de estructuras, se hará mediante la utilización de redes sobre pescantes tipo horca.

Las mallas que conformen las redes serán de poliamida trenzada en rombo de 0,5 mm y malla de 7 cm. Llevarán cuerda perimetral de cerco anudada a la malla y para realizar los empalmes, así como para el arriostamiento de los tramos de malla a las pértigas, y será mayor de 8 mm.

Los tramos de malla se coserán entre ellos con el mismo tipo de cuerda de poliamida y nunca con alambres o cable, de forma que no dejen huecos.

El extremo inferior de la red se anclará a horquillas de acero embebidas en el forjado cada 50 cm., mediante cuerda de poliamida de las mismas características.

La Norma UNE-EN 1263-1 establece las características y requisitos generales que han de satisfacer las redes de seguridad utilizadas en determinados lugares de trabajo para proteger a las personas expuestas a los riesgos derivadas de caída de altura.

Se protegerá el desencofrado mediante redes de la misma calidad, ancladas al perímetro de los forjados.

- La Ordenanza de Trabajo de Construcción, Vidrio y Cerámica, de 28 de Agosto de 1970, regula las características y condiciones de los andamios en los Artículos 196 a 245.
- Directiva 89/392/CEE modificada por la 91/368/CEE para la elevación de cargas y por la 93/44/CEE para la elevación de personas sobre los andamios suspendidos.
- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- Las protecciones colectivas requieren de una vigilancia en su mantenimiento que garantice la idoneidad de su funcionamiento para el fin que fueron instaladas. Esta tarea debe de ser realizada por el Delegado de Prevención, apartado -d-, artículo 36 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, quien revisará la situación de estos elementos con la periodicidad que



se determine en cada caso y que como pauta general se indica a continuación.

- Elementos de redes y protecciones exteriores, en general, barandillas, antepechos, etc. (semanalmente).
- Elementos de andamiaje, apoyos, anclajes, arriostramientos, plataformas, etc. (semanalmente).
- Estado del cable de las grúas torre independientemente de la revisión diaria del gruísta (semanalmente).
- Instalación provisional de electricidad, situación de cuadros auxiliares de plantas, cuadros secundarios, clavijas, etc. (semanalmente).
- Extintores, almacén de medios de protección personal, botiquín, etc. (mensualmente).
- Limpieza de dotaciones de las casetas de servicios higiénicos, vestuarios, etc. (semanalmente).



5.7.4.-Señalización de riesgos en el trabajo

Esta señalización cumplirá con el contenido del Real Decreto 485 de 14 de abril de 1.997 que desarrolle los preceptos específicos sobre señalización de riesgos en el trabajo según la Ley 31 de 8 de Noviembre de 1.995 de prevención de riesgos laborales.

SEÑALIZACIÓN VIAL

Esta señalización cumplirá con el nuevo -Código de Circulación- y la Instrucción de Carreteras 8.3-IC.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Se utilizarán señales nuevas y normalizadas según la Instrucción de Carreteras 8.3-IC.

Montaje de las señales

- Se ha de tener en cuenta tanto el riesgo de ser atropellado por los vehículos que circulen por la zona de las obras como el riesgo de caer desde una determinada altura mientras se instala una señal.
- Se tendrá siempre presente, que normalmente la señalización vial se monta y desmonta con la zona de las obras abierta al tráfico rodado, y que los conductores que no saben que se encontraran con esta actividad circulen confiadamente, por tanto, es una operación crítica con un alto riesgo tanto para a los operarios que trabajen como para a los usuarios de la vía que se pueden ver sorprendidos inesperadamente.

Protecciones durante la colocación de la señalización

- Los operarios que realicen este trabajo tendrán que ir equipados con el siguiente material:



- Ropa de trabajo con franjas reflectantes.
- Guantes.
- Botas de seguridad.
- Casco de seguridad.



5.7.5.-Útiles y herramientas portátiles

- La Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo de 9 de marzo de 1971 regula las características y condiciones de estos elementos en sus artículos 94 a 99.
- El Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Los Reales Decretos 1435/1992 y 56/1995 sobre seguridad en máquinas.

Maquinaria

- La Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo, de 9 de marzo de 1971, regula las características y condiciones de estos elementos en sus artículos 100 a 124.
- Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención de los mismos, de 8 de noviembre (Grúas torre).
- Instrucción Técnica Complementaria ITC-MIE-AEM-3 del Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención referente a carretillas automotoras aprobada por Orden de 26 de mayo de 1989.
- Reales Decretos 1435/1992 y 56/1995 sobre seguridad en máquinas.
- Reglamento de Seguridad en las Máquinas, Real Decreto 1595/1986, de 26 de mayo, modificado por el de 24 de mayo.
- Aplicación de la Directiva del Consejo 89-392-CEE, Real Decreto 1435/1992, de 27 de noviembre, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias que lo desarrollan.

Instalaciones Provisionales

- Se atenderán a lo dispuesto en el, de 24 de octubre, en su Anexo IV.
- El Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- La Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Orden de 9 de marzo de 1971, regula sus características y condiciones en los siguientes artículos:



Instalación eléctrica.

- La instalación eléctrica provisional de obra se realizará siguiendo las pautas señaladas en los apartados correspondientes de la Memoria Descriptiva y de los planos, debiendo ser realizada por empresa autorizada y siendo de aplicación lo señalado en el vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión -Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto- y sus instrucciones técnicas complementarias que lo desarrollan.
- El calibre o sección del cableado serán de acuerdo a la carga eléctrica que ha de soportar en función de la maquinaria e iluminación prevista.
- Los cables a emplear en acometidas e instalaciones exteriores serán de tensión asignada mínima 450/750 V, con cubierta de poli cloropreno o similar, según UNE 21.027 ó UNE 21.150 y aptos para servicios móviles.
- Para instalaciones interiores los cables serán de tensión asignada mínima 300/500 V, según UNE 21.027 ó UNE 21.031, y aptos para servicios móviles.
- En caso de efectuarse tendido de cables y mangueras, éste se realizará a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.
- El tendido de los cables para cruzar viales de obra se efectuará enterrado. Su instalación será conforme a lo indicado en ITC-BT-20 e ITC-BT-21. Se señalará el -paso del cable- mediante una cubrición permanente de tablonos que tendrán por objeto el proteger mediante reparto de cargas, y señalar la existencia del -paso eléctrico- a los vehículos. La profundidad de la zanja mínima será entre 40 y 50 cm.; el cable irá además protegido en el interior de un tubo rígido, bien de fibrocemento, bien de plástico rígido curvable en caliente.
- Todos los cables que presenten defectos superficiales u otros no particularmente visibles, serán rechazados.
- Los conductores de la instalación se identifican por los colores de su aislamiento, a saber:
 - Azul claro: Para el conductor neutro.
 - Amarillo/verde: Para el conductor de tierra y protección.
 - Marrón/negro/gris: Para los conductores activos o de fase.
- En los cuadros, tanto principales como secundarios, se dispondrán todos aquellos aparatos de mando, protección y maniobra para la protección contra sobre intensidades (sobrecarga y cortocircuitos) y contra contactos directos e indirectos, tanto en los circuitos de alumbrado como de fuerza.
- Dichos dispositivos se instalaron en los orígenes de los circuitos, así como en los puntos en los que la intensidad admisible disminuya, por cambiar la sección, condiciones de instalación, sistemas de ejecución o tipo de conductores utilizados.



- Para la prevención de posibles contactos eléctricos indirectos, el sistema de protección elegido es el de puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales).
- Las medidas generales para la protección contra los choques eléctricos serán las indicadas en la ITC-BT-24, teniendo en cuenta:
 - a) Medidas de protección contra contactos directos:
Se realizarán mediante protección por aislamiento de las partes activas o por medio de barreras o envolventes.
 - b) Medidas de protección contra contactos indirectos:
Cuando la protección de las personas contra los contactos indirectos está asegurada por corte automático de la alimentación, según esquema de alimentación TT, la tensión límite convencional no debe ser superior a 24 V de valor eficaz en corriente alterna ó 60 V en corriente continua.

Cada base o grupo de bases de toma de corriente deben estar protegidas por dispositivos diferenciales de corriente diferencial residual asignada igual como máximo a 30 mA; o bien alimentadas a muy baja tensión de seguridad MBTS; o bien protegidas por separación eléctrica de los circuitos mediante un transformador individual.
- Artículos 71 a 82: Prevención y Extinción de incendios.
- Artículo 43: Instalaciones Sanitarias de Urgencia.

Instalaciones provisionales para los trabajadores

- La Empresa contratista pondrá una caseta a pie de obra que dispondrá de lo siguiente:
- Vestuario que dispondrá de percheros, sillas y calefacción.
- Servicios higiénicos que dispondrán de lavamanos, ducha con agua caliente y fría, inodoro, espejos y calefacción.
- Comedor que dispondrá de mesa, sillas, calentador de comidas y recipientes para basuras.
- Estas instalaciones estarán en funcionamiento antes de empezar la obra.
- Para la limpieza y conservación de las instalaciones se dispondrá de un trabajador con la dedicación necesaria.
- La conexión del servicio eléctrico se realizará al iniciar la obra, pero antes que se realice la oportuna conexión del servicio eléctrico de la misma, se conseguirá mediante la puesta en funcionamiento de un grupo electrógeno generador trifásico, accionado por un motor de gasoil.



5.8.-Disposiciones económicas administrativas

5.8.1.-Condiciones para obras

Una vez al mes, la Constructora extenderá la valoración de las partidas que en materia de seguridad se hubiesen realizado en la obra; la valoración se hará conforme el Plan y de acuerdo con los precios contratados por la propiedad.

El abono de las certificaciones expuestas en el párrafo anterior se hará conforme se estipule en el contrato de la obra.

Se tendrá en cuenta a la hora de redactar el presupuesto del Estudio o Plan, solo las partidas que intervienen como medidas de Seguridad y Salud, haciendo omisión de medios auxiliares sin los cuales la obra no se podría realizar.

En caso de ejecutar en la obra unidades no previstas en el presupuesto del Plan, se definirán total y correctamente las mismas, y se les adjudicará el precio correspondiente, procediéndose para su abono tal como se indica en los apartados anteriores.

En caso de plantearse una revisión de precios el Contratista comunicará esta proposición a la propiedad por escrito, procediéndose seguidamente a lo estipulado en el apartado 2.6 de las Condiciones de Índole Facultativo.



Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://revisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>



6.-Presupuesto Seguridad y Salud

6.1-Parque de baterías



MEDICIÓN Y PRESUPUESTO PRIMEROS AUXILIOS				
CAPÍTULO E01	BOTIQUÍN DE OBRA	Cantidad (Ud.)	Parcial (€)	Total (€)
	Botiquín de obra, con todos los componentes para primeros auxilios, en la caja metálica con cierre e inscripción exterior, instalado en caseta de obra	2	22,16 €	44,32 €
	TOTAL CAPÍTULO E01 PRIMEROS AUXILIOS			44,32 €

EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL				
CAPÍTULO E02	CASCO DE SEGURIDAD	Cantidad (Ud.)	Parcial (€)	Total (€)
	Casco de seguridad homologado	15	1,57 €	23,55 €
	BOTAS DE CUERO DE SEGURIDAD			
	Par de botas de cuero de seguridad	15	21,74 €	326,10 €
	PAR GUANTES AISLAMIENTO ELÉCTRICO			
	Par de guantes con aislamiento eléctrico homologado	10	4,04 €	40,40 €
	PROTECTOR AUDITIVO ANTIRRUIDO			
	Protector auditivo antirruido	3	12,11 €	36,33 €
	GAFAS ANTIPOLVO Y ANTIIMPACTO			
	gafas antipolvo y anti-impactos homologadas	3	8,49 €	25,47 €
	CHALECO REFLECTANTE			
	Chaleco reflectante con bandas de señalización homologado	15	9,28 €	139,20 €
	CINTURÓN DE SEGURIDAD CIERRE DOBLE			
	Ud. Cinturón de seguridad doble cierre, homologado, s/N.T.R. MT-13, 21 Y 22	10	28,15 €	281,50 €
	TOTAL CAPÍTULO E02 EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL			872,55 €



EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA				
CAPÍTULO E03	RECONOCIMIENTO MÉDICO PERSONAL	Cantidad (Ud.)	Parcial (€)	Total (€)
	Reconocimiento médico obligatorio para todo el personal de la obra, por facultativo autorizado.	15	57,00 €	855,00 €
	FORMACIÓN SEGURIDAD E HIGIENE TRABAJO	15	50,00 €	750,00 €
	Formación sobre seguridad e higiene en el trabajo			
	TOTAL CAPÍTULO E03 EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA			1.605,00 €



Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://revisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>

SEÑALIZACIÓN				
CAPÍTULO E04	PLACAS INDENTIF. DE PELIGROS SEÑALIZACIÓN	Cantidad (Ud.)	Parcial (€)	Total (€)
	BOTIQUIN	3	12,50 €	37,50 €
	USOS OBLIGATORIOS	3	11,35 €	34,05 €
	SEÑALES DE EVACUACIÓN	3	15,00 €	45,00 €
	OTROS USOS	3	13,76 €	41,28 €
	TOTAL CAPÍTULO E04 INSTALACIÓN PROVISIONAL DE SERVICIOS EN OBRA			157,83 €

CAPÍTULO E05	MES DE ALQUILER DE CASETA DE SERVICIOS PARA OBRA E INSTALACIÓN INICIAL	Cantidad (Ud.)	Parcial (€)	Total (€)
	Alquiler de caseta prefabricada para aseos en obra, de dimensiones 3,45 x 2,05 x 3,30 m. (7,00 m2), compuesta por: estructura metálica, cerramiento de chapa con terminación de pintura prelacada, cubierta de chapa, aislamiento interior, instalaciones de fontanería, saneamiento y electricidad, tubos fluorescentes y punto de luz exterior, termo eléctrico, ventanas de aluminio con luna y rejillas, puerta de entrada de chapa, suelo contrachapado hidrófugo con capa antideslizante, revestimiento de tablero en paredes, placa turca, dos platos de ducha y lavabo de tres grifos, puerta de madera en placa turca, cortina en ducha. Según R.D. 486/97.	2	4.000 €	8.000,00 €
	TOTAL CAPÍTULO E04 INSTALACIÓN PROVISIONAL DE SERVICIOS EN OBRA			8.000,00 €

RESUMEN DE PRESUPUESTO				
	TOTAL PRESUPUESTADO			10.679,70 €
	IVA (21%)			2.242,74 €
	TOTAL			12.922,44 €

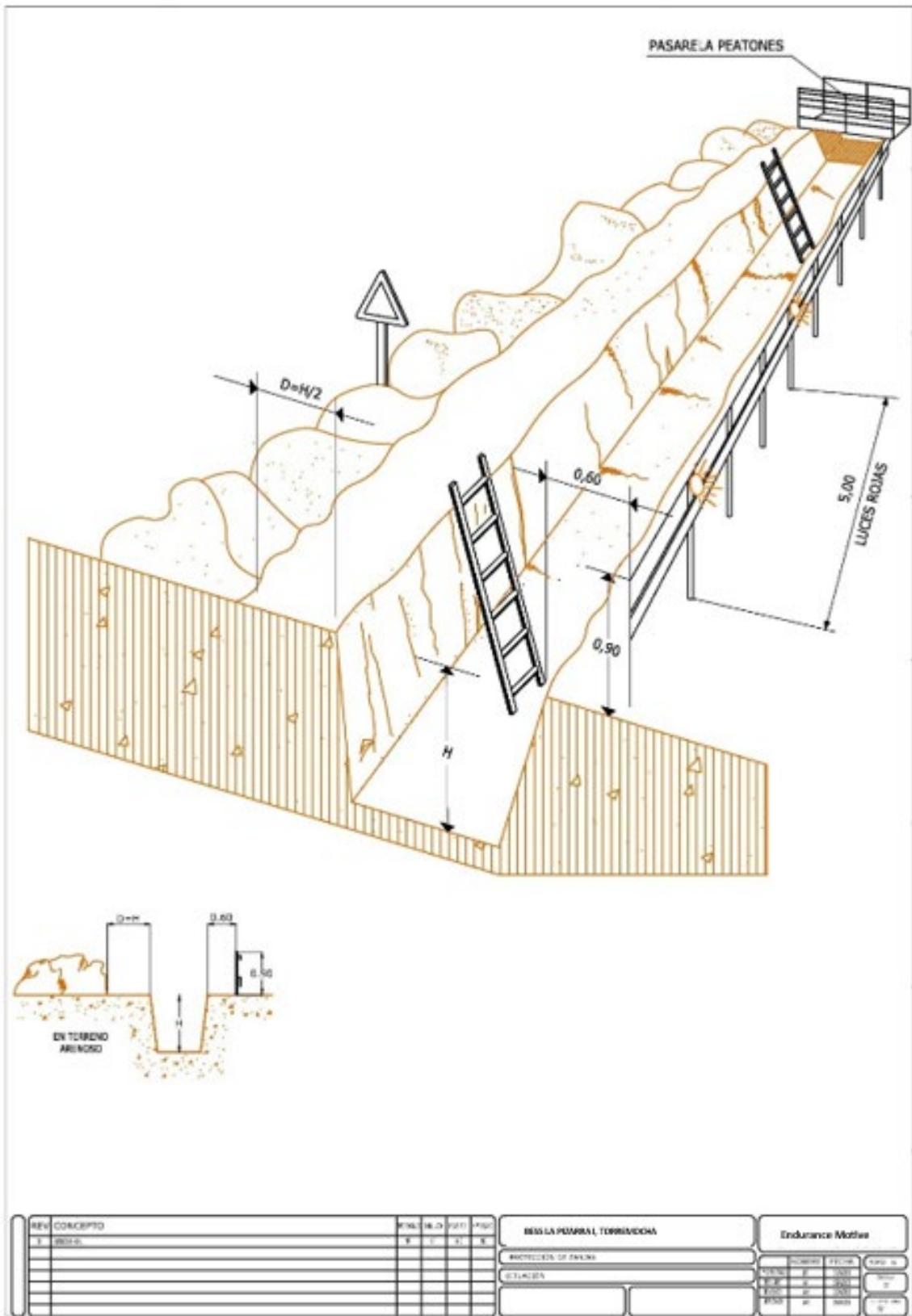


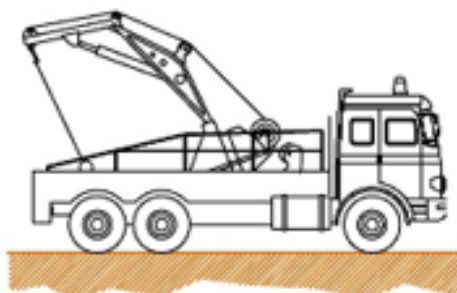


Documento visado con número: CC01120/25 y CSV nº V-W2HTDN0NEJ174PH1 verificable en <http://revisado.cogitacaceres.org/validar/ValidacionCSV.aspx>



7.-PLANOS DE SEGURIDAD Y SALUD





NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD Y PREVISIONES COLECTIVAS:

- Las máquinas en la grúa serán dirigidas por un especialista.
- Los conductores de la grúa tendrán certificaciones de seguridad.
- Se prohibirá sobrecargar la carga máxima admisible.
- El grúa tendrá en todo momento la carga sujeción a la vista. Si no es así, podrá ser manipulada por un especialista.
- Las rampas de circulación no superarán en ningún caso una inclinación superior al 20%.
- Se prohibirá conducir el camión a menos de 2 metros del borde superior de los taludes.
- Se prohibirá conducir cargas con el camión.
- Se prohibirá la permanencia de personas a distancias inferiores a (mínimo 5 metros del camión).
- Se prohibirá la permanencia de personas bajo los cables en suspensión.
- El conductor tendrá el certificado de capacidad correspondiente.
- Se advertirá los peligros durante las maniobras de suspensión de objetos estructurales para su manipulación en obra, ya que durante algunas maniobras en el lugar, y un pequeño movimiento brusco puede provocar graves accidentes.
- No se trabajará en ningún caso con vientos superiores a los 30 km/h.



NO

SI

NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD Y PREVISIONES COLECTIVAS:

- Los caminos de circulación interna de la obra, se cuidarán para evitar blandones y embalsamientos excesivos que mermen la seguridad de la circulación de la maquinaria.
- No se admitirá en esta obra máquinas que no vengán con la protección de cabina antivuelco o pórtico de seguridad.
- Se prohibirá que los conductores abandonen la máquina con el motor en marcha.
- Se prohibirá que los conductores abandonen la pala con la cuchara levantada 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 arranques o descargas en carga de la máquina se efectuarán siempre utilizando "PULSOS CORTOS".
- La circulación sobre terrenos desiguales se efectuará a velocidad lenta.
- Se prohibirá transportar personas en el interior de la cabina.
- Se prohibirá dar personas para acceder a trabajos puntuales utilizando la cuchara.
- Las máquinas a utilizar en esta obra, estarán dotadas de un extintor, timbrado y con las revisiones en día.
- Las máquinas a utilizar en esta obra, estarán dotadas de luces y bocina de retención.
- Se prohibirá 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.
- Se avisará a una distancia igual a la del alcance máximo del brazo excavador, el entorno de la máquina, las prohibiciones en la zona la realización de trabajos o la permanencia de personas.
- Se prohibirá en esta obra utilizar la retroexcavadora como una grúa, para la elevación de piezas, tuberías, etc., en el interior de las zanjas.
- Se prohibirá realizar trabajos en el interior de las trincheras o zanjas, en la zona de altura superior a la de la máquina.
- A las maquinistas de estas máquinas se les comunicará por escrito la siguiente normativa preventiva, antes del inicio de los trabajos.



REV.	CONCEPTO	1º	2º	3º	4º	5º
1	REVISIÓN					

BESS LA PUNTA L. TORREVEDRA		Endurance Motive	
MOTIVOS Y REACCIONES DE LA PROPIEDAD		MOTIVOS Y REACCIONES DE LA PROPIEDAD	
REACCIONES		REACCIONES	

VISADO
COGITI



CÁCERES
CC01120/25

[illegible]

BESS LA PAMPA I TORREMACCHIA

perla, spazzola, setolo, anello

di funzione

Endurance Motives			
	10-1999	2000-8	9000-10
100000	0	0000	0000
0000	0	0000	0000
0000	0	0000	0000
0000	0	0000	0000



Bajar la carga
lentamente



Subir la carga lentamente



Parar



Subir la pluma y mantener la



Subir la carga



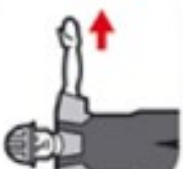
Bajar la carga



Bajar la pluma lentamente



Subir la pluma lentamente



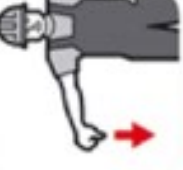
Desplazar la
carga en la
dirección



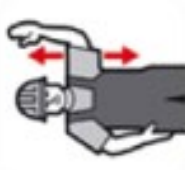
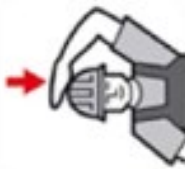
Detener todo



Subir la pluma



Bajar la pluma

Indicando
latigazo del

Indicando carga principal



Cambiar la dirección



Desplazarse en la dirección



Subir la pluma y
bajar la carga



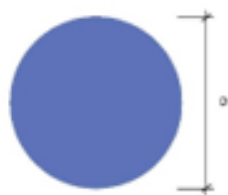
Bajar la pluma y elevar la carga







FORMA, DIMENSIONES Y COLOR DE SEÑALES DE OBLIGACIÓN



COLOR DE FONDO: AZUL (*)
SÍMBOLO O TEXTO: BLANCO (**)

(**): SEGÚN COORDENADAS CROMÁTICAS EN NORMAS ISO 7010:2012



DIMENSIONES (mm.)
D
594
430
297
210
140
105

NOTA:

SEÑALES RECOGIDAS EN LA NORMA ISO 7010:2012 CON EJEMPLO GRÁFICO

DETALLES TIPO

Escala: S/E

SEÑAL	(01)	(02)	(03)
Nº	B-2-1	B-2-2	B-2-3
REFERENCIA	OBLIGACIÓN EN GENERAL	PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LA VISTA	PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LAS VÍAS RESPIRATORIAS
CONTENIDO GRÁFICO	SÍMBOLO DE ADVERTENCIA	CARERA PREVISTA DE GAFAS PROTECTORAS	CARERA PREVISTA DE UN APARATO RESPIRATORIO

SEÑAL	(04)	(05)	(06)
Nº	B-2-4	B-2-5	B-2-6
REFERENCIA	PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LA CABEZA	PROTECCIÓN OBLIGATORIA DEL OÍDO	PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LAS MANOS
CONTENIDO GRÁFICO	CARERA PREVISTA DE CASCO	CARERA PREVISTA DE CASCOS AUDICULARES	GUANTES DE PROTECCIÓN

SEÑAL	(07)	(08)	(09)
Nº	B-2-7	B-2-8	B-2-9
REFERENCIA	PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LOS PIES	ELIMINACIÓN OBLIGATORIA DE PUNTAS	USO OBLIGATORIO CINTURÓN DE SEGURIDAD
CONTENIDO GRÁFICO	CALZADO DE SEGURIDAD	TABLÓN DEL QUE SE DEBE EXTRAER UNA PUNTA	CINTURÓN DE SEGURIDAD

SEÑAL	(10)
Nº	B-2-10
REFERENCIA	USO DE PROTECCIÓN
CONTENIDO GRÁFICO	PROTECCIÓN

Endurance Motive

REV.	CONCEPTO	FECHA	ELAB.	REVIS.	PROB.	OTRO	SEÑAL	FECHA	ELAB.	REVIS.	PROB.	OTRO
1	PROB.											

VISADO
COGITI



CÁCERES
CC01120/25

004044227067



*1: según correspondencia técnica en normas ISO 7010-2012

DIMENSIONS (mm.)		
D	d	e
324	420	48
430	287	31
247	310	17
270	148	10
148	135	11
135	74	8

SEÑAL	
Nº	8-1-1
REFERENCIA	MECHERO PLUMAS
CONTENIDO GRÁFICO	CUARTEL DE SUCRODO

SEÑAL	
Nº	
REFERENCIA	PROHIBIDO FICHER, FUEGO Y LUMINAS NO PROTEGIDAS. PROHIBIDO FUMAR
CONTENIDO GRÁFICO	CINELLA SIRENAGINA

SEÑAL	
Nº	B-2-3
REFERENCIA	PROHIBIDO EL PASO A PEATONES
CONTENIDO GRAFICO	PERSONA CAMINANDO

SEÑAL	
Nº	B-1-f
REFERENCIA	PROHIBIDO APAGAR FUEGO CON AGUA
CONTENIDO GRÁFICO	AGUA APAGAR SOBR FUEGO

SERIAL	
Nº	B-1-5
REFERENCIA	PROHIBIDO EL PASO A TODAS PERSONAS AJENAS A LA ZONA
CONTENIDO GRÁFICO	PROHIBIDO EL PASO A TODAS PERSONAS AJENAS A LA ZONA

Escala: S/E

NOTES:

SEÑALES RECOGIDAS EN LA NORMA ISO 7012:2012 CON EJEMPLO GRÁFICO

REV	CONCEPTO	ENTRADA	INICIO	FIN	PRIMA	BESS LA PIEDRA I, TORREÓN COA.	Endurance Motive
1	SEGURO	1	2	3	4		
						SEGURO DE RESPONSABILIDAD	
						SEGURO DE VIDA	
						SEGURO DE ACCIDENTES	
						SEGURO DE ROBO	
						SEGURO DE INCENDIO	
						SEGURO DE FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR AGUA	
						SEGURO DE DAÑO POR VIENTO	
						SEGURO DE DAÑO POR TORMENTAS	
						SEGURO DE DAÑO POR FULMINE	
						SEGURO DE DAÑO POR RAYOS	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	
						SEGURO DE DAÑO POR INCENDIO	
						SEGURO DE DAÑO POR FURTO	
						SEGURO DE DAÑO POR ROBO	



CÁCERES
CC01120/25



SEÑALES DE INFORMACIÓN RELATIVAS A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD.



COLOR DE FONDO: VERDE (*)
SÍMBOLO O TEXTO: BLANCO (**)

*) SEGÚN COORDENADAS CROMÁTICAS EN NORMAS ISO 7030:2012

NOTAS:

SEÑALES RECOGIDAS EN LA NORMA ISO 7010:2012 CON EJEMPLO GRÁFICO

SEÑAL		
Nº	B-4-1	B-4-2
REFERENCIA	PRIMEROS AUXILIOS	INDICACIÓN GENERAL DE DIRECCIÓN HACIA...
CONTENIDO GRÁFICO	CRUZ GRIEGA	FLECHA DE DIRECCIÓN

SEÑAL		
Nº	B-4-3	B-4-4
REFERENCIA	LOCALIZACIÓN DE BOTIQUÍN PRIMEROS AUXILIOS	DIRECCIÓN HACIA PRIMEROS AUXILIOS
CONTENIDO GRÁFICO	CRUZ GRIEGA Y FLECHA DE LOCALIZACIÓN	CRUZ GRIEGA Y FLECHA DE DIRECCIÓN

DETALLES TIPO

Escala: S/E

REV	CONCEPTO	FECHA	ELAB.	REVIS.	PROB.	APR.	DESIGN. LA POMPALA, TORREMOCHÁ	Endurance Motives
1	03/10/25						SEÑALIZACIÓN DE PRIMEROS AUXILIOS	
							ALUMINIO	

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE CÁCERES



Nº.Colegiado.: 946
DEL AMO PINO, FRANCISCO
VISADO Nº.: CC01120/25
DE FECHA: 30/10/2025
Autenticación: 004044227067



VISADO

VISADO
COGITI



CÁCERES
CC01120/25